

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 009**

51 Int. Cl.:

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2012** **E 12875596 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016** **EP 2765555**

54 Título: **Dispositivo de evaluación de imagen, dispositivo de selección de imagen, procedimiento de evaluación de imagen, medio de almacenamiento, y programa**

30 Prioridad:

25.04.2012 JP 2012100211

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

23.06.2016

73 Titular/es:

RAKUTEN, INC. (100.0%)
1-14-1, Tamagawa, Setagaya-ku
Tokyo 158-0094, JP

72 Inventor/es:

HIRANO, HIROMI

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 575 009 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 evaluación de imagen, dispositivo de selección de imagen, procedimiento de evaluación de imagen, medio de almacenamiento, y programa

Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo de evaluación de imagen, un dispositivo de selección de imagen, un procedimiento de evaluación de imagen, un medio de almacenamiento, y un programa para evaluar adecuadamente la granulosidad (o rugosidad) de una imagen.

Antecedentes

En la técnica anterior se han propuesto técnicas para evaluar una imagen. Por ejemplo, el documento literatura de patente 1 propone una técnica para evaluar objetivamente una imagen objetivo de la evaluación que es el resultado del procesamiento de una imagen original usando entropía. Esta técnica requiere la imagen original sin procesar como una imagen de comparación además de la imagen objetivo de la evaluación.

Además, el documento literatura no patente 1 hace referencia a un estudio sobre un escaneo pseudo-Hilbert que satisface la condición de que los píxeles vecinos en una ruta también son vecinos en una imagen rectangular al mismo tiempo que pasa por todos los píxeles de la imagen rectangular para hacer progresos en aplicaciones de compresión de imágenes.

Lista de documentos citados

Literatura de patente

Literatura de patente 1: Solicitud de patente japonesa publicada sin examinar nº H10-200893.

Literatura no patente

Literatura no patente 1: Jian Zhang, Sei-ichiro Kamata y Yoshifumi Ueshige, "A pseudo-Hilbert scan algorithm for arbitrarily-sized rectangle region", Advances in machine vision, image processing, and pattern analysis, Lecture notes in computer science, Volumen 4153/2006, 290-299, DOI: 10, 1007/11821045_31, 2006.

Resumen de la invención

Problema técnico

Sin embargo, existe una fuerte demanda para la evaluación objetiva de una imagen objetivo de evaluación mediante la referencia únicamente a la imagen objetivo de la evaluación sin la comparación con ninguna otra imagen comparable preparada por separado.

Además, existe también una demanda para encontrar la granulosidad de una imagen independientemente del tamaño de la imagen en la evaluación anterior.

La presente invención resuelve los problemas anteriores y un ejemplo de objeto de la invención es proporcionar un dispositivo de evaluación de imagen, un dispositivo de selección de imagen, un procedimiento de evaluación de imagen, un medio de almacenamiento, y un programa para evaluar adecuadamente la granulosidad (o rugosidad) de una imagen.

Solución al problema

El dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con un primer aspecto ejemplar de la presente invención comprende:

un desenfocador que crea una segunda imagen desenfocando una primera imagen;

un diferenciador que crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel en cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;

un escáner que escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obtiene diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obtiene probabilidades respectivas de ocurrencia de las diferencias obtenidas;

un calculador que calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y

un emisor que emite la entropía como un valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.

Además, en el dispositivo de evaluación de imagen de la presente invención,

5 el escáner puede escanear los píxeles contenidos en la tercera imagen desde la izquierda a la derecha y desde la parte superior a la parte inferior.

Además, en el dispositivo de evaluación de imagen de la presente invención,

10 el escáner puede escanear los píxeles contenidos en la tercera imagen a lo largo de una curva de rellenado de espacio.

Además, en el dispositivo de evaluación de imagen de la presente invención,

15 un valor de píxel de cada píxel contenido en la tercera imagen es una distancia entre un valor de píxel en una posición de ese píxel en la primera imagen y un valor de píxel en una posición de ese píxel en la segunda imagen en un espacio de color dado.

Además, en el dispositivo de evaluación de imagen de la presente invención,

la diferencia en valor de píxel entre los píxeles adyacentes puede ser una distancia entre los valores de píxel de los píxeles adyacentes en un espacio de color dado.

25 El dispositivo de selección de imagen de acuerdo con un segundo aspecto ejemplar de la presente invención comprende:

un receptor que recibe múltiples imágenes que representan un objeto;

30 un adquiridor que adquiere un valor de evaluación de una granulosidad de cada una de las múltiples imágenes recibidas de la evaluación de imagen anteriormente descrita; y

un selector que selecciona la imagen con la menor rugosidad de las múltiples imágenes recibidas basándose en los valores de evaluación de granulosidad adquiridos.

35 El procedimiento de evaluación de imágenes de acuerdo con un tercer aspecto ejemplar de la presente invención es ejecutado por un dispositivo de evaluación de imágenes que comprende un desenfocador, un diferenciador, un escáner, un calculador, un emisor, y comprende:

40 un paso de desenfocado en el que el desenfocador crea una segunda imagen mediante el desenfocado de una primera imagen;

un paso de diferenciación en el que el diferenciador crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel de cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;

45 un paso de escaneado en el que el escáner escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obtiene las diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obtiene las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas;

50 un paso de cálculo en el que el calculador calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y

un paso de emisión en el que el emisor emite la entropía como un valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.

55 El medio de almacenamiento legible por ordenador de acuerdo con un cuarto aspecto ejemplar de la presente invención almacena un programa que permite que un ordenador funcione como:

un desenfocador que crea una segunda imagen mediante el desenfocado de una primera imagen;

60 un diferenciador que crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel de cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;

65 un escáner que escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obtiene las diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obtiene las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas;

un calculador que calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y

un emisor que emite la entropía como un valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.

El programa de acuerdo con un quinto aspecto ejemplar de la presente invención permite que un ordenador funcione como:

un desfocador que crea una segunda imagen mediante el desfocado de una primera imagen;

un diferenciador que crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel de cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;

un escáner que escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obtiene las diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obtiene las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas;

un calculador que calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y

un emisor que emite la entropía como un valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.

El programa de la presente invención puede ser almacenado en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador tal como un disco compacto, un disco flexible, un disco duro, un disco magneto-óptico, un disco de vídeo digital, una cinta magnética, y una memoria de semiconductor. Además, dicho medio de almacenamiento puede ser distribuido/vendido independientemente del ordenador.

Además, el programa de la presente invención puede ser cargado y almacenado temporalmente en un medio de almacenamiento legible por ordenador tal como una RAM (memoria de acceso aleatorio, random access memory) desde el medio de almacenamiento anterior y luego la CPU (unidad central de procesamiento, central processing unit) puede leer, interpretar, y ejecutar el programa almacenado en la RAM.

