

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 444**

51 Int. Cl.:

H04N 19/117 (2014.01)
H04N 19/136 (2014.01)
H04N 19/194 (2014.01)
H04N 19/154 (2014.01)
H04N 19/80 (2014.01)
H04N 19/85 (2014.01)
H04N 19/172 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2007 E 07768015 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016 EP 2037406**

54 Título: **Método y dispositivo de procesamiento de imagen, programa de procesamiento de imagen, y medio de grabación que contiene el programa**

30 Prioridad:

03.07.2006 JP 2006182931

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

22.04.2016

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)
3-1, OTEMACHI 2-CHOME, CHIYODA-KU
TOKYO 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**MITASAKI, TOKINOBU y
KAMIKURA, KAZUTO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 567 444 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo de procesamiento de imagen, programa de procesamiento de imagen, y medio de grabación que contiene el programa

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de procesamiento de imagen y a un aparato correspondiente, usado para llevar a cabo una operación de filtrado simplificada para transformar una imagen original en una imagen que tenga un valor específico de estimación objetiva de imagen, y también se refiere a un programa de procesamiento de imagen usado para implementar el método de procesamiento de imagen, y a un medio de almacenaje legible con ordenador que almacena el programa.

10

15

Se reivindica prioridad de la solicitud de Patente japonesa núm. 2006-182931, depositada el 3 de Julio de 2006, cuyo contenido se incorpora aquí por referencia.

Técnica anterior

Se conoce el hecho de que un pre-filtro, que con frecuencia se usa en un proceso previo de codificación de video, es eficaz para reducir la distorsión de bloque, el ruido de efecto mosquito, o similar, que acompaña a la codificación, mejorando con ello la calidad de la imagen subjetiva. El ancho de banda de paso (denominado "ancho de banda" en lo que sigue) del filtro previo utilizado está limitado, a efectos de reducir el ruido incluido en una imagen original y mejorar la eficacia de la codificación. Sin embargo, si el ancho de banda es demasiado estrecho, la calidad de imagen se degrada extremadamente.

20

25

La figura 7 muestra un método de procesamiento de imagen que incluye una limitación de banda.

Según se muestra en la figura 7, en el método de procesamiento de imagen que incluye la limitación de banda, en primer lugar, se introducen los datos de imagen original $B(1)$, y a continuación se convierten en una componente de frecuencia $I(1)$ (véase la etapa S100). La componente de frecuencia $I(1)$ es sometida a una limitación de banda usando un ancho de banda $r1$ ($0 < r1 < 1$), de modo que se obtiene una componente de frecuencia $I(r1)$ (véase la etapa S101). La componente de frecuencia $I(r1)$ se somete a transformación de imagen, generando con ello datos de imagen filtrada $B(r1)$ (véase la etapa S102).

30

35

Cuando se aplica procesamiento de imagen de ese tipo a todas las tramas de una imagen de video usando el mismo ancho de banda, la calidad de imagen de cada trama no es la misma debido a que cada trama tiene unas características de frecuencia individual de la imagen. Es decir, una imagen que tenga una gran cantidad de componentes de baja frecuencia tiene solamente una pequeña diferencia respecto a la imagen original, y por tanto la degradación en las calidades subjetiva y objetiva de la imagen es pequeña. Sin embargo, en una imagen que tenga una gran cantidad de componentes de alta frecuencia, los bordes o similares se suavizan y se difuminan, lo que degrada considerablemente las calidades subjetiva y objetiva de la imagen.

40

45

Como valor de estimación objetiva de una imagen, por ejemplo, se usa con frecuencia una PSNR (Relación de Pico de Señal respecto a Ruido). Con un nivel de señal (S) dado y un nivel de ruido (N), la PSNR está indicada por la siguiente fórmula:

$$\text{PSNR} = 20 \times \log_{10}(S/N)$$

50

En un método para resolver el problema anterior, el control de calidad subjetiva y objetiva de la imagen se realiza por medio de una limitación de banda "round-robin" aplicada a cada imagen.

La figura 8 muestra la estructura de un aparato de generación de imagen filtrada óptima 100 para generar datos de imagen filtrada óptima realizando una limitación de banda "round-robin".

55

Según se muestra en la figura 8, el aparato de generación de imagen filtrada óptima 100 incluye una unidad 101 de introducción de datos de imagen original, una unidad 102 de análisis de componente de frecuencia, una unidad 103 de selección manual de ancho de banda, una unidad 104 de limitación de banda, una unidad 105 de generación de datos de imagen, una unidad 106 de cálculo de PSNR, una unidad 107 de valoración de imagen, y una unidad 108 de salida de datos de imagen de banda limitada óptima.

60

La figura 9 muestra un método de procesamiento de imagen para la generación de datos de imagen filtrada óptima realizando una limitación de banda "round-robin", donde el método se ejecuta en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 100 que tiene la estructura que antecede.

65

En el aparato de generación de imagen filtrada óptima 100, en primer lugar, los datos de imagen original $B(1)$ se introducen en la unidad 101 de entrada de datos de imagen original, y a continuación se convierten en una

componente de frecuencia $I(1)$ en la unidad 102 de análisis de componente de frecuencia (véase la etapa S200).

5 A continuación, en la unidad 103 de selección manual de ancho de banda, se selecciona manualmente un ancho de banda $r1$ provisional (véase la etapa S201). A continuación, en la unidad 104 de limitación de banda, la componente de frecuencia $I(1)$ convertida se somete a una limitación de banda usando el ancho de banda $r1$ seleccionado, con el fin de obtener una componente de frecuencia $I(r1)$ (véase la etapa S202).

10 A continuación, en la unidad 105 de generación de datos de imagen, la componente de frecuencia $I(r1)$ se somete a una transformación de imagen, generando con ello datos de imagen $B(r1)$ (véase la etapa S203). En la unidad 106 de cálculo de PSNR, los datos de imagen original $B(1)$ se comparan con los datos de imagen $B(r1)$, con el fin de calcular PSNR ($r1$) (indicada como " $P(r1)$ " en lo que sigue) (véase la etapa S204).

15 En la unidad 107 de valoración de imagen, se determina si la $P(r1)$ calculada tiene o no una calidad de imagen deseada (véase la etapa S205). Si tiene la calidad de imagen deseada, la unidad 108 de salida de datos de imagen de banda limitada óptima presenta a la salida los datos de imagen $B(r1)$ como datos de imagen de banda limitada óptima (es decir, los datos de imagen filtrada óptima) (véase la etapa S206).

20 Sin embargo, no es frecuente que la $P(r1)$ obtenida en el primer turno de procesamiento tenga una calidad de imagen deseada. Cuando no tiene la calidad de imagen deseada, la operación retorna al proceso (en la etapa S201) realizado por la unidad 103 de selección manual de ancho de banda, y se selecciona de nuevo un ancho de banda ($r2$) de modo que la imagen de banda limitada pertinente tenga una calidad más próxima a la calidad de imagen deseada. A continuación, se llevan a cabo de nuevo la limitación de banda, generación de imagen y cálculo de PSNR de una forma similar.

25 Es decir, la operación descrita con anterioridad se repite N veces hasta que se obtiene la calidad de imagen deseada, y se usa un ancho de banda rN , que se obtiene finalmente, como ancho de banda óptimo para generar datos de imagen $B(rN)$ mediante la unidad 108 de salida de datos de imagen de banda limitada óptima. Los datos de imagen $B(rN)$ generados se presentan a la salida como datos de imagen de banda limitada óptima (es decir, datos de imagen filtrada óptima) (véase la etapa S206).

30 Sin embargo, en el método mencionado con anterioridad, las diversas imágenes de video y todas las tramas que forman las mismas, son sometidas a filtrado, se estima la calidad de imagen subjetiva u objetiva de cada señal de imagen obtenida, y se repite la operación pertinente de una manera "round-robin" hasta que se obtiene una imagen de igual calidad para todas las tramas de las imágenes de video. En consideración al tiempo y al coste requeridos, cuando se procesan muchas imágenes, el método anterior resulta inapropiado e impracticable-

35 Con el fin de resolver el problema anterior, se conoce una técnica (véase el documento patente 1), donde el procesamiento de imagen se lleva a cabo obteniendo un ancho de banda óptimo en base a los datos de codificación de una imagen (video).

40 La figura 10 muestra la estructura de un aparato de generación de imagen filtrada óptima 200 para generar datos de imagen filtrada óptima usando datos de codificación.

45 Según se muestra en la figura 10, el aparato de generación de imagen filtrada óptima 200 incluye una unidad 201 de entrada de datos de imagen original, una unidad 202 de análisis de componente de frecuencia, una unidad 203 de codificación de datos de imagen, una unidad 204 de determinación de ancho de banda limitado óptimo, una unidad 205 de limitación de banda, una unidad 206 de generación de datos de imagen, y una unidad 207 de salida de datos de imagen de banda limitada óptima.

50 La figura 11 muestra un método de procesamiento de imagen para generación de datos de imagen filtrada óptima usando codificación de datos, donde el método se ejecuta en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 200 que tiene la estructura que antecede.

