



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 968**

51 Int. Cl.:
G06T 5/00 (2006.01)
G06T 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06024051 .2**
96 Fecha de presentación : **20.11.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1796036**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2007**

54 Título: **Dispositivo de filtrado y método para filtrar el ruido de una imagen usando características estadísticas y de la información de la similitud de píxeles.**

30 Prioridad: **08.12.2005 KR 10-2005-0119450**
20.09.2006 KR 10-2006-0091216

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.06.2009

73 Titular/es:
Industry-Academic Cooperation Foundation
Yonsei University Sinchon-dong 134
Seodaemun-gu, Seoul, KR

72 Inventor/es: **Kang, Moon-Gi;**
Shin, Gun-Shik;
Kim, Chang-Won y
Park, Min-Kyu

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 321 968 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 filtrado y método para filtrar el ruido de una imagen usando características estadísticas y de la información de la similitud de píxeles.

5 Dispositivo de filtrado y método para filtrar el ruido de una imagen usando información del modelo.

10 La presente invención se refiere la tecnología de compresión de imágenes. Más particularmente, la presente invención se refiere a un dispositivo de filtrado y un método para filtrar ruido de una imagen usando información del modelo. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método de filtrar ruido de una imagen que puede filtrar de forma eficaz el ruido de una imagen que queda sobre un borde de la imagen antes o después de que la imagen se comprima en una unidad de pantalla, produciendo sustancialmente por lo tanto imágenes en las que está filtrado el ruido.

15 Generalmente, un dispositivo de carga acoplada (CCD) o un sensor CMOS tiene la característica de generar ruido debido a la cantidad de luz o de calor. Tal ruido no tiene una característica estadística Gaussiana (o Laplaciana) sino que tiene una característica dependiente de la señal. Por lo tanto como el ruido del sensor no es blanco, es difícil filtrar fácilmente el ruido por un algoritmo general de filtrado del ruido. Además, aunque se filtre el ruido, puede dañarse por el filtrado el segmento de alta frecuencia de la señal. El filtrado del ruido es uno de los campos del procesamiento de imágenes que se ha investigado durante mucho tiempo. Tal algoritmo de filtrado del ruido puede clasificarse generalmente dentro de la tecnología que usa el concepto de restablecimiento, y el método que usa la tecnología de filtrado.

20 Como la tecnología del restablecimiento está basada en el modelado del ruido con precisión, es posible obtener un resultado excelente. Sin embargo, la tecnología del restablecimiento es muy intensa en cuanto al cálculo. De este modo, a menudo se usa un método que usa una característica estadística de una región local de la imagen, por ejemplo el Error Cuadrático Medio Mínimo Lineal Local (LLMMSE).

30 Por el contrario, también se han usado las tecnologías de filtrado que pueden realizarse por medio del hardware para el campo de procesamiento de imágenes. Se han usado filtros de media de serie para filtrar el ruido que tiene características estadísticas Gaussianas, mientras que se han usado filtros de mediana de serie para filtrar el ruido que tiene características estadísticas Laplacianas.

35 En el método de filtrado de media de serie, se usan un filtro de media y un filtro de mediana para filtrar el ruido de la imagen. El método para filtrar el ruido de la imagen usando el filtro de media es un filtro de media básico, que calcula una media del valor de los puntos de imagen interiores en una región local de la imagen. Este es un filtrado paso bajo y tiene la desventaja de filtrar los segmentos de alta frecuencia necesarios para la imagen al mismo tiempo que el ruido, que resultan al filtrar porciones precisas de la imagen. Para resolver el problema mencionado anteriormente, se calcula una estadística local de la imagen usando las ecuaciones (1) y (2), que reflejan una característica no estacionaria de la imagen, bajo la condición que no se cruce un contorno en una máscara:

$$45 \quad \hat{x}_{AWA}(m, n; k) = \sum_{i, j \in S_{m, n; k}} w(i, j; l) y(i, j; l) \quad \dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

50 donde $S_{m, n, k}$ es una máscara.

$$55 \quad w(i, j, l) = \frac{k(m, n; k)}{1 + a(\max[\epsilon^2, (g(m, n; k) - g(i, j; l))^2])} \quad \dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

60 en donde $k(m, n; k)$ es una constante de normalización.

65 El método de filtrado del ruido de una imagen que usa el filtro de mediana filtra de forma eficaz el ruido Laplaciano (primera característica del ruido estadístico) tal como el ruido de sal y pimienta. El método de filtrado se calcula usando la ecuación (3):

$$\hat{x}_{MF(m, n)} = \text{mediana} \{ y(i, j) \mid i, j \in S_{m, n} \}$$

.....Ecuación (3)

5

El filtro de mediana filtra de forma eficaz un ruido en una región uniforme que excluye un borde. Sin embargo, el filtro de media tiene el inconveniente de que daña la información a lo largo de una línea estrecha o una esquina.