Además, el programa de la presente invención puede ser distribuido/vendido a través de un medio de transferencia transitorio tal como una red de comunicación por ordenador independientemente del ordenador en el que se ejecuta el programa.

Efectos ventajosos de la invención

La presente invención puede proporcionar un dispositivo de evaluación de imagen, dispositivo de selección de imagen, procedimiento de evaluación de imagen, medio de almacenamiento, y programa para evaluar de forma adecuada la granulosidad (o rugosidad) de una imagen.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1A es una ilustración explicativa para explicar una ruta de escaneado de imagen;

La FIG. 1B es una ilustración explicativa para explicar una ruta de escaneado de imagen;

La FIG. 1C es una ilustración explicativa para explicar una ruta de escaneado de imagen;

La FIG. 2 es una ilustración explicativa que muestra la configuración general del dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con el modo de realización;

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de control del procedimiento de evaluación de imagen ejecutado por el dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con el modo de realización;

La FIG. 4A es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de una primera imagen a que es una imagen rugosa que representa un objeto;

La FIG. 4B es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de una primera imagen a que es una imagen suave que representa un objeto;

La FIG. 5A es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de la segunda imagen b correspondiente a la primera imagen a mostrada en la FIG. 4A;

La FIG. 5B es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de una segunda imagen b correspondiente a la primera imagen a mostrada en la FIG. 4B;

La FIG. 6A es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel de una tercera imagen c correspondiente al perfil de los valores de píxel de la primera imagen a mostrada en la FIG. 4A y al perfil de los valores de píxel de la segunda imagen b mostrada en la FIG. 5A;

La FIG. 6B es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel de una tercera imagen c correspondiente al perfil de los valores de píxel de la primera imagen a mostrada en la FIG. 4B y al perfil de los valores de píxel de la segunda imagen b mostrada en la FIG. 5B;

La FIG. 7 es una ilustración explicativa que muestra la configuración general del dispositivo de selección de imagen de acuerdo con el modo de realización; y

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de proceso del procedimiento de selección de imagen ejecutado por el dispositivo de selección de imagen.

Descripción de los modos de realización

A continuación se describirán modos de realización de la presente invención. Los modos de realización se proporcionan con un propósito explicativo y no limitan el alcance de la invención de la presente solicitud. Por tanto, un experto medio en la materia puede diseñar un modo de realización en el que uno o varios de todos los componentes sean sustituidos por partes equivalentes y dicho modo de realización estará dentro del alcance de la presente invención.

Modo de realización 1

El dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con la presente invención puede llevarse a la práctica mediante la ejecución de determinados programas en varios tipos de ordenadores tales como ordenadores de servidor y ordenadores personales.

Aquí, un ordenador hace referencia a una pieza de hardware en la que una CPU ejecuta programas de modo que utiliza una RAM como un área de almacenamiento temporal y/o destino de salida de los resultados del procesamiento, recibe instrucciones de un usuario a través de un dispositivo de entrada tal como un teclado y un ratón, emite los resultados del procesamiento a un dispositivo de salida tal como una pantalla, y se comunica con otros dispositivos a través de una NIC (tarjeta de interfaz de red, network interface card) para la entrada/salida anterior, y los dispositivos de entrada/salida pueden omitirse si es adecuado.

El disco duro o similar de un ordenador almacena imágenes que van a ser procesadas por la CPU además de los programas que son ejecutados por la CPU. En muchos casos, las imágenes son gestionadas por medio de un sistema de archivos y varias bases de datos junto con información relativa al fotógrafo, día/hora de la fotografía, localización de la fotografía, y objeto fotografiado.

Aquí, es posible que múltiples ordenadores conectados a través de redes de comunicación de ordenador incluyendo internet ejecuten el procesamiento anterior de un modo paralelo, distribuido o concurrente para facilitar el procesamiento del dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con la presente invención.

Adicionalmente, el dispositivo de evaluación de imagen de la presente invención puede ser realizado aplicando técnicas de FPGA (matriz de puertas programable in-situ, field programmable gate array) o similares para diseñar un circuito electrónico de basado en los programas y configurar un circuito electrónico dedicado.

(Imagen objetivo de la evaluación)

Este modo de realización evalúa la granulosidad (o rugosidad) de una imagen. La imagen objetivo de la evaluación es una imagen procesable digitalmente obtenida fotografiando un objeto real con una cámara digital o escaneando una película u hoja de papel con un escáner.

En la siguiente explicación, una imagen a tiene una forma rectangular con una anchura de a.W puntos y una longitud de a.H puntos y se expresa mediante un conjunto de a.W x a.H píxeles para una mejor comprensión. Comenzando desde el de la esquina superior izquierda, se hace referencia a las posiciones de los píxeles como sigue. En otras palabras, el primer elemento de las coordenadas que presenta una posición de píxel se define en el eje horizontal en la dirección izquierda-a-derecha y el segundo elemento de la misma se define en el eje vertical en la dirección superior-a-inferior.

(0, 0), (1, 0), (2, 0), ..., (a.W -1, 0),

(0, 1), (1, 1), (2, 1), ... (a.W-1, 1),

(0, 2), (1, 2), (2, 2), ... (a.W-1, 2),

....,

5 (0, a.H-2), (1, a.H-2), (2, a.H-2), ... (a.W-1, a.H-2),

(0, a.H-1), (1, a.H-1), (2, a.H-1), ... (a.W-1, a.H-1).

10 Además, un valor de píxel de un píxel contenido en la imagen a en las coordenadas (x, y) es denotado mediante $a[x, y]$.

Cada valor de píxel se expresa mediante un valor escalar en el caso de una imagen monocromo y mediante un vector tridimensional rojo, verde y azul en el caso de una imagen de color. En este modo de realización, se utiliza una expresión digital. Por ejemplo, los valores de píxel son enteros que oscilan entre 0 y 255 en el caso de una imagen monocromo de ocho bits. Los tres valores de píxel rojo, verde y azul son cada uno un entero que oscila entre 0 y 255 en el caso de una imagen de color de 24 bits.

20 El valor absoluto de la diferencia entre los valores escalares de los valores de píxel se puede utilizar como la distancia entre dos valores de píxel en el caso de una imagen monocromo. En el caso de una imagen de color, se puede usar la distancia entre los vectores de los valores de píxel (la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las diferencias de los elementos rojo, verde y azul), la distancia al cuadrado (la suma de las diferencias de los elementos rojo, verde y azul), o la distancia Manhattan (el total de los valores absolutos de las diferencias del rojo, verde y azul).

25 Además, se puede usar un esquema que usa imágenes monocromo convertidas desde imágenes en color para la distancia entre los valores de píxel de dos píxeles contenidos en las imágenes en color. En otras palabras, el valor absoluto de la diferencia en un valor de píxel (valor escalar) entre dos imágenes monocromo convertidas desde dos imágenes en color se usa como la distancia entre los valores de píxel de las dos imágenes en color.