55 En el aparato de generación de imagen filtrada óptima 200, en primer lugar, los datos de imagen original $B(1)$ se introducen en la unidad 201 de entrada de datos de imagen original, y a continuación se convierten en una componente de frecuencia $I(1)$ en la unidad 202 de análisis de componente de frecuencia (véase la etapa S300).

60 A continuación, en la unidad 203 de codificación de datos de imagen, se codifican los datos de imagen original de entrada $B(1)$ (véase la etapa S301). En base a la cantidad de códigos obtenidos mediante la codificación relevante, se determina un ancho de banda óptimo $r1$ en la unidad 204 de determinación de ancho de banda limitado óptimo (véase la etapa S302).

65 En la unidad 205 de limitación de banda, la componente de frecuencia convertida $I(1)$ se somete a una limitación de banda usando el ancho de banda $r1$ determinado, a efectos de obtener una componente de frecuencia $I(r1)$ (véase la etapa S303). En la unidad 206 de generación de datos de imagen, la componente de frecuencia $I(r1)$ se somete a una transformación de imagen, generando con ello datos de imagen $B(r1)$ (véase la etapa S304).

Finalmente, los datos de imagen B(r1) se presentan a la salida como datos de imagen de banda limitada óptima (es decir, datos de imagen filtrada óptima) desde la unidad 207 de salida de datos de imagen de banda limitada óptima (véase la etapa S305).

5 En consecuencia, en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 200 convencional, configurado según se ha mostrado en la figura 10, después de realizar la codificación, se determina un ancho de banda óptimo en base a los datos de codificación obtenidos mediante la codificación. Por lo tanto, los datos de imagen filtrada óptima se obtienen sin llevar a cabo ninguna operación repetitiva como se requiere en el aparato de generación de imagen
10 filtrada óptima 100 configurado según se muestra en la figura 8.

Documento patente 1: Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación núm. H06-225276.

15 Ciertamente, conforme al aparato de generación de imagen filtrada óptima 200 convencional, configurado según se ha mostrado en la figura 10, los datos de imagen filtrada óptima pueden ser generados sin realizar ninguna operación repetitiva como se necesita en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 100 configurado según se muestra en la figura 8.

20 Sin embargo, en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 200 de la figura 10, una vez realizada la codificación, el ancho de banda óptimo se determina en base a los datos de codificación obtenidos mediante la codificación.

25 En un método de ese tipo que usa datos de codificación, un proceso de limitación de banda y un proceso de codificación son inseparables. Por lo tanto, incluso aunque el usuario quisiera llevar a cabo solamente un proceso de pre-filtrado usando el ancho de banda óptimo, la codificación es también necesaria. Si la codificación se realiza también después del proceso de pre-filtrado, la codificación deberá realizarse dos veces. En particular, si el tamaño de imagen es grande, se requiere un tiempo de procesamiento considerable.

30 Considerando lo que antecede, con el fin de optimizar el ancho de banda para el pre-filtro, es preferible emplear un método que simplifique el procesamiento pertinente y pueda ser controlado voluntariamente usando, por ejemplo, la PSNR (como estándar para estimar la calidad de imagen objetiva), en comparación con un método que use datos de codificación (por ejemplo, la cantidad de códigos).

35 El documento US 2005/0123028 A1 (OTSUKA KATSUMI [JP] et al.) divulga un aparato de codificación de imagen en movimiento y un método de codificación de imagen en movimiento, un programa y un medio de almacenamiento.

El documento US 2004/0008772 (KOJIMA MASAOKI) divulga un aparato de grabación y reproducción de video con cámara integrada y un método de control de grabación en el mismo.

40 El documento EP-A-1643774 (TOSHIBA KK) divulga un aparato y un método de codificación y decodificación de bajo ruido.

El documento WO 99/13646 A (LIMIT TECHNOLOGY AB, FARM LARS) divulga un método y un aparato de procesamiento de señal de imagen.

45 **Divulgación de la invención**

50 En vista de las circunstancias anteriores, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una técnica novedosa de procesamiento de imagen, mediante la pueda llevarse a cabo de forma automática un proceso de filtrado adaptativo para imágenes sin ejecutar ningún proceso de codificación, de modo que se implemente un proceso simplificado de filtrado adaptativo y todas las tramas de una imagen de video tengan alta calidad de imagen subjetiva y un valor igual de estimación de calidad de imagen objetiva.

55 Por lo tanto, la presente invención proporciona un aparato y un método de procesamiento de imagen según las reivindicaciones.

De acuerdo con la presente invención, se puede llevar a cabo de forma automática un proceso de filtrado para transformar una imagen original en una imagen que tenga un valor específico de estimación de calidad de imagen objetiva, sin ejecutar ningún proceso de codificación.

60 Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, es posible realizar automáticamente un proceso de filtrado adaptativo, mediante el que todas las tramas de una imagen de video tengan una alta calidad de imagen subjetiva y un valor igual de estimación de calidad de imagen objetiva, sin ejecutar ningún proceso de codificación. Por lo tanto, es posible realizar una limitación de banda simplificada e inteligente.

65 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra un aparato de generación de imagen filtrada óptima según una realización de la presente invención.

5 La figura 2 es un diagrama usado para explicar la primera tabla de determinación de ancho de banda.

La figura 3 es un diagrama usado para explicar la tabla de determinación de ancho de banda óptimo.

La figura 4 es también un diagrama usado para explicar la tabla de determinación de ancho de banda óptimo.

10 La figura 5 es un flujo de operación ejecutado por el aparato de generación de imagen filtrada óptima de la realización.

15 La figura 6 es un diagrama usado para explicar los resultados de experimentos para la obtención de relaciones correspondientes entre el ancho de banda y la PSNR.

La figura 7 es un diagrama usado para explicar un método de procesamiento de imagen que incluye una limitación de banda.

20 La figura 8 muestra la estructura de un aparato de generación de imagen filtrada óptima para generar datos de imagen filtrada óptima realizando una limitación de banda "round-robin".

La figura 9 es un flujo de operación ejecutado por el aparato de generación de imagen filtrada óptima para generar datos de imagen filtrada óptima realizando una limitación de banda "round-robin".

25 La figura 10 muestra la estructura de un aparato convencional de generación de imagen filtrada óptima.

La figura 11 es un flujo de operación ejecutado por el aparato convencional de generación de imagen filtrada óptima.

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

En lo que sigue, la presente invención va a ser explicada en detalle de acuerdo con una realización.

35 La figura 1 muestra un aparato de generación de imagen filtrada óptima 1, como una realización de la presente invención.

De acuerdo con el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 de la presente realización, se puede realizar de forma automática un proceso de filtrado adaptativo para imágenes sin ejecutar ningún proceso de codificación, de modo que se implemente un proceso de filtrado adaptativo simplificado y todas las tramas de una imagen de video tengan una alta calidad de imagen subjetiva y una PSNR igual. Por lo tanto, el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 incluye una primera tabla de determinación de ancho de banda 10 (realmente, una unidad de almacenaje para almacenar una primera tabla de determinación de ancho de banda); una tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 (realmente, una unidad de almacenaje para almacenar tablas de determinación de ancho de banda óptimo); una unidad 12 de entrada de datos de imagen original; una primera unidad 13 de determinación de ancho de banda; una primera unidad 14 de cálculo de matriz de coeficiente de filtro; una primera unidad 15 de generación de datos de imagen filtrada; una unidad 16 de cálculo de coeficiente de asignación; una unidad 17 de selección de tabla de determinación de ancho de banda óptimo; una unidad 18 de determinación de ancho de banda óptimo; una unidad 19 de cálculo de matriz de coeficiente de filtro óptimo; una unidad 20 de generación de datos de imagen filtrada óptima, y una unidad 21 de salida de datos de imagen filtrada óptima.

50 Según se ha mostrado en la figura 2, la primera tabla de determinación de ancho de banda 10 gestiona datos del valor de un primer ancho de banda r1 junto con cada tamaño de imagen, donde el primer ancho de banda r1 se usa para procesar una imagen del tamaño de imagen correspondiente. Por ejemplo, la relación de correspondencia entre el tamaño de imagen y el primer ancho de banda r1 se gestiona de una manera tal que el primer ancho de banda r1 es C1 para una imagen que tiene un tamaño de imagen de 4096x2048 píxeles, y r1 es C2 para una imagen que tiene un tamaño de imagen de 1920x1080 píxeles.

60 En este caso, la tabla se establece de una manera tal que cuanto más grande sea el tamaño de imagen, más pequeño es el primer ancho de banda r1. Por lo tanto, los valores Ci del primer ancho de banda r1 mostrados en la figura 2 guardan la siguiente relación:

$$0 < C1 < C2 < C3 < C4 < C5 < C6 < C7 < \dots < 1$$

65 La primera tabla de determinación de ancho de banda 10 de la figura 2 tiene una estructura de tabla que muestra un valor del primer ancho de banda r1 para cada tamaño de imagen. Sin embargo, se puede emplear otra estructura de tabla, que muestre un valor del primer ancho de banda r1 por cada gama de tamaños de imagen.