Además, un filtro LLMMSE convencional está basado en un modelo de imagen de Varianza No estacionaria de Media No estacionaria (NMNV), y se expresa usando la ecuación (4):

$$\hat{x}_{LLMMSE(i, j)} = E(y(i, j)) + \frac{\sigma_x^2(i, j)}{\sigma_x^2(i, j) + \sigma_n^2(i, j)} (y(i, j) - E(y(i, j)))$$

15

.... Ecuación (4)

20 donde σ_x^2 y σ_n^2 indican la dispersión no estacionaria de x y de n , respectivamente. En este punto se asume que la dispersión del ruido σ_n^2 es un valor que se supone o que ya es conocido. Se sabe bien que el filtro LLMMSE suaviza el ruido en la región uniforme ($\sigma_x^2 \cong \sigma_n^2$) ($\hat{X}_{LLMMSE(i, j)} \cong E(y(i, j))$), pero no filtra pequeños puntos de imagen ($\sigma_x^2 \gg \sigma_n^2$) cerca de un borde, como se muestra en la Fig. 1 ($\hat{X}_{LLMMSE(i, j)} \cong y(i, j)$).

25 Un filtro de valor medio de series se calcula fácilmente de modo que puede realizarse en tiempo real. Sin embargo, como la función de ponderación usada para conservar el contorno se determina por la diferencia entre dos valores de puntos de imagen, el filtro de valor medio de series está afectado por el ruido y no puede filtrar de forma eficaz el ruido alrededor del borde. Además, el filtro de valor medio de series tiene el inconveniente de que las imágenes son artificiales debido a una suavización excesiva del ruido en la región uniforme

30

El filtro de medianas de series raramente se usa debido a la dificultad de su realización en hardware debido a su intensidad de cálculo. El filtro LLMMSE puede filtrar el ruido de forma eficaz en la región uniforme, pero no puede filtrar el ruido de forma eficaz en una región próxima al borde. Además el filtro LLMMSE tiene el inconveniente de que la función de ponderación está afectada por el ruido, lo mismo que el filtro de media de series.

35

El documento "Refined Filtering of Image Noise Using Local Statistics", de Jong-Sen Lee Procesamiento de Imágenes y Gráficos de Ordenador, Vol. 15, páginas 380 a 389, de 1981, se refiere a un algoritmo para el filtrado del ruido en imágenes digitales usando un método estadístico local modificado para utilizar la información del gradiente local. Este algoritmo no requiere modelado de imágenes, y no mancha los bordes ni detalles tenues. Para ambos casos de ruido aditivo y multiplicativo, se calculan la media local y la varianza a partir de un conjunto reducido de puntos de imagen que dependen de la orientación del borde.

40

El documento "Adaptive-neighbourhood filtering of images corrupted by signal-dependent noise" de R. M. Rangayyan, M. Ciuc y F. Faighih, Optica Aplicada, Vol. 37, N° 20, del 10 de Julio de 1998, se refiere a un filtrado adaptativo de los alrededores de imágenes corruptas por ruido dependiente de la señal. La definición de una región adaptativa alrededor de un punto de imagen determinado se realiza con la ayuda de una diferencia entre cada uno de los ocho vecinos conectados y la semilla correspondiente al punto de imagen determinado, con la condición de que esta diferencia debería ser menor que un umbral T que puede variar a través de la imagen de acuerdo con la estadística local del ruido, que depende del brillo medio del área corrupta. Se da un ejemplo para T igual a la desviación típica local del ruido alrededor del punto de imagen determinado.

50

El documento "A non-local algorithm for image denoising" de A. Buades, B. Coll, J. M. Morel, del 20-25 de Junio de 2005, se refiere a un algoritmo no local para la eliminación del ruido de una imagen.

55 El objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de filtrado y un método para filtrar el ruido de una imagen usando información del modelo.

Este objeto se resuelve por el tema objeto de las reivindicaciones independientes que definen la invención.

60 Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo y un método para filtrar el ruido que se captura de un sensor durante el pre-procesamiento de un codec de compresión, de modo que aumenta la eficacia de la compresión, y reduce el ruido producido por el codec durante el post-procesamiento del codec, dando como resultado por lo tanto imágenes de alta calidad.

65

Las anteriores características y ventajas y otras de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

ES 2 321 968 T3

La Fig. 1 es una vista que muestra puntos de imagen para ilustrar el concepto de un filtrado convencional;

la Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema para filtrar el ruido de una imagen usando información del modelo de acuerdo con la presente invención;

5

la Fig. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método para filtrar el ruido de una imagen usando información del modelo de acuerdo con la presente invención; y

la Fig. 4 ilustra la imagen original;

10

la Fig. 5 ilustra la imagen de la Fig. 4 de la cual se filtra el ruido usando un almacenamiento de siete líneas por la unidad de media de región y la primera unidad de filtrado de baja frecuencia de la Fig. 2.

15 la Fig. 6 ilustra una imagen de la Fig. 4 de la cual se filtra el ruido usando un almacenamiento de siete líneas por la unidad de análisis del modelo y la segunda unidad de filtrado de baja frecuencia de la Fig. 2.

la Fig. 7 muestra la imagen resultante filtrada por el algoritmo propuesto.

la Fig. 8 ilustra una ampliación de las partes afectadas de la Fig. 5;

20

la Fig. 9 ilustra una ampliación de las partes afectadas de la imagen de la Fig. 6;

la Fig. 10 ilustra una ampliación de las partes afectadas de la Fig. 7;

25

la Fig. 11 ilustra una imagen a la que se ha añadido un ruido con una SNR de 15 dB;

la Fig. 12 ilustra la imagen de la Fig. 11 después de que se haya realizado un algoritmo de eliminación de ruido convencional sobre la imagen;

30

la Fig. 13 ilustra la imagen de la Fig. 11 después de que se haya filtrado el ruido de la misma de acuerdo con la presente invención; y

35 las Fig. 14 y 15 ilustran vistas ampliadas de las Fig. 12 y 13 respectivamente, en las que las diferencias respectivas entre las Fig. 14 y 12, y entre las Fig. 15 y la Fig. 13 se hacen evidentes por la ampliación de las partes pertinentes de las mismas.