30 En la siguiente explicación, la distancia entre dos valores de píxel p y q se denota como I_{p-q} .

En este modo de realización, cada uno de los píxeles contenidos en una imagen es escaneado. En otras palabras, los píxeles contenidos en una imagen se disponen según una línea.

35 Como se ha descrito anteriormente, la imagen a tiene un total de $a.W \times a.H$ píxeles. Entonces, las coordenadas de un píxel i ($i=0, 1, 2, \dots, a.W \times a.H-1$) después de que los píxeles se dispongan en una línea pueden obtenerse mediante varios esquemas de escaneado según se describe a continuación.

40 Las FIGS. 1A, 1B y 1C son ilustraciones explicativas para explicar las rutas de escaneado de píxel. La siguiente explicación se realizará con referencia a estas figuras. En estas figuras, una imagen 11 que consiste en 8×8 píxeles es escaneada a lo largo de una ruta 12a, 12b o 12c.

45 El primer esquema proporciona las coordenadas ($i \bmod a.W, i \div a.W$) para un píxel i de la imagen a. Aquí, $x \div y$ hace referencia a una división de entero (el resultado de dividir x entre y) y $x \bmod y$ hace referencia al resto de la división del entero (el resto como el resultado de dividir x entre y). Como se muestra en la FIG. 1A, este esquema escanea cada uno de los píxeles de la imagen 11 a lo largo de la ruta 12a. En otras palabras, primero los píxeles son escaneados horizontalmente desde el extremo izquierdo al extremo derecho. Cuando se alcanza el extremo derecho, se desciende un punto hacia abajo y entonces se escanean los píxeles horizontalmente desde el extremo izquierdo al extremo derecho. Este proceso se repite.

50 Con el segundo esquema, las coordenadas de un píxel i de la imagen a son:

(a) ($i \bmod a.W, i \div a.W$) cuando $i \div (a.W \times 2)$ es un número par, y

55 (b) ($a.W - (i \bmod a.W) - 1, i \div a.W$) cuando $i \div (a.W \times 2)$ es un número impar.

60 Como se muestra en la FIG. 1B, este esquema escanea cada uno de los píxeles de la imagen 11 a lo largo de la ruta 12a. En otras palabras, primero los píxeles se escanean horizontalmente desde el extremo izquierdo al extremo derecho. Cuando se alcanza el extremo derecho, se desciende un punto hacia abajo y entonces se escanean los píxeles desde el extremo derecho al extremo izquierdo. Cuando se alcanza el extremo izquierdo, se desciende un punto hacia abajo y entonces se escanean los píxeles desde el extremo izquierdo al extremo derecho. Este proceso se repite.

65 El tercer esquema utiliza el escaneado de pseudo-Hilbert tal como se describe en el documento literatura no patente 1. Con el segundo esquema, los píxeles adyacentes en la dirección vertical de la imagen se separan durante el escaneado. Con este esquema, como se muestra en la FIG. 1C, es más probable y frecuente que los píxeles

adyacentes entre sí en la dirección vertical o la dirección horizontal en la imagen 11 estén próximos en la ruta 12c de escaneado que en el caso de la FIG. 1B.

En la siguiente explicación, el valor de píxel de un píxel i en una ruta 12 de escaneado de la imagen 11 se denota $a(i)$ para una mejor comprensión.

Una serie de diferentes valores de píxel $a(0)$, $a(1)$, $a(2)$, ..., $a(a.W \times a.H - 1)$ obtenidos mediante escaneado corresponde a los siguientes valores de píxel en un orden diferente.

$a[0, 0]$, $a[1, 0]$, $a[2, 0]$, ... $a[a.W-1, 0]$,

$a[0, 1]$, $a[1, 1]$, $a[2, 1]$, ... $a[a.W-1, 1]$,

$a[0, 2]$, $a[1, 2]$, $a[2, 2]$, ... $a[a.W-1, 2]$,

...

$a[0, a.H-2]$, $a[1, a.H-2]$, $a[2, a.H-2]$, ... $a[a.W-1, a.H-2]$,

$a[0, a.H-1]$, $a[1, a.H-1]$, $a[2, a.H-1]$, ... $a[a.W-1, a.H-1]$.

(Dispositivo de evaluación de imágenes)

La FIG. 2 es una ilustración explicativa que muestra la configuración general del dispositivo de evaluación de imágenes de acuerdo con este modo de realización. La FIG. 3 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de control del procedimiento de evaluación de imagen ejecutado por el dispositivo de evaluación de imagen. La siguiente explicación se llevará a cabo con referencia a estas figuras.

Un dispositivo de evaluación de imagen 101 de acuerdo con este modo de realización comprende, como se muestra en la FIG. 2, un desenfocador 102, un diferenciador 103, un escáner 104, un calculador 105, y un emisor 106. Las funciones de estos componentes se realizan a medida que un ordenador ejecuta unos programas dados.

La siguiente explicación se llevará a cabo suponiendo que el dispositivo de evaluación de imagen 101 evalúa una primera imagen a . Además, se supone que se selecciona una de las diferentes rutas de escaneado descritas anteriormente y se aplica a todas las imágenes a procesar.

Aquí, la información sobre la primera imagen a y todas las imágenes a a procesar tal como se describirá más adelante se almacena en un medio de almacenamiento tal como un disco duro, se transmite/recibe o distribuye a través de una red de comunicación de ordenador, o se almacena en una región de almacenamiento temporal de una RAM o similar para llevar a cabo varios tipos de procesamiento.

Primero, el desenfocador 102 desenfoca la primera imagen a para crear una segunda imagen b en el dispositivo de evaluación de imagen 101 (paso S301). Aquí, el desenfocado se lleva a cabo mediante la aplicación de un denominado filtro de suavizado a la imagen.

Aquí, la primera imagen a y la segunda imagen b son iguales en anchura y longitud. En otras palabras, se satisfacen las condiciones $a.W = b.W$ y $a.H = b.H$.

Usando el escaneado anteriormente descrito, un esquema simple de suavizado de los píxeles de la primera imagen a puede ser como sigue. Por ejemplo, para el suavizado se obtiene la media de píxeles adyacentes como sigue:

$$b(i) \leftarrow (a(i) + a(i+1)) / 2, (i = 0, 1, \dots, a.W \times a.H - 2); y$$

$$b(i) \leftarrow a(i), (l = a.W \times a.H - 1)$$

en el que el símbolo " $\leftarrow$ " significa sustituir.