Según se muestra en la figura 3, en la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11, se asigna una pluralidad de PSNRs objetivo a cada tamaño de imagen, y se proporciona una pluralidad de tablas para todas las combinaciones. Según se muestra en la figura 4, cada tabla para cada PSNR objetivo asignada a un tamaño de imagen gestiona datos del valor de un ancho de banda óptimo r2 (usado para implementar la PSNR objetivo) asignado a cada coeficiente de asignación X (explicado más adelante) dentro de una gama de valores del mismo.

Por ejemplo, la relación de correspondencia entre la gama del coeficiente de asignación X y el ancho de banda óptimo r2 (usado para implementar la PSNR objetivo), se gestiona de una manera tal que el ancho de banda óptimo r2 es: B₁ para cada coeficiente de asignación X dentro de una gama de X < A₁; B₂ para cada coeficiente de asignación X dentro de una gama de A₁ ≤ X < A₂; y B₃ para cada coeficiente de asignación X dentro de la gama A₂ ≤ X < A₃.

A_i (i=1 a n-1) cumple la siguiente relación:

$$0 < A_1 < A_2 < A_3 < \dots < A_{n-2} < A_{n-1}$$

De acuerdo con la condición de que cuanto más grande es el coeficiente de asignación X más grande es el ancho de banda óptimo r2, se obtiene también la siguiente relación:

$$0 < B_1 < B_2 < B_3 < \dots < B_{n-2} < B_{n-1} < B_n < 1$$

La unidad 12 de entrada de datos de imagen original recibe datos de imagen original B(1) para los que se generan datos de imagen filtrada óptima, y determina el tamaño de imagen V de los datos de imagen original B(1).

La primera unidad 13 de determinación de ancho de banda se refiere a la primera tabla de determinación de ancho de banda 10 usando el tamaño de imagen V (determinado por la unidad 12 de entrada de datos de imagen original) como clave, a efectos de determinar el primer ancho de banda r1 definido en correspondencia con el tamaño de imagen V.

La primera unidad 14 de cálculo de matriz de coeficiente filtro calcula una primera matriz de coeficiente de filtro para implementar las características de frecuencia correspondientes a la limitación de banda usando el primer ancho de banda r1 determinado por la primera unidad 13 de determinación de ancho de banda.

La primera unidad 15 de generación de datos de imagen filtrada somete los datos de imagen original B(1) a un proceso de filtrado usando la primera matriz de coeficiente de filtro que se calcula por parte de la primera unidad 14 de cálculo de matriz de coeficiente de filtro, a efectos de generar primeros datos de imagen filtrada B(r1).

La unidad 16 de cálculo de coeficiente de asignación compara los datos de imagen original B(1) con los primeros datos de imagen filtrada B(r1) generados por la primera unidad 15 de generación de datos de imagen filtrada, a efectos de medición de P(r1), la cual es una PSNR de los primeros datos de imagen filtrada B(r1). La unidad 16 de cálculo de coeficiente de asignación calcula el coeficiente de asignación X en base a P(r1).

La unidad 17 de selección de tabla de determinación de ancho de banda óptimo selecciona una de las tablas de determinación de ancho de banda óptimo 11, las cuales se proporcionan junto con el tamaño de imagen y la PSNR objetivo, donde la seleccionada corresponde al tamaño de imagen V (determinado por la unidad 12 de entrada de datos de imagen original) y a la PSNR objetivo que sea designada por el usuario. La unidad 17 de selección de tabla de determinación de ancho de banda óptimo presenta a la salida un número de ID asignado a la tabla seleccionada.

La unidad 18 de determinación de ancho de banda óptimo determina el ancho de banda óptimo r2 por referencia a la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11, la cual es seleccionada por la unidad 17 de selección de tabla de determinación de ancho de banda óptimo y se indica mediante el número de ID, usando el coeficiente de asignación X (calculado mediante la unidad 16 de cálculo de coeficiente de asignación) como clave.

La unidad 19 de cálculo de matriz de coeficiente de filtro óptimo calcula una matriz de coeficiente de filtro óptimo para implementar las características de frecuencia correspondientes a la limitación de banda usando el ancho de banda óptimo r2, el cual se determina mediante la unidad 18 de determinación de ancho de banda óptimo.

La unidad 20 de generación de datos de imagen filtrada óptima somete los datos de imagen original B(1) a un proceso de filtrado usando la matriz de coeficiente de filtro óptimo calculada por la unidad 19 de cálculo de matriz de coeficiente de filtro óptimo, a efectos de generar datos de imagen filtrada óptima B(r2).

La unidad 21 de salida de datos de imagen filtrada óptima presenta a la salida los datos de imagen filtrada óptima generados por la unidad 20 de generación de datos de imagen filtrada óptima.

La figura 5 muestra un flujo de operación ejecutado por el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 de la

presente realización, configurado según se ha descrito con anterioridad.

De acuerdo con el flujo de operación, el proceso llevado a cabo por el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 de la presente realización va a ser explicado con detalle.

5 Según se muestra en el flujo de operación de la figura 5, cuando el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 recibe una petición de generación de datos de imagen filtrada óptima, los datos de imagen original B(1), para los que se generan los datos de imagen filtrada óptima, se introducen en el aparato, y se determina el tamaño de imagen V de la imagen original de entrada B(1) (véase la primera etapa S10).

10 En la siguiente etapa S11, se hace referencia a la primera tabla de determinación de ancho de banda 10 mediante el uso como clave del tamaño de imagen V determinado, de modo que se determina el primer ancho de banda r1, el cual se define en correspondencia con el tamaño de imagen V.

15 Si el tamaño de imagen V de los datos de imagen original B(1), que se maneja en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 de la presente realización, está fijado a un tamaño predeterminado, no se necesita ninguna primera tabla de determinación de ancho de banda 10, y se determina el primer ancho de banda r1, el cual se define por anticipado en correspondencia con el tamaño fijado.

20 En la siguiente etapa S12, se calcula la primera matriz de coeficiente de filtro para implementar las características de frecuencia correspondientes a la limitación de banda usando el primer ancho de banda r1 determinado.

En la siguiente etapa S13, los datos de imagen original B(1) se someten al proceso de filtrado usando la primera matriz de coeficiente de filtro calculada, de modo que se generan los primeros datos de imagen filtrada B(r1).

25 En la siguiente etapa S14, se comparan los datos de imagen original B(1) con los primeros datos de imagen filtrada B(r1) generados, de modo que se mide P(r1), la cual es la PSNR de los primeros datos de imagen filtrada B(r1). En base a P(r1), se calcula el coeficiente de asignación X.

30 Por ejemplo, el coeficiente de asignación X se calcula usando P(r1) como sigue:

$$X = 51,2/P(r1) \quad \dots \text{Fórmula (1)}$$

35 La figura 6 muestra los resultados de experimentos para obtener relaciones de correspondencia entre el ancho de banda r y P(r) (valor de PSNR), donde cinco imágenes diferentes 1 a 5, teniendo cada una de ellas un tamaño de imagen de 1920x1080 píxeles, fueron usadas como datos de imagen para los experimentos, y donde se aplicó filtrado a las componentes de luminosidad de las imágenes 1 a 5 usando una matriz de coeficiente de filtro para implementar las características de frecuencia correspondientes a un ancho de banda igual $r(0,3 < r < 1)$ en ambas direcciones horizontal y vertical.

40 Según se ha mostrado mediante los resultados de los experimentos, el valor "51,2" en la fórmula 1 indica el valor de PSNR, el cual se obtiene cuando los datos de imagen original no se someten a limitación de banda.

45 En la siguiente etapa S15, se selecciona una de las tablas de determinación de ancho de banda óptimo 11, las cuales se proporcionan en asociación con el tamaño de imagen V y con la PSNR objetivo, donde la seleccionada corresponde al tamaño de imagen V (determinado por la unidad 12 de entrada de datos de imagen original) y a la PSNR objetivo que sea designada por el usuario.

50 Si el tamaño de imagen V de los datos de imagen original B(1), que se maneja en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 de la presente realización, es fijo a un tamaño predeterminado, resulta innecesario proporcionar las tablas de determinación de ancho de banda óptimo 11 en asociación con el tamaño de imagen y con la PSNR objetivo, y se proporciona una pluralidad de tablas de determinación de ancho de banda óptimo 11 en asociación con los valores de la PSNR objetivo.

55 Adicionalmente, si el tamaño de imagen V de los datos de imagen original B(1), que se maneja en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1, ha sido fijado en un tamaño predeterminado, y la PSNR objetivo, que se maneja en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 ha sido fijada también en un valor predeterminado, entonces es innecesario proporcionar las tablas de determinación de ancho de banda óptimo 11 en asociación con el tamaño de imagen y con la PSNR objetivo, y se proporciona una única tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 correspondiente a la PSNR objetivo.

60 En la etapa S16, el ancho de banda óptimo r2 se determina por referencia a la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 seleccionada, usando como clave el coeficiente de asignación X calculado.

65 En la siguiente etapa S17, se calcula la matriz de coeficiente de filtro óptimo para implementar las características de frecuencia correspondientes a la limitación de banda usando el ancho de banda óptimo r2 determinado.