40 A continuación en este documento, se describe una realización preferida de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. A propósito de la claridad y la simplicidad, se omite la descripción detallada de las funciones conocidas y las configuraciones incorporadas en este documento para evitar oscurecer el tema objeto de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema para el filtrado del ruido de una imagen usando información del modelo de acuerdo con la presente invención.

45

Refiriéndonos a la Fig. 2, el sistema para el filtrado del ruido de la imagen de acuerdo con la presente invención incluye una unidad de dispersión de región 21, una unidad de conmutación de actividad 22, una unidad de media de región 23, una primera unidad de filtrado de baja frecuencia 24, una unidad de análisis del modelo 25, y una segunda unidad de filtrado de baja frecuencia 28.

50

La unidad de dispersión de región 21 determina la ponderación en las bajas frecuencias para reflejar una característica estadística de las señales con respecto a las señales de entrada de imágenes.

55 La unidad de conmutación de actividad 22 compara la dispersión de la región con la dispersión del ruido y realiza una conmutación de frecuencias de modo que puede filtrarse el ruido de baja frecuencia si la dispersión de la región es menor que la dispersión del ruido, mientras que el ruido en las altas frecuencias puede filtrarse si la dispersión de la región es mayor que la base de la dispersión.

La unidad de media de región 23 iguala regiones que tienen señales de imagen de baja frecuencia.

60

La primera unidad de filtrado de baja frecuencia 24 filtra el ruido de las imágenes igualadas por la unidad de media de región 23 en consideración de la característica estadística de ponderación para determinar la extensión de eliminación del ruido en base a la dispersión de la región.

65 La unidad de análisis del modelo 25 busca puntos de imagen que tienen un modelo idéntico que los puntos de imagen actuales, y analiza los modelos asignando una ponderación a los puntos de imagen.

La segunda unidad de filtrado de baja frecuencia 26 filtra el ruido en base a la similitud de los puntos de imagen de acuerdo con los modelos analizados por la unidad de análisis de modelos.

En adelante en este documento, se describe un método para el filtrado de ruido de una imagen usando información del modelo de acuerdo con la presente invención con referencia a la Fig. 3.

La presente invención sustancialmente incluye un algoritmo de conmutación para determinar la frecuencia, filtrado del ruido en las bajas frecuencias, y filtrado del ruido en las altas frecuencias, en consideración de una característica parcial de las señales.

Refiriéndonos a la Fig. 3, la presente invención realiza una etapa de medición de frecuencia parcial de las señales de entrada de imagen cuando las señales de imagen se introducen desde fuera. Generalmente, puede determinarse la frecuencia de las señales a partir de la extensión de la alta frecuencia. Aunque el filtrado de alta frecuencia puede usarse directamente para determinar la extensión de la alta frecuencia, una realización preferida de la presente invención obtiene la dispersión de la región y la dispersión del ruido en base a la característica estadística y similitud de las señales (S31).

En particular, la presente invención realiza la dispersión de la región con respecto a las señales de entrada de imagen de modo que las señales de entrada de imagen se dispersan usando un tamaño de punto de imagen predeterminado, y calcula el brillo medio de las señales de imagen dispersas en la región y realiza la dispersión del ruido con respecto a las señales de entrada de imagen.

Se usa una métrica de dispersión de la región para determinar la ponderación de la baja frecuencia así como para dividir y procesar la frecuencia de la señal de modos diferentes. La dispersión de la región $v_L(i, j)$ de acuerdo con la realización preferida de la presente invención se obtiene usando la ecuación (5):

$$v_L(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} \{ y(m, n) - m_L(i, j) \}^2 \quad \dots\dots \text{Ecuación (5),}$$

donde M y N denotan la longitud y la anchura de una máscara, y $m_L(i, j)$ indica la media de la región en la posición de (i, j). $m_L(i, j)$ se obtiene usando la ecuación (6);

$$m_L(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} y(m, n) \quad \dots\dots \text{Ecuación (6)}$$

En la realización preferida de la presente invención, si la dispersión de la región de los puntos de imagen es menor que $2 v_N$, se determina que la frecuencia es baja. Por el contrario, si la dispersión de la región es mayor que $2 v_N$, se determina que la frecuencia es alta.

Como resultado de la medición de la frecuencia en la etapa S33, cuando la frecuencia de la señal de imagen es baja, se determina la media de la región de la señal de imagen y a continuación se filtra el ruido de la señal de imagen reflejando la característica estadística (S34 y S35).