Adicionalmente, la media ponderada de un píxel y los píxeles inmediatamente anterior y posterior al mismo se obtiene como sigue para el suavizado:

$$b(i) \leftarrow a(i), (i = 0);$$

$$b(i) \leftarrow (a(i-1) + B \times a(i) + a(i+1)) / (B+2), (l = 1, 2, \dots, W \times a.H - 2); y$$

$$b(i) \leftarrow a(i), (l = a.W \times a.H - 1)$$

donde B es una constante positive dada.

El suavizado bidimensional también se puede utilizar sin utilizar los esquemas de escaneado anteriormente descritos. Por ejemplo, la media ponderada de un píxel y los píxeles inmediatamente encima y bajo el mismo y a sus lados derecho e izquierdo se obtiene como sigue para el suavizado:

$$b[x, y] \leftarrow (a[x-1, y] + a[x+1, y] + a[x, y-1] + a[x, y+1] + B \times b[x, y]) / (B+4), (x = 1, 2, \dots, a.W - 2; y = 1, 2, \dots, a.H - 2);$$

$$b[x, y] \leftarrow a[x, y], (x = 0 \text{ o } x = a.W-1 \text{ o } y = 0 \text{ o } y = a.H-1)$$

donde x e y son enteros.

Varios otros esquemas de desenfoque y/o filtros de suavizado de imagen son aplicables al desenfoque de este paso.

Aquí, para obtener el valor de píxel del píxel en una posición deseada en la segunda imagen b, los esquemas anteriormente descritos hacen referencia al valor de píxel del píxel en la posición deseada en la primera imagen a y adicionalmente hacen referencia a los valores de píxel alrededor de la posición deseada para obtener la media. Por tanto, se usan diferentes procedimientos para obtener la media dependiendo de si los alrededores alrededor de una posición deseada están todos en la primera imagen a o si alguno de ellos está fuera de la primera imagen a.

Por ejemplo, el esquema más simple de entre los esquemas anteriormente descritos obtiene la media entre el valor de píxel en una posición deseada y el valor de píxel en la siguiente posición para el desenfoque.

Por tanto, si la posición deseada está situada en el último píxel de la segunda imagen b, la siguiente posición está fuera de la primera imagen a. Entonces, en tal caso, el valor de píxel del píxel en la última posición de la primera imagen a se utiliza tal como es. Esto aplica a los otros dos esquemas.

La FIG. 4A es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de la primera imagen a que es una imagen rugosa que representa el objeto.

La FIG. 4B es una ilustración explicativa que muestra el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de la primera imagen a que es una imagen suave que representa un objeto.

La Fig. 5A es una ilustración explicativa que representa el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de la segunda imagen b correspondiente a la primera imagen a mostrada en la FIG. 4A.

La FIG. 5B es una ilustración explicativa que presenta el perfil de los valores de píxel obtenidos mediante el escaneado de la segunda imagen b correspondiente a la primera imagen a mostrada en la FIG. 4B.

Se realizará la siguiente explicación con referencia a estas figuras.

El eje horizontal de las FIGS. 4A, 4B, 5A, y 5B presenta el orden en la ruta de escaneado y el eje vertical de la misma presenta los valores de los píxeles en este orden. En estas figuras, los valores de píxel son valores escalares.

En la imagen mostrada en la FIG. 4B, los valores de píxel de la primera imagen a cambian bastante suavemente.

Por otro lado, en la imagen mostrada en la FIG. 4A, los valores de píxel de la primera imagen cambian bastante suavemente excepto por algunos picos sobresalientes y valles rehundidos ocasionales.

Éstos corresponden a ruido al fotografiar la imagen. Se puede suponer que hay un mayor nivel de granulosidad (o rugosidad) y una menor calidad de imagen a medida que se observa más ruido.

La FIG. 5A presenta los valores de píxel de la segunda imagen b obtenidos mediante el suavizado de la primera imagen rugosa a de acuerdo con la FIG. 4A y la FIG. 5B presenta los valores de píxel de la segunda imagen b obtenida mediante el suavizado de la primera imagen suave a de acuerdo con la FIG. 4B.

Los valores de píxel en las FIGS. 5A y 5B cambian de manera similar entre sí. Esto es debido a que los picos y valles son moderados por el desenfoque.

Además, el cambio en el valor de píxel en las FIGS. 5A y 5B es similar al cambio en la primera imagen a de las FIGS. 4A y 4B como un todo.

Los valores de píxel se añaden, restan, multiplican y/o dividen según el mismo modo de cálculo que valores

escalares y valores de vector ordinarios. Sin embargo, si los elementos se normalizan a valores enteros, la primera imagen a y la segunda imagen b pueden hacerse del mismo tamaño.

Entonces, el diferenciador 103 crea una tercera imagen c que presenta la diferencia entre la primera imagen a y la segunda imagen b (paso S302).

La diferencia entre la primera imagen a y la segunda imagen b se expresa mediante la distancia entre los valores de imagen situados en la misma posición en las imágenes. Aquí, la tercera imagen c es igual a la primera imagen a y la segunda imagen b en longitud y anchura:

$$a.W = b.W = c.W, a.H = b.H = c.H$$

La tercera imagen c puede crearse mediante el escaneado de los píxeles a lo largo de las rutas anteriormente descritas y obteniendo los valores de píxel de la tercera imagen c como sigue:

$$c(i) \leftarrow |b(i) - a(i)|, (i = 0, 1, 2, \dots, a.W \times a.H - 1).$$

Sin embargo, los píxeles pueden manipularse basándose unos en otros. Por ejemplo, los píxeles pueden manipularse a lo largo de las filas o columnas dentro de la imagen como sigue:

$$C[x, y] \leftarrow |b[x, y] - a[x, y]|, (x = 1, 2, \dots, a.W - 1; y = 0, 1, \dots, 1.H - 1)$$

Las FIGS. 6A y 6B son ilustraciones esquemáticas que presentan el perfil de los valores de píxel de la tercera imagen c correspondientes al perfil de los valores de píxel de la primera imagen a mostrada en las FIGS. 4A y 4B y al perfil de los valores de píxel de la segunda imagen b mostrada en las FIGS. 5A y 5B. Se proporciona la siguiente explicación con relación a estas figuras.

La tercera imagen c representada en la FIG. 6B se crea a partir de la siguiente primera imagen suave a, en la que casi no aparecen picos y valles correspondientes a ruido y los valores de píxel son iguales o casi iguales a cero.

Por otro lado, la tercera imagen c representada en la FIG. 6A se crea a partir de la primera imagen rugosa a, en la que quedan algunos picos y valles que sobresalen correspondientes al ruido. Sin embargo, los valores de píxel son iguales o casi iguales a cero cuando no hay ruido.

Entonces, la presente invención utiliza la entropía para usar el grado en que sobresalen y permanecen como el valor de evaluación.

Para hacer esto, el escáner 104 escanea cada uno de los píxeles contenidos en la tercera imagen c y obtiene la probabilidad de ocurrencia de la diferencia en valor de píxel entre píxeles adyacentes (paso S303).