En la siguiente etapa S18, los datos de imagen original B(1) se someten al filtrado usando la matriz de coeficiente de filtro óptimo calculada, de modo que se generan los datos de imagen filtrada óptima B(r2) para implementar la PSNR objetivo.

5 En la siguiente etapa S19, se presentan a la salida los datos de imagen filtrada óptima B(r2) generados, y se completa la operación pertinente.

10 Según se ha descrito con anterioridad, el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 de la presente realización realiza solamente dos procesos de filtrado aplicados a los datos de imagen original B(1), a efectos de generar los datos de imagen filtrada óptima B(r2) para implementar la PSNR objetivo.

15 En lo que sigue, la operación descrita con anterioridad va a ser explicada de forma concreta para ejemplos concretos, los cuales son las imágenes 1 a 5 que tienen las características mostradas en la figura 6.

20 De acuerdo con el proceso de la etapa S10 descrita con anterioridad, el tamaño de "1920x1080 píxeles" se determina como el tamaño de imagen V de los datos de imagen original B(1). A continuación, de acuerdo con el proceso de la etapa S11 descrita con anterioridad, se hace referencia a la primera tabla de determinación de ancho de banda 10 que tiene la estructura de datos que se ha mostrado en la figura 2, de modo que se determina C2 como primer ancho de banda r1.

25 Si C2=0,5, entonces conforme a los procesos de las etapas S12 a S14 descritas con anterioridad, se usa la primera matriz de coeficiente de filtro para implementar las características de frecuencia correspondientes a la limitación de banda usando r1 (=0,5), para generar los primeros datos de imagen filtrada B(0,5) para cada una de las imágenes 1 a 5 (que tienen las características de la figura 6), y se mide P(0,5) como la PSNR de cada uno de los primeros datos de imagen filtrada B(0,5).

30 De acuerdo con la medición, según se muestra en la figura 6, P(0,5)=34,5 para la imagen 1; P(0,5)=42,3 para la imagen 2; P(0,5)=40,6 para la imagen 3; P(0,5)=42,7 para la imagen 4, y P(0,5)=45,3 para la imagen 5.

35 A continuación, de acuerdo con el proceso de la etapa S14 descrita con anterioridad, se calcula la fórmula "X=51,2/P(r1)" de modo que el coeficiente de asignación X=1,48 para la imagen 1; el coeficiente de asignación X=1,21 para la imagen 2; el coeficiente de asignación X=1,26 para la imagen 3; el coeficiente de asignación X=1,20 para la imagen 4, y el coeficiente de asignación X=1,13 para la imagen 5.

40 A continuación, de acuerdo con el proceso de la etapa S16 descrita con anterioridad, se hace referencia a la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 que tiene la estructura de datos que se ha mostrado en la figura 4, usando el coeficiente de asignación X calculado como clave, de modo que se determina el valor B_i como el ancho de banda óptimo r2 en correspondencia con el valor del coeficiente de asignación X.

45 Según se ha descrito con anterioridad, la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 tiene la siguiente estructura de datos:

$$0 < A_1 < A_2 < A_3 < \dots < A_{n-2} < A_{n-1}$$

$$0 < B_1 < B_2 < B_3 < \dots < B_{n-2} < B_{n-1} < B_n < 1$$

50 Por lo tanto, se asigna un ancho de banda óptimo r2 más grande a datos de imagen original B(1) que tienen un coeficiente de asignación X más grande, y se asigna un ancho de banda óptimo r2 más pequeño a datos de imagen original B(1) que tienen un coeficiente de asignación X más pequeño.

55 Es decir, según se entiende a partir de la fórmula "X=51,2/P(r1)", los datos de imagen original B(1) que tienen un coeficiente de asignación X más grande tienen un P(r1) más pequeño (lo que indica un nivel de señal más pequeño); por lo tanto, con el fin de implementar la PSNR objetivo, se requiere un ancho de banda óptimo r2 mas grande (es decir, se deberá mitigar la limitación de banda). Por el contrario, los datos de imagen original B(1) que tienen un coeficiente de asignación X más pequeño, tienen un P(r1) más grande; por lo tanto, a efectos de implementar la PSNR objetivo, se requiere un ancho de banda óptimo r2 más pequeño.

60 Tomando en consideración lo anterior, a efectos de indicar que se asigna un ancho de banda óptimo r2 más grande a datos de imagen original B(1) que tienen un coeficiente de asignación X mas grande, y se asigna un ancho de banda óptimo r2 más pequeño a datos de imagen original B(1) que tienen un coeficiente de asignación X más pequeño, la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 tiene las estructuras de datos:

$$0 < A_1 < A_2 < A_3 < \dots < A_{n-2} < A_{n-1}$$

$$0 < B_1 < B_2 < B_3 < \dots < B_{n-2} < B_{n-1} < B_n < 1$$

- El ancho de banda óptimo r_2 , según ha sido determinado en lo que antecede, es un ancho de banda para generar los datos de imagen filtrada óptima $B(r_2)$ que implementa la PSNR objetivo. Por lo tanto, de acuerdo con los procesos de las etapas S16 a S17 descritas con anterioridad, se calcula la matriz de coeficiente de filtro óptimo para implementar las características de frecuencia correspondientes a la limitación de banda usando el ancho de banda óptimo r_2 , y los datos de imagen original $B(1)$ se someten a filtrado usando la matriz de coeficiente de filtro óptimo, generando con ello los datos de imagen filtrada óptima $B(r_2)$ para implementar la PSNR objetivo.
- Según se ha descrito con anterioridad, en el aparato de generación de imagen filtrada óptima 1, en primer lugar, se determina un ancho de banda provisional de acuerdo con el tamaño de imagen de los datos de imagen original, y en base al tamaño de imagen, se generan datos de imagen filtrada provisional a efectos de medir la PSNR. A continuación, se calcula un parámetro sin dimensiones tal como el coeficiente de asignación, en base a la PSNR medida, y se hace referencia a la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 usando como clave el coeficiente de asignación calculado, a efectos de determinar un ancho de banda óptimo para implementar la PSNR objetivo, donde la tabla de determinación de ancho de banda óptimo 11 tiene una estructura de conversión de datos mediante la que, cuanto más grande sea el coeficiente de asignación de los datos de imagen original, más grande es el ancho de banda óptimo determinado. En base al ancho de banda óptimo, se generan datos de imagen filtrada óptima para los datos de imagen original.
- Conforme al aparato de generación de imagen filtrada óptima 1 que tiene la estructura anterior, los datos de imagen original deberán ser sometidos solamente a dos procesos de filtrado, a efectos de generar datos de imagen filtrada óptima para implementar la PSNR objetivo.
- Por lo tanto, conforme al aparato de generación de imagen filtrada óptima 1, se puede llevar a cabo de forma automática un proceso de filtrado adaptativo sin ejecutar ningún proceso de codificación, de modo que se implementa un proceso de filtrado adaptativo simplificado y todas las tramas de una imagen de video tienen una alta calidad de imagen subjetiva y un valor igual de estimación de calidad de imagen objetiva. Aunque la presente invención ha sido explicada de acuerdo con la realización que se aprecia en los dibujos, la presente invención no se limita a esa realización.
- Por ejemplo, en la presente realización, la PSNR se usa como un valor de estimación de calidad de imagen objetiva. Sin embargo, se puede emplear un valor de estimación de calidad de imagen objetiva distinto de la PSNR.
- También, en la presente realización, se ha mostrado como ejemplo un tamaño de imagen de 1920x1080 píxeles. Sin embargo, cuando la primera tabla de determinación de ancho de banda 10 (véase la figura 2), que gestiona los primeros anchos de banda r_1 correspondientes a varios tamaños de imagen (cualquier tamaño, por ejemplo, los conocidos como 4kx2k, HD, SD, VGA, CIF y QCIF), se prepara y se almacena por adelantado, la presente invención puede ser aplicada a imágenes de cualquier tamaño.
- Adicionalmente, aunque no se proporciona ninguna explicación detallada en la realización que antecede, cuando se preparan y se almacenan por adelantado tablas de determinación de ancho de banda óptimo 11 correspondientes a varias PSNRs objetivo, se puede llevar a cabo procesamiento de imagen para implementar control voluntario de calidad de imagen usando la presente invención.
- También en la presente realización, para el primer ancho de banda r_1 y el ancho de banda óptimo r_2 , se determina un ancho de banda igual en ambas direcciones horizontal y vertical. Sin embargo, se obtienen efectos similares cuando se determinan anchos de banda diferentes para las direcciones horizontal y vertical. En una imagen de video que muestra una vista alejada natural o un camión, ocurre una gran variación de luminosidad en la dirección vertical si se compara con la dirección horizontal debido a que existe atracción en la dirección vertical. Con el fin de usar positivamente este efecto, se asignan diferentes anchos de banda a las direcciones horizontal y vertical.
- También en la presente realización, no se proporciona ninguna explicación específica en cuanto al número de etapas de un filtro digital. Sin embargo, se obtienen efectos similares cuando se aplica la presente invención a un filtro digital que tenga un número cualquiera de etapas. Adicionalmente, no se impone ninguna limitación específica en cuanto a un método de diseño de un filtro digital para la implementación de una limitación de banda designada. Por ejemplo, una forma de característica de frecuencia deseada puede ser sometida a una conversión inversa Z, a efectos de obtener y diseñar una matriz de coeficiente de filtro de un filtro digital que tenga las características de frecuencia pertinentes.
- También en la presente realización, el valor "51,2" se emplea en la fórmula (1). Sin embargo, el valor depende de las características del filtro digital empleado, y deberá ser modificado apropiadamente cuando se use un filtro digital diferente.
- También en la presente realización, el procesamiento de banda se aplica solamente a la componente de luminosidad. Sin embargo, el procesamiento de banda puede ser aplicado también a una componente de diferencia de color. En ese caso, se puede mejorar aún más la eficacia de codificación.