Específicamente, en el método para eliminar el ruido a baja frecuencia de la presente invención, se determina que la región con baja frecuencia es sustancialmente similar a la región uniforme. Como la eliminación del ruido en la región uniforme puede realizarse por el método existente, la realización de la presente invención usa un filtro del Error Cuadrático Medio Mínimo Lineal Local (LLMMSE). La ponderación que determina la extensión de eliminación del ruido en el filtro LLMMSE se obtiene usando la ecuación (7) y está basado en la dispersión de la región:

$$\hat{x}_{LLMMSE(i,j)} = E(y(i, j)) + \frac{\sigma_x^2(i, j)}{\sigma_x^2(i, j) + \sigma_n^2(i, j)} (y(i, j) - E(y(i, j))) \quad \dots \text{Ecuación (7)}$$

Como se ha descrito anteriormente, si la dispersión de la región de la imagen $\sigma_x^2(i, j)$ es similar a σ_n^2 , se añade ponderación a la media. Por el contrario, si $\sigma_x^2(i, j)$ tiene un valor mayor que σ_n^2 , se añade una gran cantidad de ponderación a $y(i, j)$. El principio de funcionamiento de la mayor parte de los filtros de eliminación del ruido existentes que incluyen el filtro LLMMSE es que se añade una ponderación a las señales originales en la región del borde. De acuerdo con este principio de operación, el ruido en la región del borde no puede filtrarse.

Sin embargo, en el caso de ruido significativamente disperso, como aún queda ruido a lo largo del borde, el ruido en la región uniforme se filtra, pero el ruido en la región del borde no se filtra. De esta forma, resulta un efecto artificial. Por lo tanto, en una realización preferida de la presente invención, se filtra el ruido de baja frecuencia usando el filtro LLMMSE y el ruido en la alta frecuencia mediante el análisis del modelo.

Mientras tanto, como resultado de la medición de frecuencia en la etapa S33, cuando la frecuencia de las señales de imagen es alta, se analiza el modelo de las señales de la imagen y a continuación se filtra el ruido de las señales de imagen en base a la similitud (S36 y S37).

5 En el método para eliminar el ruido en las altas frecuencias de acuerdo con la presente invención, debe filtrarse el ruido en las regiones tales como el borde. El método de la presente invención difiere de los métodos convencionales en que se añade una gran cantidad de ponderación al valor original a lo largo del borde. El método busca puntos de imagen con un modelo idéntico al punto de imagen actual y añade una gran ponderación a los puntos de coincidencia. El valor del ruido se obtiene usando la ecuación (8):

$$\hat{x}(i, j) = \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} w(m, n) x(m, n)$$

.....Ecuación (8)

En este punto, la ponderación $w(m, n)$ se obtiene por un vector diferencia L2-norm en la ecuación (9):

$$w(m, n) = \frac{1}{Z} e^{-\left\{ \sum_{\langle s \rangle} \sum_{\langle t \rangle} (y(i, j) - y(m+s, n+t))^2 \right\} / h^2}$$

.....Ecuación (9)

en la cual, el denominador Z es una constante de normalización que hace que la suma de las ponderaciones sea igual a uno, y h es una constante a añadir a la ponderación en base a la distancia entre los puntos de imagen periféricos. Generalmente, h es dependiente de la dispersión del ruido.

En este punto, la razón para usar una ponderación Gaussiana es añadir por igual la ponderación en la región principal, y añadir una pequeña cantidad de ponderación en una posición a una distancia. Si los puntos de imagen en una posición actual (i, j) se filtran por Σ , el ruido de sal y pimienta puede filtrarse de forma eficaz. Por consiguiente, si L2-norm en el vector diferencia es grande, el punto de imagen actual difiere del modelo. De este modo, se añade una pequeña cantidad de ponderación a la señal de imagen. Por el contrario, si L2-norm en el vector diferencia es pequeña, el punto de imagen actual es idéntico que el modelo. De esta forma, se añade una gran cantidad de ponderación a la imagen de señal.

De esta forma, puede obtenerse la media de los puntos de imagen que tienen el mismo modelo que el punto de imagen actual, eliminando por lo tanto el ruido a lo largo de la región del borde aunque protegiendo el borde.

En adelante en este documento, se describe el método para eliminar el ruido de una señal usando la información del modelo de acuerdo con la presente invención con referencia a las Fig. 4 a 15.

La Fig. 4 es una imagen tomada usando una cámara CCD de dos mega-puntos de imagen. En la Fig. 4 se muestra que el ruido está presente de forma uniforme en toda la imagen. La Fig. 5 muestra una imagen de la que se ha filtrado el ruido usando un almacenamiento de siete líneas por la unidad de media de la región y la primera unidad de filtrado de baja frecuencia en la Fig. 2. Como la ponderación se añade a la imagen dependiendo de la baja frecuencia y la alta frecuencia, la región uniforme en el cual la frecuencia es baja muestra una suavización adecuada. Sin embargo, no se filtra el ruido de la región en la cual la frecuencia es alta, tal como en un borde, de modo que la imagen en la región del borde es artificial.

La Fig. 6 muestra una imagen de la cual se ha filtrado el ruido usando un almacenamiento de siete líneas por la unidad de análisis del modelo y la segunda unidad de filtrado de frecuencia de la Fig. 2. En la Fig. 6, la ponderación se añade a la imagen no de acuerdo con la frecuencia sino de acuerdo con la similitud del modelo con punto de imagen que se está procesando actualmente. De este modo, la región del borde es relativamente natural. Sin embargo, sólo se filtra una pequeña cantidad de ruido de la región uniforme.