De nuevo, aquí los píxeles pueden ser escaneados a lo largo de las filas o las columnas según se ha descrito anteriormente o a lo largo de un camino en secuencia según se describe más adelante. Para obtener la probabilidad de ocurrencia de la diferencia en valor de píxel, en primer lugar, se debe obtener la frecuencia de cada valor de píxel. Se prepara una matriz t para almacenar la frecuencia. La matriz t puede ser una matriz monodimensional o una matriz asociativa. Se utiliza la notación $t[x]$ para acceder a cada elemento de la matriz t

Aquí, si la matriz t es una matriz monodimensional ordinaria, el número de elementos puede establecerse para que se ajuste al posible valor máximo DMAX de la distancia entre los valores de píxel más uno.

Por ejemplo, cuando la primera imagen a y la segunda imagen b son imágenes monocromo de ocho bits, cada valor de píxel está en un rango de 0 a 255. Si el valor absoluto de la diferencia en valor de píxel se utiliza como la distancia, cada elemento de la tercera imagen c está en un rango desde 0 a 255, lo que significa una imagen monocromo de ocho bits; entonces, $DMAX = 255$.

Cuando la primera imagen a y la segunda imagen b son imágenes en color de 24 bits y la suma al cuadrado de las diferencias en valor de píxel de los elementos se utiliza como distancia,

$$DMAX = 255 \times 255 \times 3 = 195075.$$

Para obtener la frecuencia, cada uno de los elementos de la matriz t debe tener un valor inicial de 0. Por tanto, cuando la matriz t es una matriz monodimensional, se debe ejecutar lo siguiente antes de contar la frecuencia:

$$T[d] \leftarrow 0, (d = 0, 1, \dots, DMAX)$$

Adicionalmente, la matriz t puede ser una matriz asociativa que utiliza el hash o similar. La diferencia en valor de píxel es mayormente casi igual a cero; por tanto, el uso del hash o similar permite un uso más eficiente de la

memoria. En tal caso, el valor por defecto de cada uno de los elementos de la matriz t se ajusta a cero.

Aquí, cada uno de los elementos $t[x]$ de la matriz t debería poder almacenar el valor máximo de la distancia entre valores de píxel.

Cuando la primera imagen a es una imagen monocromo de ocho bits, los valores de píxel de la primera, segunda y tercera imágenes a , b y c se expresan mediante un valor entero que oscila desde 0 a 255. Entonces, es suficiente con asignar una región de un byte para cada elemento de la matriz que expresa los mismos.

Por otro lado, el tamaño de la imagen puede variar enormemente. Al igual que para tamaños de imagen frecuentemente utilizados, tanto la anchura como la altura pueden expresarse mediante un entero de dos bytes. Entonces, es suficiente con asignar una región de cuatro bytes para cada elemento de la matriz t .

El procedimiento más simple para obtener la frecuencia consiste en contar a lo largo de una ruta como sigue:

$$t[c(i)] \leftarrow t[c(i)] + 1, (i = 0, 1, \dots, a.W \times a.H - 1)$$

Aquí, la tercera imagen c puede considerarse que es una matriz monodimensional cuando se escanea a lo largo de un camino y corresponde a una matriz bidimensional cuando se observa como una imagen ordinaria. Por tanto, son aplicables varias técnicas para contar la distribución de los valores de los elementos de la matriz en paralelo o concurrentemente.

Una vez se ha obtenido la frecuencia del píxel que tiene una diferencia en valor de píxel de d en cada elemento $t[d]$ de la matriz t , la probabilidad de ocurrencia $p(d)$ de la diferencia d se calcula como sigue:

$$p(d) = t[d] / (a.W \times a.H)$$

Entonces, el calculador 105 calcula una entropía E a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia $p(d)$ de las diferencias obtenidas para cada diferencia d (paso S304).

Aquí, el conjunto de valores enteros que aparece como valores de píxel de la tercera imagen c (las diferencias en valor de píxel entre la primera imagen a y la segunda imagen b) se denota mediante llaves (t). En otras palabras, $t[d] > 0$ cuando $d \in \text{llaves}(t)$ se satisface, y $t[d] = 0$ cuando $d \notin \text{llaves}(t)$ no se satisface:

$$\text{llaves}(t) = \{ d \mid d \in \{0, 1, \dots, DMAX\}, t[d] > 0 \}$$

Entonces la entropía E puede calcularse como sigue:

$$E = -\sum_{d \in \text{llaves}(t)} p(d) \times \log(p(d))$$

El cálculo usado en los pasos S301 a S303 puede realizarse con enteros. Sin embargo, se utiliza un cálculo de punto decimal flotante o punto decimal fijo para calcular la entropía porque el cálculo del $\log(\cdot)$ implica el logaritmo natural o el logaritmo común.

Finalmente, el emisor 106 emite la entropía E como el valor de evaluación de la granulosidad (o rugosidad) de la primera imagen a (paso S305).

Como se ha descrito anteriormente, cuando la primera imagen a es una imagen rugosa, aparecen picos y valles en los valores de píxel. Entonces, pueden aparecer muchos valores de píxel diferentes de cero en la tercera imagen c . Por tanto, la entropía E calculada según se ha descrito anteriormente es mayor. Por tanto, la entropía E puede utilizarse como un indicador de la granulosidad (o rugosidad) de una imagen.

El documento de literatura de patente 1 compara una imagen objetivo de la evaluación con la imagen original para obtener la granulosidad (o rugosidad) de la imagen objetivo de la evaluación. Por otro lado, este esquema obtiene la granulosidad (o rugosidad) de una primera imagen objetivo de la evaluación a solo a partir de la primera imagen a .

En otras palabras, este esquema puede calcular adecuadamente la granulosidad (o rugosidad) de una imagen objetivo de la evaluación incluso si no hay imagen original a la que hacer referencia.

Aquí, el esquema anteriormente descrito es casi el mismo que el esquema de extracción del contorno de un objeto representado en una imagen. Entonces, la entropía calculada se hace mayor ya que el objeto fotografiado en la primera imagen tiene una forma compleja.

Sin embargo, los componentes de la entropía que se obtienen a partir del grado de complejidad de la forma de un objeto están casi al mismo nivel en la comparación de granulosidad (o rugosidad) entre dos imágenes fotográficas

del mismo objeto.

Además, incluso en el caso de imágenes que comprenden diferente número de píxeles, los componentes de entropía que se obtienen de un objeto que se está representando están en el mismo nivel siempre que el objeto ocupe cada imagen según la misma relación de área.

Por tanto, la granulosidad (o rugosidad) puede compararse fácilmente entre dos imágenes mediante la comparación de la entropía obtenida a partir de las dos imágenes tal cual.