Aplicabilidad industrial

5 La presente invención se proporciona para implementar el filtrado para la transformación de una imagen digital en una imagen que tenga un valor específico de estimación de calidad de imagen objetiva mediante un proceso simplificado. En consecuencia, el proceso simplificado puede implementar un filtrado adaptativo para transformar todas las tramas de una imagen de video en imágenes que tengan una alta calidad de imagen subjetiva y un valor igual de estimación de calidad de imagen objetiva.

REIVINDICACIONES

1.- Un método de procesamiento de imagen, caracterizado porque comprende las etapas de:

- 5 determinar (13) un primer ancho de banda en base al tamaño de imagen de datos de imagen original de entrada,
 calcular (14) una primera matriz de coeficiente de filtro de un primer proceso de filtrado, para obtener características de frecuencia correspondientes a una limitación de banda usando el primer ancho de banda,
- 10 generar (15) primeros datos de imagen filtrada sometiendo los datos de imagen original al primer proceso de filtrado usando la primera matriz de coeficiente de filtro,
 deducir (16) una PSNR (relación de señal de pico respecto a ruido) de los primeros datos de imagen filtrada mediante una relación de señal respecto a ruido (S/N) entre los datos de imagen original y los primeros datos de imagen filtrada, y calcular $20 \times \log_{10}(S/N)$, y calcular un coeficiente de asignación usado para determinar un ancho de banda óptimo, en base a la PSNR,
- 15 determinar (18) el ancho de banda óptimo correspondiente al coeficiente de asignación calculado por referencia a una tabla de determinación de ancho de banda óptimo (11), la cual ha sido establecida de modo que cuanto más grande sea el coeficiente de asignación, más grande es el ancho de banda óptimo elegido,
- 20 calcular (19) una matriz de coeficiente de filtro óptimo de un segundo proceso de filtrado para obtener las características de frecuencia correspondientes a una limitación de banda usando el ancho de banda óptimo determinado, y
- 25 generar (20) datos de imagen filtrada óptima sometiendo los datos de imagen original al segundo proceso de filtrado usando la matriz de coeficiente de filtro óptimo;
- 30 en el que, en la etapa de determinación del primer ancho de banda, se determina el primer ancho de banda correspondiente al tamaño de imagen de los datos de imagen original por referencia a una primera tabla de determinación de ancho de banda (10) que está establecida de una manera tal que cuanto más grande sea el tamaño de la imagen, más pequeño es el primer ancho de banda elegido;
- 35 en la etapa de determinación del ancho de banda óptimo, cuando se proporciona una pluralidad de las tablas de determinación de ancho de banda óptimo en correspondencia con el tamaño de imagen y con una PSNR objetivo, se selecciona la tabla de determinación de ancho de banda óptimo, que corresponde al tamaño de imagen de los datos de imagen original y a una PSNR objetivo designada, y se determina el ancho de banda óptimo correspondiente al coeficiente de asignación calculado por referencia a la tabla de determinación de ancho de banda óptimo seleccionada, y
- 40 en la etapa de cálculo del coeficiente de asignación, el coeficiente de asignación se calcula dividiendo una PSNR predeterminada, que ha sido estimada experimentalmente sin considerar ninguna limitación de banda, por la PSNR deducida de modo que cuanto más pequeña sea la PSNR deducida, mas grande es el coeficiente de asignación calculado.

45 2.- Un aparato de procesamiento de imagen, caracterizado porque comprende:

- 50 un dispositivo (13) para determinar un primer ancho de banda en base al tamaño de imagen de datos de imagen original de entrada,
- un dispositivo (14) para calcular una primera matriz de coeficiente de filtro de un primer proceso de filtrado para obtener características de frecuencia correspondientes a una limitación de banda usando el primer ancho de banda,
- 55 un dispositivo (15) para generar primeros datos de imagen filtrada sometiendo los datos de imagen original al primer proceso de filtrado usando la primera matriz de coeficiente de filtro,
- 60 un dispositivo (16) para deducir una PSNR (relación de señal de pico respecto a ruido) de los primeros datos de imagen filtrada calculando una relación de señal respecto a ruido (S/N) entre los datos de imagen original y los primeros datos de imagen filtrada y calculando $20 \times \log_{10}(S/N)$, y calcular un coeficiente de asignación usado para determinar un ancho de banda óptimo, en base a la PSNR,
- 65 un dispositivo (18) para determinar el ancho de banda óptimo correspondiente al coeficiente de asignación calculado por referencia a una tabla de determinación de ancho de banda óptimo (11) que está establecida de una manera tal que cuanto más grande sea el coeficiente de asignación, más grande es el ancho de banda óptimo elegido,
- un dispositivo (19) para calcular una matriz de coeficiente de filtro óptimo de un segundo proceso de filtrado para

obtener las características de frecuencia correspondientes a una limitación de banda usando el ancho de banda óptimo determinado, y

5 un dispositivo (20) para generar datos de imagen filtrada óptima sometiendo los datos de imagen original al segundo proceso de filtrado usando la matriz de coeficiente de filtro óptimo;

10 en el que el dispositivo para implementar el primer ancho de banda determina el primer ancho de banda correspondiente al tamaño de imagen de los datos de imagen original por referencia a una primera tabla de determinación de ancho de banda (10) que está establecida de una manera tal que cuanto más grande sea el tamaño de imagen, más pequeño es el primer ancho de banda elegido;

cuando se proporciona una pluralidad de las tablas de determinación de ancho de banda óptimo en correspondencia con el tamaño de imagen y con una PSNR objetivo, el dispositivo para determinar el ancho de banda óptimo:

15 selecciona la tabla de determinación de ancho de banda óptimo, la cual corresponde al tamaño de imagen de los datos de imagen original y a una PSNR objetivo designada, y

20 determina el ancho de banda óptimo correspondiente al coeficiente de asignación calculado por referencia a la tabla de determinación de ancho de banda óptimo seleccionada; y

25 el dispositivo para calcular el coeficiente de asignación calcula el coeficiente de asignación dividiendo una PSNR predeterminada, que ha sido estimada experimentalmente sin considerar ninguna limitación de banda, por la PSNR deducida de modo que cuanto más pequeña sea la PSNR deducida, más grande es el coeficiente de asignación calculado.

3.- Un programa de procesamiento de imagen, el cual ordena a un ordenador que ejecute un proceso para implementar el método de procesamiento de imagen conforme a la reivindicación 1.

30 4.- Un medio de almacenaje legible con ordenador que almacena un programa de procesamiento de imagen, el cual ordena a un ordenador que ejecute un proceso para implementar el método de procesamiento de imagen conforme a la reivindicación 1.