El algoritmo descrito en la presente invención elimina los inconvenientes en cada caso y proporciona sólo ventajas. Como se muestra en la Fig. 7, de acuerdo con la presente invención, el ruido se filtra bien en la región uniforme mostrada en la Fig. 5, y también se filtra de forma eficaz el ruido del borde mostrado en la Fig. 6. Estos resultados puede identificarse fácilmente mediante las ampliaciones en las Fig. 8 hasta 10.

Las Fig. 11 a 15 muestran resultados de ejemplo con respecto a una imagen de entrada usada para comparar algoritmos.

ES 2 321 968 T3

La Fig. 11 muestra una imagen en el cual se ha añadido ruido con una SNR de 15 dB, la Fig. 12 muestra la misma imagen después de que se ha realizado un algoritmo de eliminación del ruido convencional sobre la imagen, y la Fig. 13 muestra la misma imagen de la cual se ha filtrado el ruido de acuerdo con la presente invención. Examinado las diferencias entre la imagen original con el ruido aumentado de la Fig. 11 y las imágenes de las Fig. 12 y 13, puede verse que el método de acuerdo con la presente invención filtra el ruido del borde más eficazmente con relación a la imagen ruidosa original en comparación con el método convencional. Las Fig. 14 y 15 son vistas ampliadas de las Fig. 12 y 13 respectivamente, en las que las diferencias entre la Fig. 14 y la Fig. 12, y la Fig. 15 y la Fig. 13 se hacen obvias por la ampliación de las mismas.

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención realiza la dispersión de la región y la dispersión del ruido con respecto a las señales de imagen que incluyen el ruido, y a continuación determina una frecuencia. A continuación se calcula una media regional de regiones de la imagen en las que la frecuencia es baja y a continuación se filtra el ruido de los bordes dependiendo de la estadística, mientras que se realiza el análisis del modelo de las regiones de la imagen en las que la frecuencia es alta y a continuación se filtra el ruido del borde en base a la similitud. De este modo, el ruido restante a lo largo del borde, que no se filtra por el método convencional, se filtra de forma eficaz por el método de la presente invención, proporcionando por lo tanto imágenes naturales de las que se ha filtrado del ruido.

Además, con respecto a la determinación de la función de ponderación, la presente invención determina la función de ponderación que no depende de la diferencia entre dos valores de puntos de imagen, sino usando un valor de un punto de imagen periférico. De este modo, la presente invención no está afectada sustancialmente por el ruido y puede proporcionar imágenes naturales mediante el procesamiento de los valores de los puntos de imagen que tienen una gran similitud.

La presente invención filtra la indefinición a lo largo del borde, de modo que aumenta la eficacia de la compresión durante la etapa de compresión que se realiza después de la eliminación de la indefinición. Además, cuando la presente invención funciona como un post-procesador, la presente invención filtra diversos errores que se producen debido a la compresión, tales como el ruido, el efecto de bloqueo, y el efecto de aullido, etc.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito con referencia a cierta realización preferida de la misma, se entenderá por los especialistas en la técnica que pueden realizarse diversos cambios en la forma y detalles sin apartarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar el ruido en una señal de entrada de imagen de cada punto de imagen de una imagen usando información del modelo, comprendiendo el método para un punto de imagen actual en la posición (i, j), las etapas de:

(a) obtener el valor de la dispersión de una región local (S31) que representa la dispersión de la señal de imagen, para el punto de imagen actual en base a las señales de entrada de imagen dentro de una máscara predeterminada;

(b) obtener el valor de la dispersión de ruido local para el punto de imagen actual, en base a las señales de entrada de imagen;

(c) conmutar (S33) la señal de entrada de imagen del punto de imagen actual como una señal de baja frecuencia o una señal de alta frecuencia en base a una comparación entre el valor de la dispersión del ruido local y el valor de la dispersión de la región local del punto de imagen actual;

(d) eliminar (S35) el ruido de la señal de baja frecuencia en base a la media de señal local obtenida (S34) de una región alrededor de la señal de baja frecuencia; y

(e) eliminar (S37) el ruido de la señal de alta frecuencia:

identificando (S36) los puntos de imagen que tienen un modelo idéntico que el punto de imagen actual; y

ponderando los puntos de imagen identificados de modo que se filtra el ruido usando la ecuación:

$$\hat{x}(i, j) = \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} w(m, n)x(m, n)$$

en la que la ponderación $w(m, n)$ se obtiene por la siguiente ecuación:

$$w(m, n) = \frac{1}{Z} e^{-[\sum_{\langle s \rangle} \sum_{\langle t \rangle} (y(i, j) - y(m+s, n+t))^2] / h^2}$$

en la que el denominador Z es una constante de normalización para hacer que la suma de las ponderaciones sea igual a uno, y h es una constante para aplicar una ponderación en base a la distancia entre puntos de imagen periféricos, e y denota las señales de entrada de imagen.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la etapa (a) el valor de la dispersión de la región local $v_L(i, j)$ se obtiene usando la ecuación:

$$v_L(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} \{ y(m, n) - m_L(i, j) \}^2$$

en la que M y N denotan la longitud y la anchura, y $m_L(i, j)$ indica la media de la región en la posición del punto de imagen actual (i, j).