El modo de realización anteriormente descrito crea a partir de la primera imagen a la segunda imagen b que es una imagen desenfocada de la primera imagen a y la tercera imagen c que presenta la diferencia entre la primera imagen a y la segunda imagen b, y cuenta la frecuencia de ocurrencia de cada valor de píxel en la tercera imagen c. Por tanto, se permite un cálculo a alta velocidad mediante el uso de una CPU o co-procesador que tiene hardware de cálculo multimedia que desenfoca una imagen y obtiene la diferencia.

Por otro lado, el valor $c(i)$ de píxel es la distancia entre $b(i)$ y $a(i)$ y $b(i)$ puede obtenerse a partir de valor de píxel de un píxel cercano a un píxel i en la primera imagen a. Por tanto, es posible eliminar la región de almacenamiento de imagen para almacenar la segunda imagen b y la tercera imagen c y reducir el uso de memoria mediante la obtención directa de cada $c(i)$ a partir de valor de píxel necesario de un píxel en la primera imagen a y la actualización de la matriz t con el valor obtenido.

Para comparar la calidad entre imágenes de diferentes tamaños, los esquemas de la técnica anterior tienen que convertir las imágenes al mismo tamaño. Sin embargo, el modo de realización anteriormente descrito puede comparar la granulosidad (o rugosidad) de la imagen mediante el escaneado de todos los píxeles y el desenfocado de la imagen sin tratar directamente con el tamaño de la imagen.

Un esquema que se emplea de manera extensiva con los filtros de desenfocado bidimensional de la técnica anterior hace referencia a los valores de píxel de los píxeles vecinos sobre D puntos encima, debajo, y a la derecha e izquierda de una posición deseada, en concreto los valores de píxel de $(2 \times D + 1) \times (2 \times D + 1)$ píxeles, para obtener la media ponderada. Por tanto, algunos filtros hacen los límites exteriores de la segunda imagen b más pequeños que la primera imagen a por D puntos. Algunos filtros cambian el rango de región de una imagen dentro de la cual se calcula la media para no cambiar los límites exteriores de una imagen en anchura y altura antes y después del desenfocado.

Este último filtro de desenfocado bidimensional puede utilizarse con el modo de realización anteriormente descrito tal cual. Por otro lado, para utilizar el filtro anterior de desenfocado bidimensional con el modo de realización anteriormente descrito, se puede utilizar uno de los siguientes esquemas:

(a) después del desenfocado, se quitan D puntos de los bordes exteriores de la primera imagen a en la parte superior, inferior, derecha e izquierda para hacer la primera imagen a igual a la segunda imagen b en tamaño; o

(b) se supone que los píxeles correspondientes a D puntos en los bordes exteriores de la segunda imagen b tienen los mismos valores de píxel que los de la primera imagen a.

Con el esquema anterior (a), los píxeles que corresponden a D puntos en los bordes exteriores se presentan en la primera imagen a pero están ausentes en la segunda imagen b. Entonces, el esquema (a) anterior ignora los bordes exteriores en el cálculo de la entropía.

Por otro lado, el esquema (b) anterior trata los valores de píxel de los píxeles correspondientes a D puntos en los bordes exteriores como si fueran iguales entre la primera imagen a y la segunda imagen b.

En general, se muestra el fondo y los bordes exteriores de una imagen en muchos casos no contienen información importante. Además, en la comparación entre el número de píxeles correspondientes a D puntos en los bordes exteriores y el número de los otros píxeles, este último es extremadamente alto. Por tanto, incluso si se usa el esquema anterior (a) o (b), se puede obtener un resultado satisfactorio como un indicador para evaluar la granulosidad (o rugosidad) de una imagen.

En el modo de realización anteriormente descrito, el valor de píxel de cada píxel de la tercera imagen presenta la diferencia en valor de píxel entre los píxeles en la misma posición en las imágenes primera y segunda. Sin embargo, la correspondencia posicional puede modificarse arbitrariamente. En otras palabras, la diferencia en valor de píxel en cada posición entre la primera y la segunda imagen puede expresarse mediante el píxel en la misma posición en la tercera imagen; sin embargo, no es necesario que sea la misma posición.

Por ejemplo, la diferencia entre píxeles en cada posición en la primera y segunda imágenes puede almacenarse en el píxel en la tercera imagen en la posición especular o invertida con respecto de esa posición.

En cualquier caso, como una posición de píxel de la tercera imagen está dada, se determina la posición de píxel correspondiente en la primera y segunda imágenes.

Por tanto, en general, el valor de píxel de cada píxel en la tercera imagen presenta la diferencia en valor de píxel entre los píxeles en la primera y la segunda imágenes en la posición correspondiente a ese píxel.

Modo de realización 2

En un centro comercial electrónico donde muchos propietarios de tiendas exhiben el mismo producto, en muchos casos los propietarios de tiendas preparan imágenes fotográficas del producto.

Estas imágenes incluyen imágenes preparadas por el fabricante del producto con antelación, imágenes fotográficas tomadas por los propietarios de las tiendas con cámaras digitales, e imágenes modificadas por los propietarios de las tiendas donde se añade información tal como un eslogan, logotipo de la tienda, o precio.

Por otro lado, cuando el usuario de un centro comercial electrónico busca un producto, en muchos casos se muestran imágenes del producto en una lista de resultados. En tal caso, algunas veces es deseable que el producto y un propietario de tienda que exhibe el producto se combinen como un resultado de búsqueda y se muestre al usuario una imagen representativa del producto.

El esquema de evaluación de imagen de acuerdo con el modo de realización anteriormente descrito puede utilizarse para elegir adecuadamente una imagen representativa que muestra el producto cuando se han preparado varias imágenes que representan el producto.

En otras palabras, una imagen menos rugosa presumiblemente hace que el usuario vea más fácilmente el producto e induce al usuario a favor del mismo.

Además, en el caso de que el propietario de la tienda realice tareas de edición tales como la adición de un eslogan, la imagen se vuelve más rugosa. Por tanto, presumiblemente, se puede obtener fácilmente una imagen de una copia fiel del producto actual sin editar de entre imágenes menos rugosas.

El dispositivo de selección de imagen de acuerdo con este modo de realización selecciona dicha imagen. Aquí, el dispositivo de selección de imagen es aplicable para seleccionar cualquier imagen de entre múltiples imágenes para cualquier propósito. Por ejemplo, el dispositivo de selección de imagen es aplicable a la selección automática de la mejor imagen fotográfica después de que el usuario haya fotografiado sucesivamente un objeto muchas veces, o a la selección de una imagen de fotograma que representa la imagen de vídeo de entre las imágenes de fotograma de la imagen de vídeo creada mediante la disposición de varias imágenes de fotograma en secuencia.