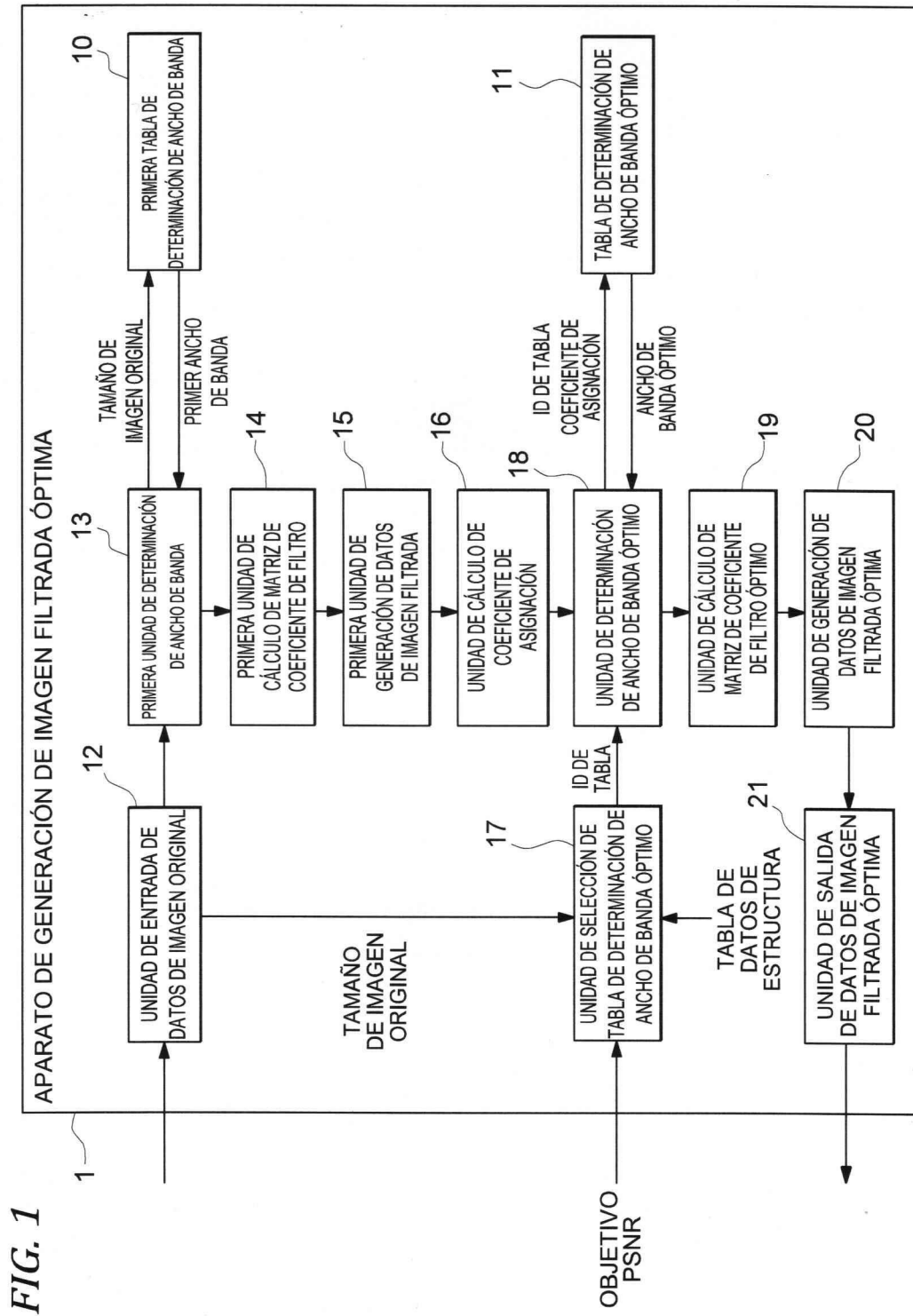


FIG. 2

TAMAÑO DE IMAGEN	PRIMER ANCHO DE BANDA r1
4 0 9 6 × 2 0 4 8	C 1
1 9 2 0 × 1 0 8 0	C 2
1 2 8 0 × 7 2 0	C 3
7 2 0 × 4 8 0	C 4
6 4 0 × 4 8 0	C 5
3 5 2 × 2 8 8	C 6
1 7 6 × 1 4 4	C 7
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.

FIG. 3

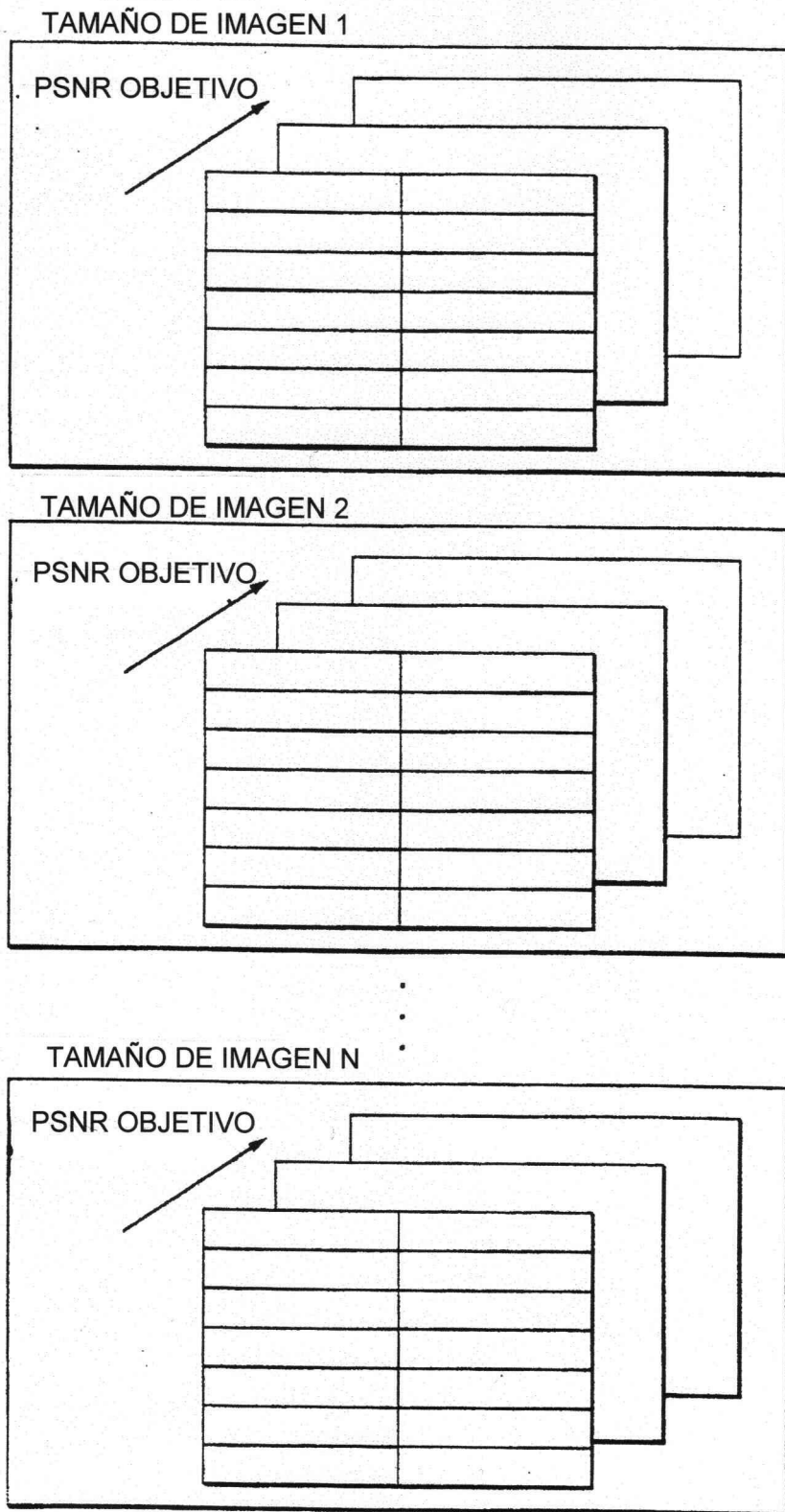


FIG. 4

COEFICIENTE DE ASIGNACIÓN X	ANCHO DE BANDA ÓPTIMO r2
$X < A_1$	B_1
$A_1 \leq X < A_2$	B_2
$A_2 \leq X < A_3$	B_3
⋮	⋮
$A_{n-3} \leq X < A_{n-2}$	B_{n-2}
$A_{n-2} \leq X < A_{n-1}$	B_{n-1}
$A_{n-1} \leq X$	B_n