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2 en el que la media de la región $m_L(i, j)$ se obtiene por la ecuación:

$$m_L(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} y(m, n)$$

4. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones de 1 a 3 en el que, en la etapa (c), se determina que la frecuencia v_L es baja si el valor de la dispersión de la región de puntos de imagen es menor que $2 v_N$, mientras que se determina que la frecuencia v_L es alta si el valor de la dispersión de la región es mayor que $2 v_N$, y en el que la frecuencia v_L esta dada por:

$$v_L(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{\langle m \rangle} \sum_{\langle n \rangle} \{ y(m, n) - m_L(i, j) \}^2$$

5

5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que en la etapa (d) el ruido en la señal de baja frecuencia se filtra por un filtro de Error Cuadrático Medio Mínimo Lineal, LLMMSE.

10

6. Un dispositivo de filtro para eliminar el ruido de la imagen usando información del modelo, en el que dicho dispositivo de filtro está adaptado para funcionar de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

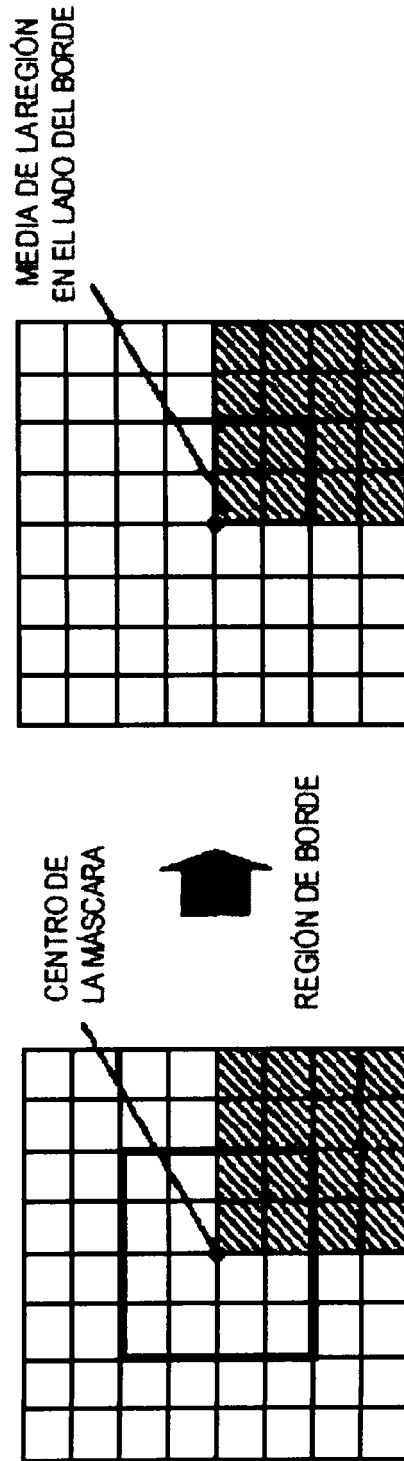


FIG.1

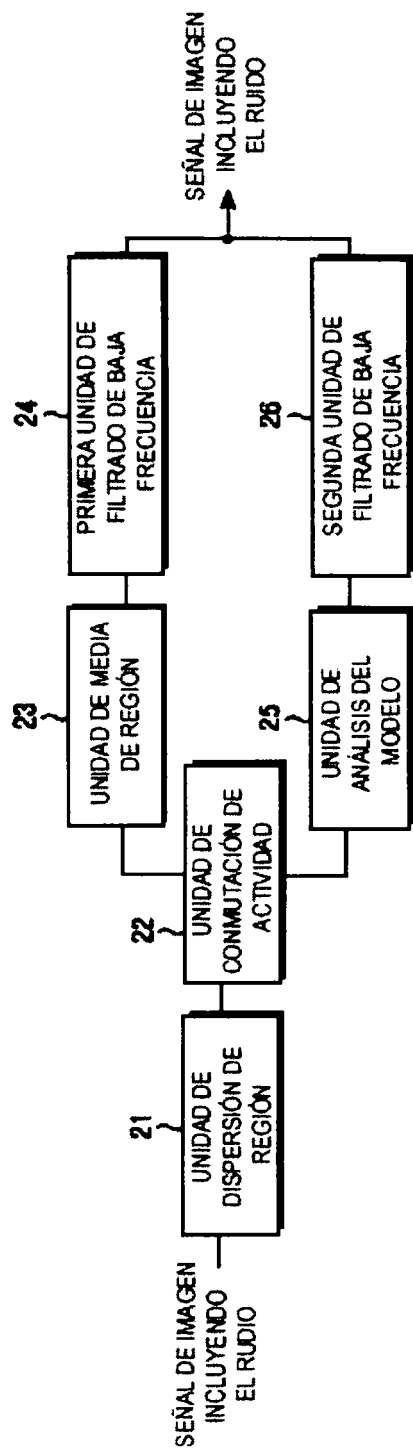


FIG.2

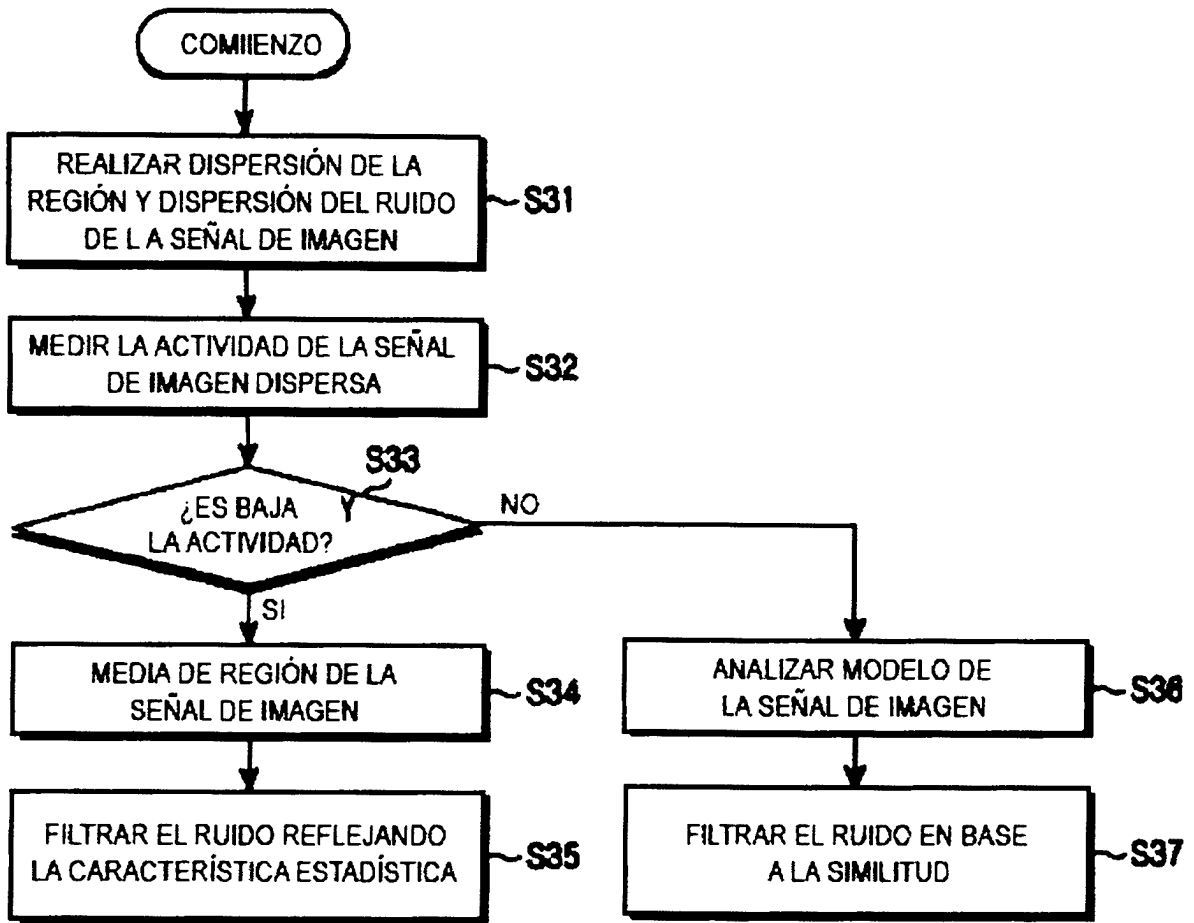


FIG.3



FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6



FIG. 7

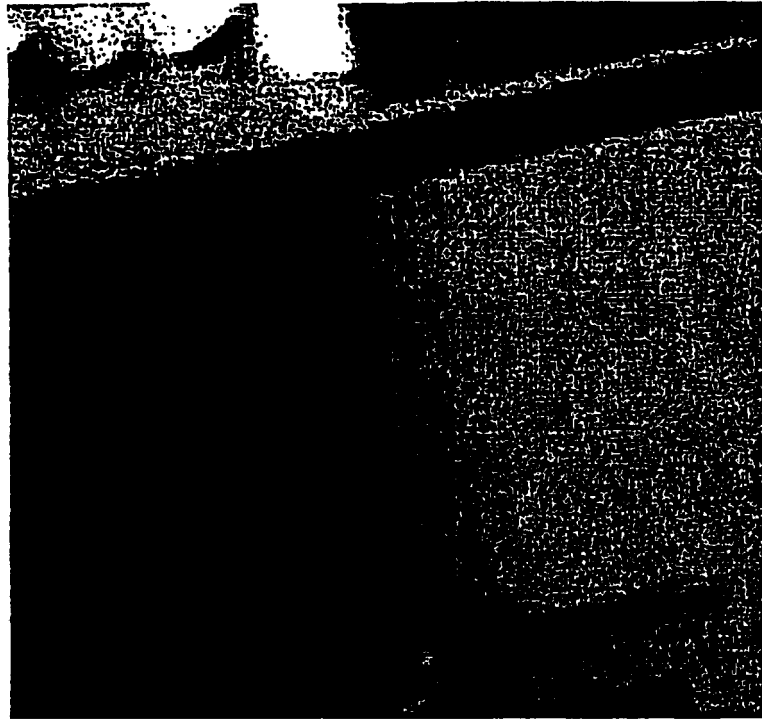


FIG.8

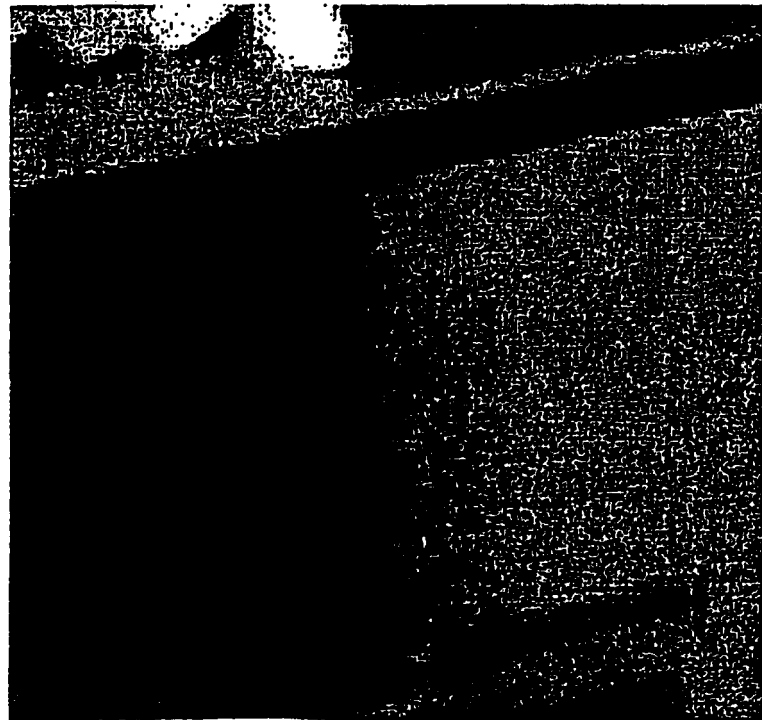


FIG.9



FIG.10



FIG. 11



FIG. 12



FIG.13

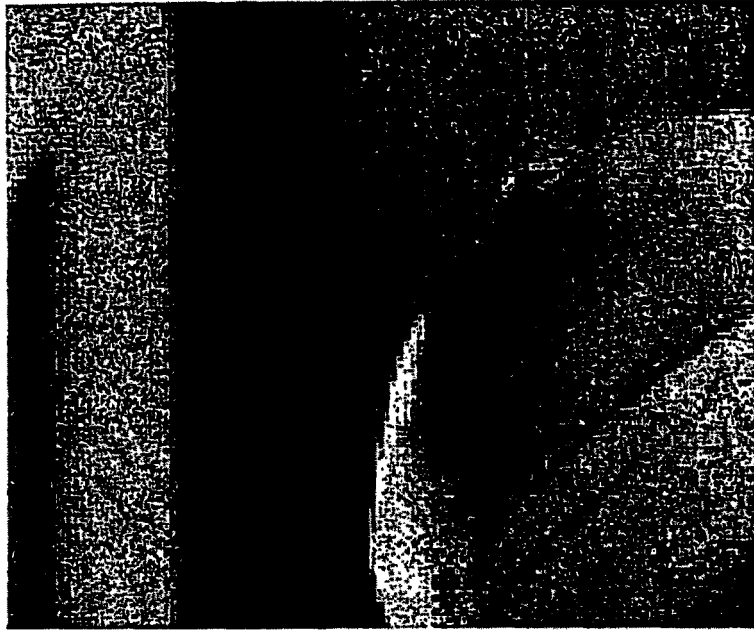


FIG. 14

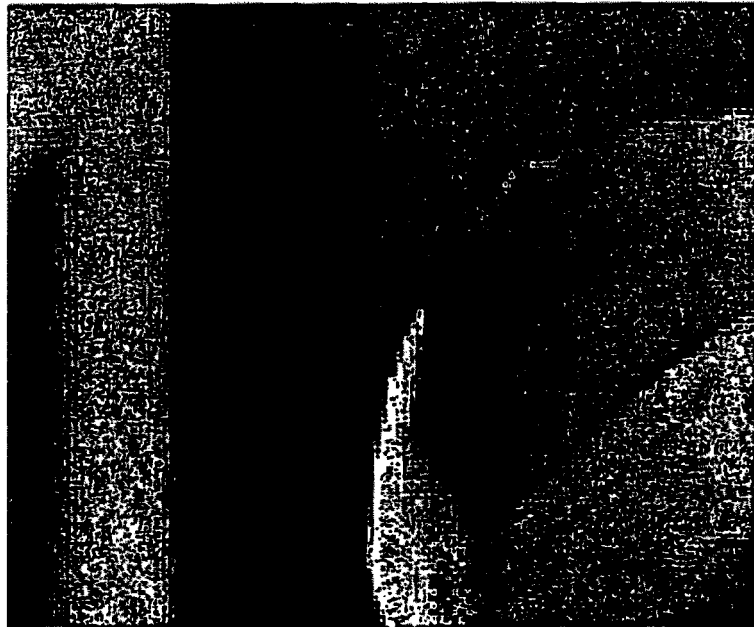


FIG. 15