El dispositivo de selección de imagen puede llevarse a la práctica mediante un ordenador que ejecuta unos programas dados tal como el dispositivo de evaluación de imagen 101 descrito anteriormente, o puede montarse como un circuito electrónico usando la FPGA o similar.

La FIG. 7 es una ilustración explicativa que muestra la configuración general del dispositivo de selección de imagen de acuerdo con este modo de realización. La FIG. 8 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de proceso del procedimiento de selección de imagen ejecutado por el dispositivo de selección de imagen. Se realizará la siguiente explicación con referencia a estas figuras.

Como se muestra en la FIG. 7, un dispositivo de selección de imagen 601 comprende un receptor 602, un adquiridor 603, y un selector 604.

Cuando el dispositivo de selección de imagen 601 es llevado a la práctica mediante un ordenador que ejecuta unos programas dados, en primer lugar, el receptor 602 recibe múltiples imágenes que muestran un único objetivo cuando los programas han comenzado (paso S701).

Aquí, las múltiples imágenes se almacenan típicamente en un disco duro. Sin embargo, pueden adquirirse las múltiples imágenes a través de redes de comunicación por ordenador en secuencia.

Entonces, el adquiridor 603 adquiere el valor de evaluación de la granulosidad (o rugosidad) de cada una de las múltiples imágenes recibidas del dispositivo de evaluación de imagen 101 anteriormente descrito (paso S702).

Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de evaluación de imagen 101 anteriormente descrito puede evaluar la granulosidad (o rugosidad) de cada imagen independientemente sin comparación con la imagen original o con otras imágenes. Por tanto, los valores de evaluación de granulosidad (o rugosidad) pueden calcularse en paralelo o concurrentemente.

Finalmente, el selector 604 selecciona la imagen con la menor rugosidad o una imagen con la mínima entropía de

entre las múltiples imágenes recibidas basándose en los valores de evaluación de granulosidad (o rugosidad) adquiridos (paso S703), y el procedimiento termina.

5 Como se ha descrito anteriormente, la granulosidad (o rugosidad) obtenida es la entropía de las partes no suaves de la imagen. La entropía aumenta cuando la imagen contiene mucho ruido o cuando la imagen tiene nueva información sobrescrita (por ejemplo, una imagen de una cadena de caracteres de un eslogan).

10 Por tanto, la selección de la imagen con la menor rugosidad da como resultado la selección de una imagen que muestra el objetivo fotografiado de una manera tan fácilmente distinguible y fiel como es posible.

Como se ha descrito anteriormente, este modo de realización hace posible seleccionar adecuadamente una imagen representativa de entre múltiples imágenes con un simple cálculo.

Lista de símbolos de referencia

15	101	Dispositivo de evaluación de imagen
	102	Desenfocador
	103	Diferenciador
	104	Escáner
20	105	Calculador
	106	Emisor
	601	Dispositivo de selección de imagen
	602	Receptor
	603	Adquiridor
25	604	Selector

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de evaluación de imagen, que comprende:
un desenfocador que crea una segunda imagen mediante el desenfocado de una primera imagen;
un diferenciador que crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel de cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;
un escáner que escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obteniendo diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obteniendo probabilidades respectivas de ocurrencia de las diferencias obtenidas;
un calculador que calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y
un emisor que emite la entropía como un valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.
2. El dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con la reivindicación 1, donde:
el escáner escanea los píxeles contenidos en la tercera imagen desde izquierda a derecha y desde la parte superior a la parte inferior.
3. El dispositivo de evaluación de imágenes de acuerdo con la reivindicación 1, donde:
el escáner escanea los píxeles contenidos en la tercera imagen junto con una curva de rellenado de espacio.
4. El dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde:
un valor de píxel de cada píxel contenido en la tercera imagen es una distancia entre un valor de píxel en una posición de ese píxel en la primera imagen y un valor de píxel en una posición de ese píxel en la segunda imagen en un espacio de color dado.
5. El dispositivo de evaluación de píxel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde:
la diferencia en valor de píxel entre los píxeles adyacentes es una distancia entre valores de píxel de los píxeles adyacentes en un espacio de color dado.
6. Un dispositivo de selección de imagen, que comprende:
un receptor que recibe múltiples imágenes que representan un objeto;
un adquiridor que adquiere un valor de evaluación de una granulosidad de cada una de las imágenes recibidas desde el dispositivo de evaluación de imagen de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5; y
un selector que selecciona la imagen con la menor rugosidad de entre las múltiples imágenes recibidas basándose en los valores de evaluación de granulosidad adquiridos.
7. Un procedimiento de evaluación de imagen ejecutado por un dispositivo de evaluación de imagen que comprende un desenfocador, un diferenciador, un escáner, un calculador, y un emisor, que comprende:
un paso de desenfocado en el que el desenfocador crea una segunda imagen mediante el desenfocado de una primera imagen;
un paso de diferenciación en el que el diferenciador crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel de cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;
un paso de escaneado en el que el escáner escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obtiene diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obtiene las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas;
un paso de cálculo en el que el calculador calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y
un paso de emisión en el que el emisor emite la entropía como un valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.
8. Un programa de evaluación de imagen que permite que un ordenador funcione como:
un desenfocador que crea una segunda imagen mediante el desenfocado de una primera imagen;
un diferenciador que crea una tercera imagen que presenta una diferencia en valor de píxel de cada píxel entre la primera imagen y la segunda imagen;
un escáner que escanea píxeles contenidos en la tercera imagen, obteniendo diferencias en valor de píxel entre píxeles adyacentes, y obteniendo probabilidades respectivas de ocurrencia de las diferencias obtenidas;
un calculador que calcula una entropía a partir de las respectivas probabilidades de ocurrencia de las diferencias obtenidas; y
un emisor que emite la entropía como el valor de evaluación de una granulosidad de la primera imagen.