$0 < A_1 < A_2 < A_3 < \dots < A_{n-2} < A_{n-1}$

FIG. 5

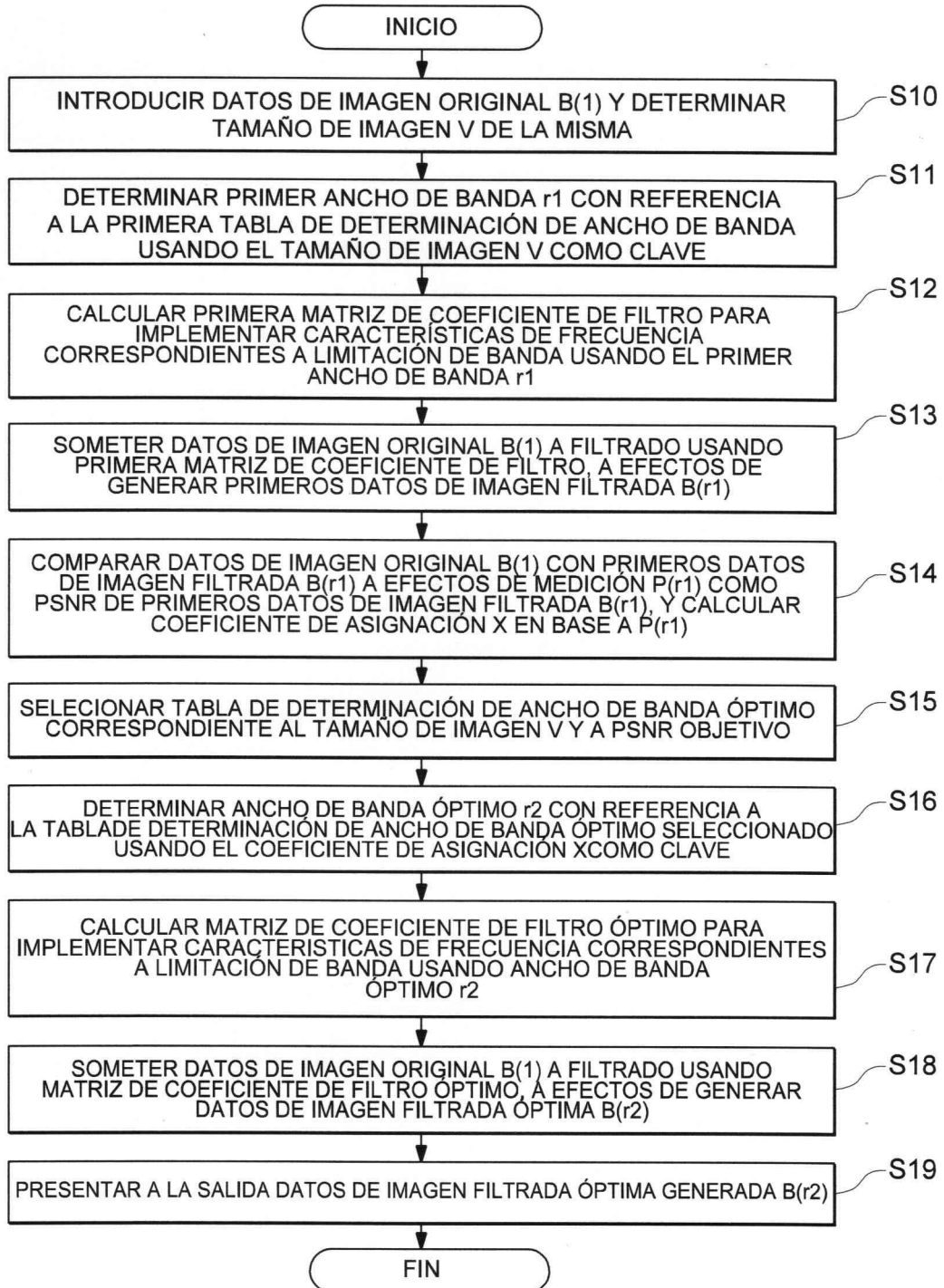


FIG. 6

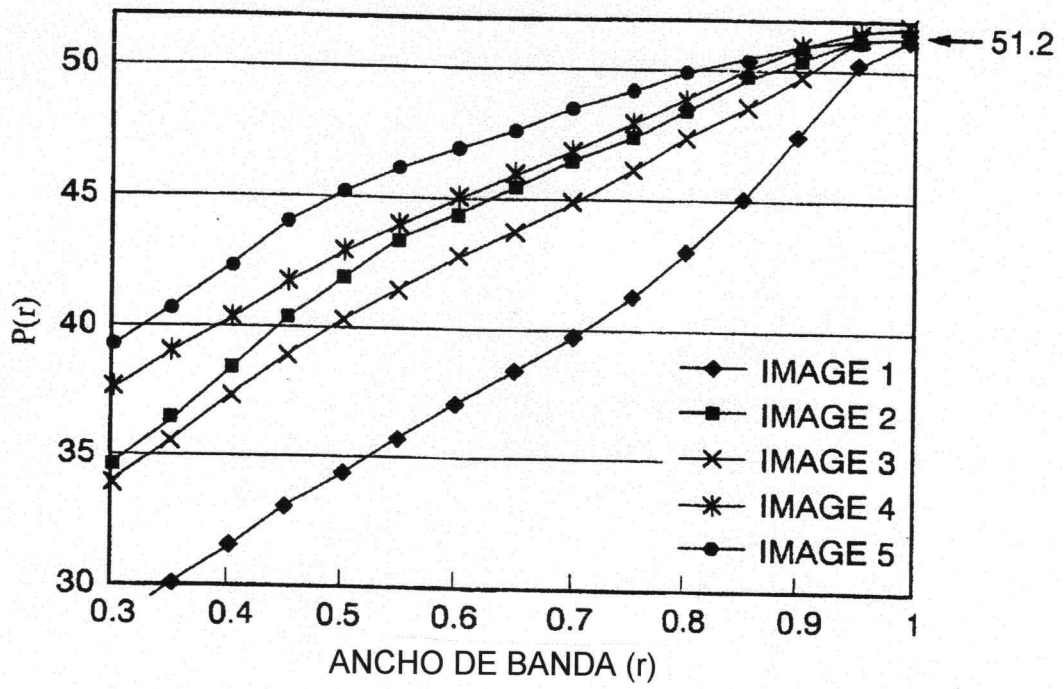


FIG. 7

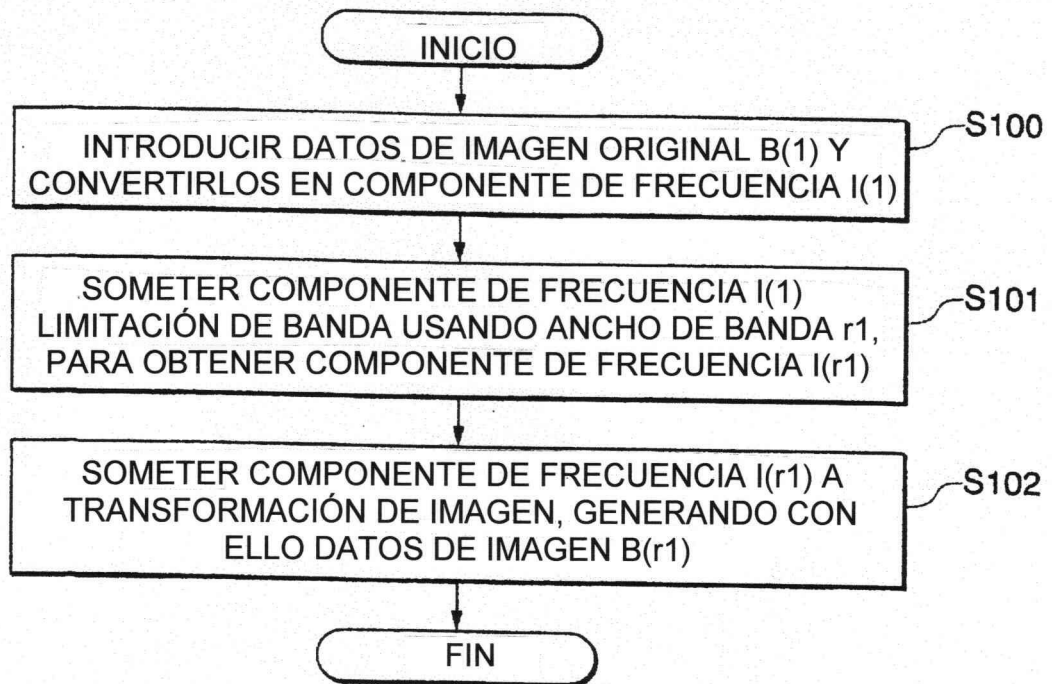


FIG. 8

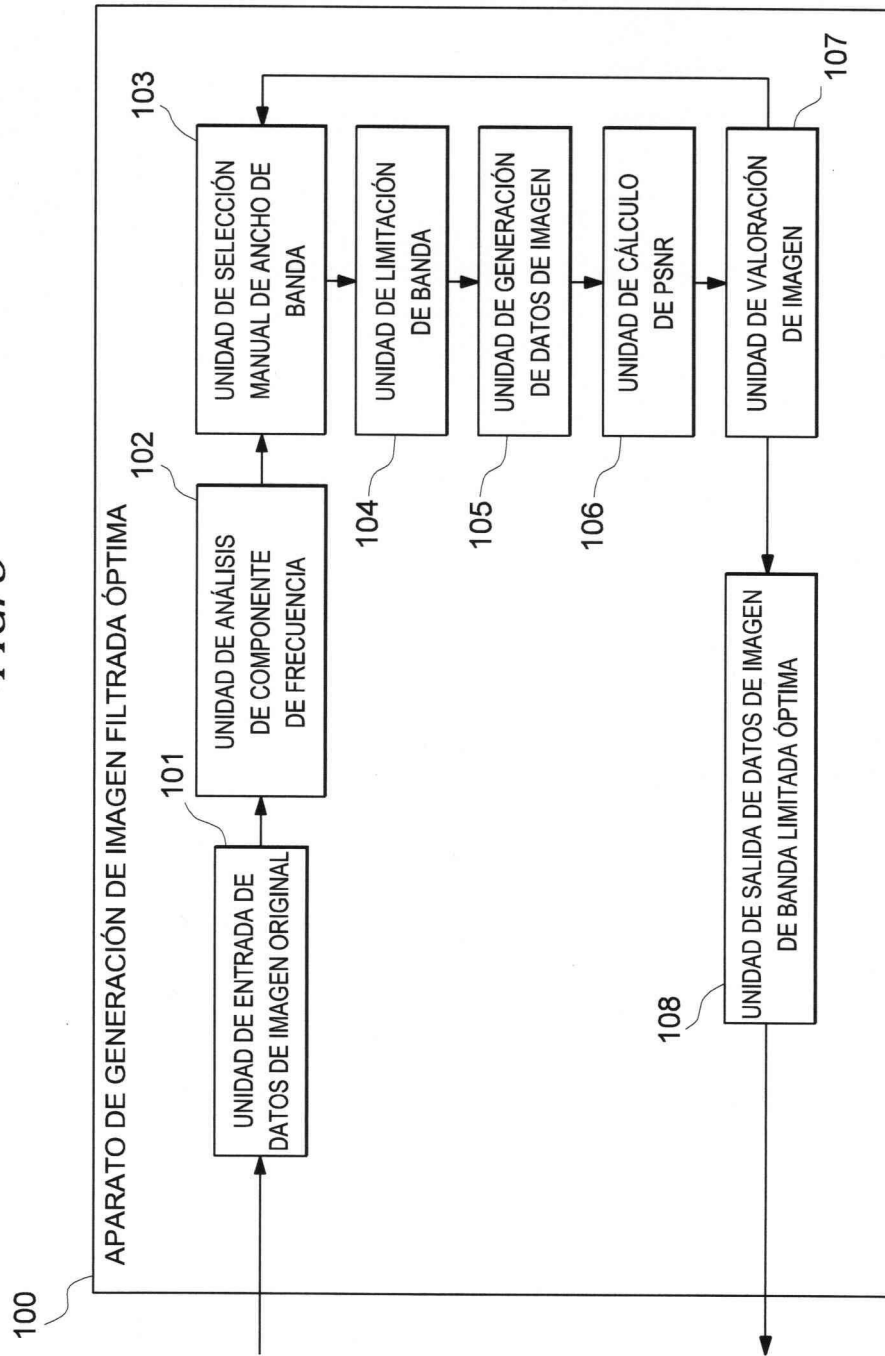


FIG. 9

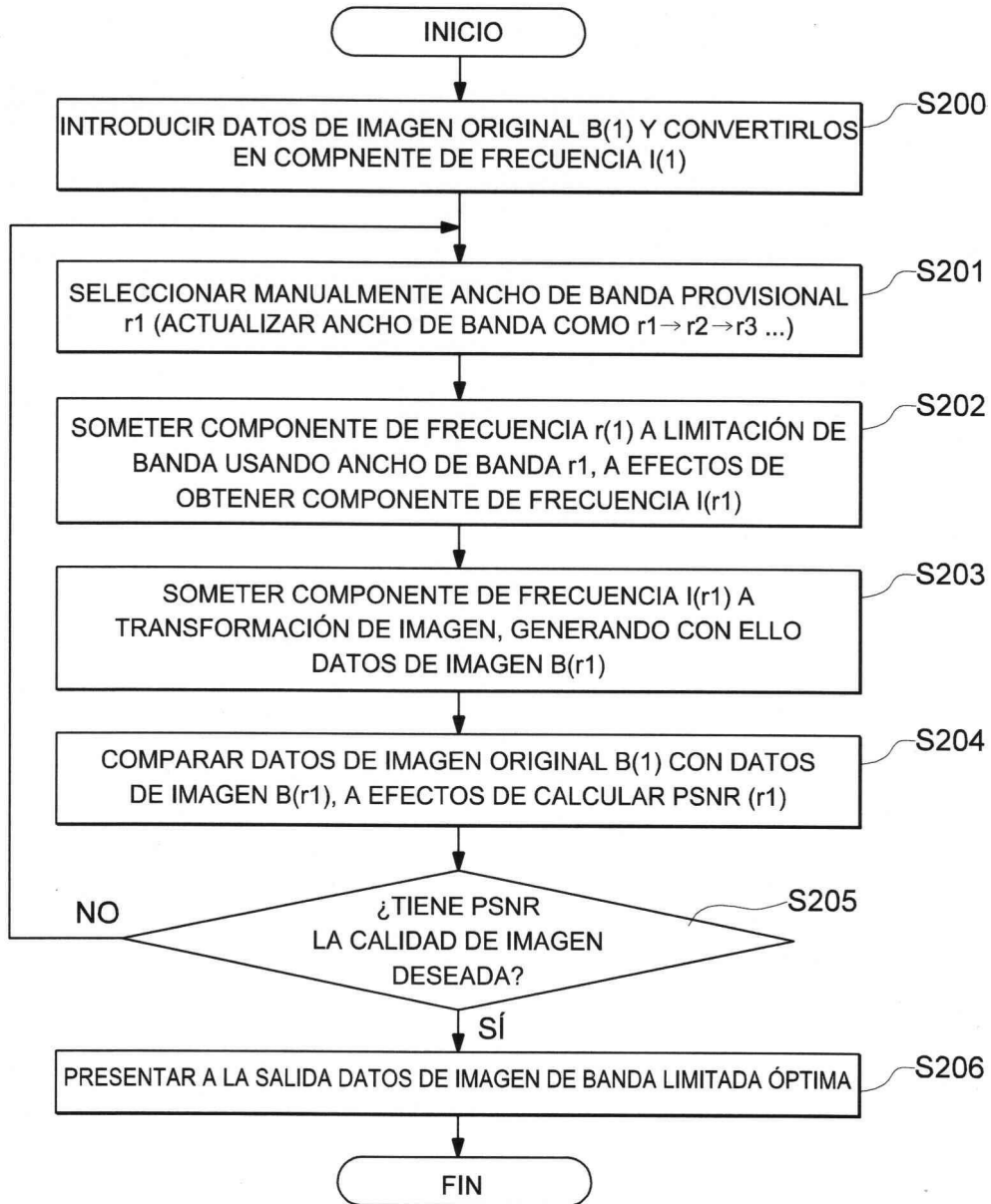


FIG. 10

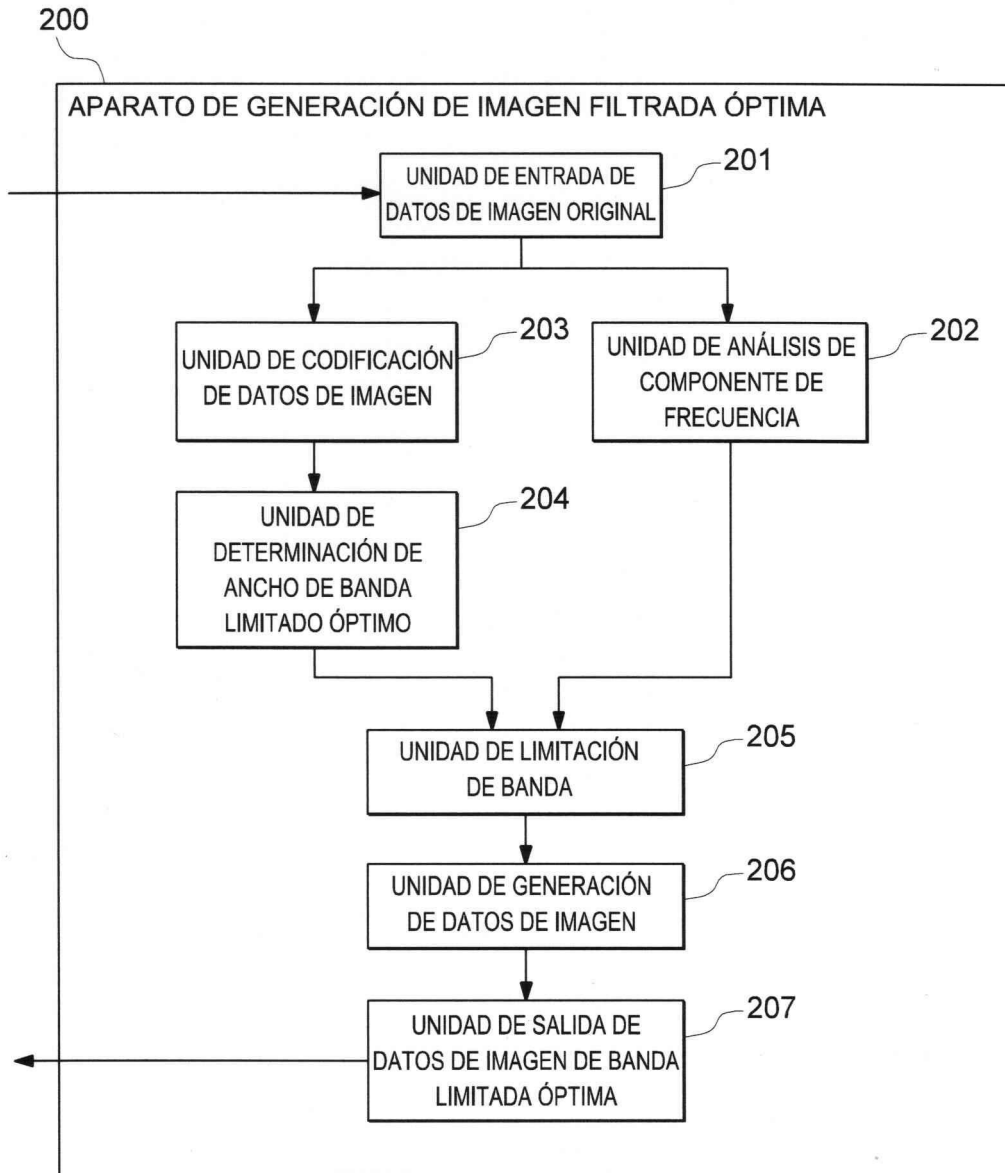


FIG. 11