FIG.1A

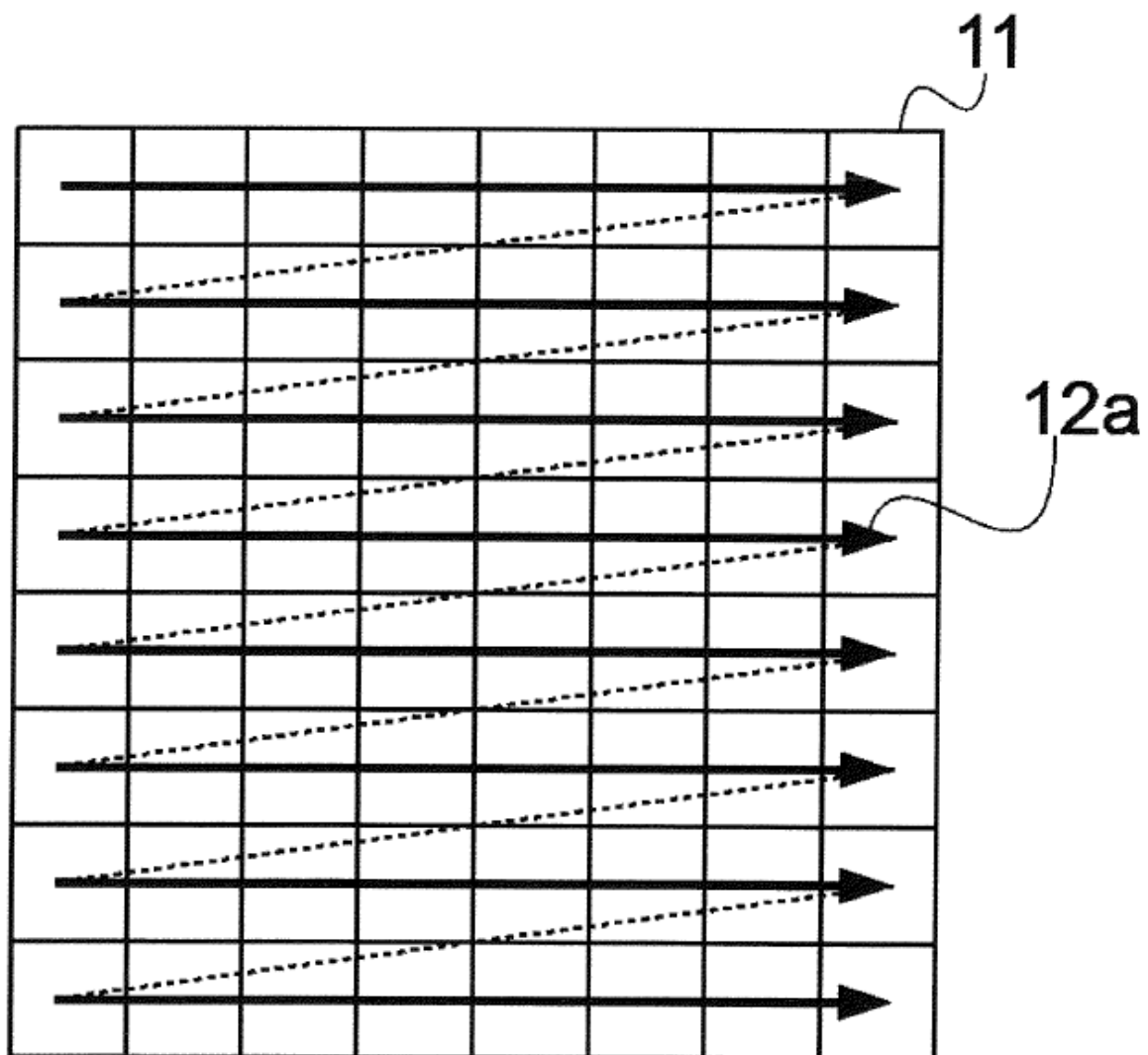


FIG.1B

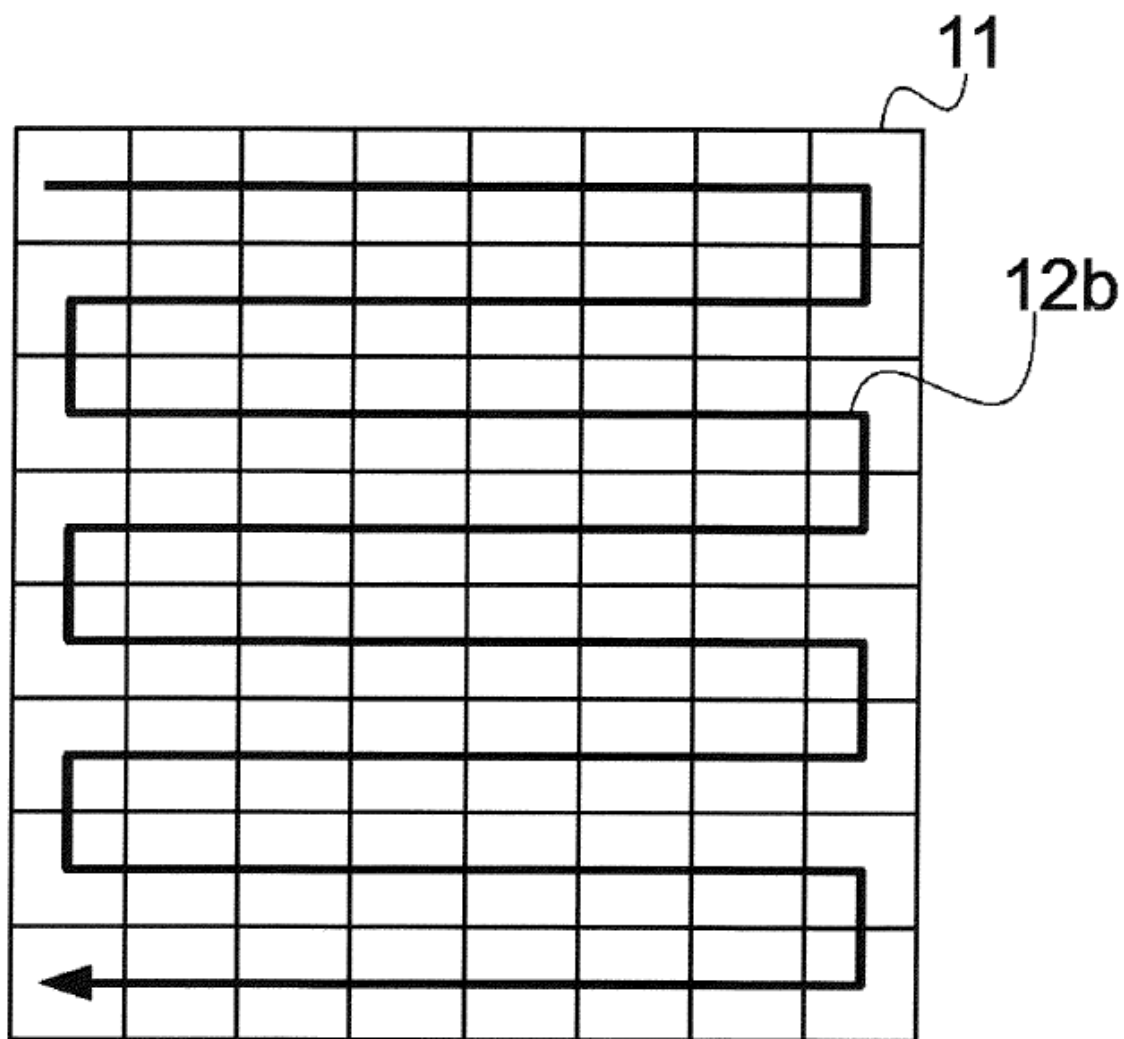


FIG.1C

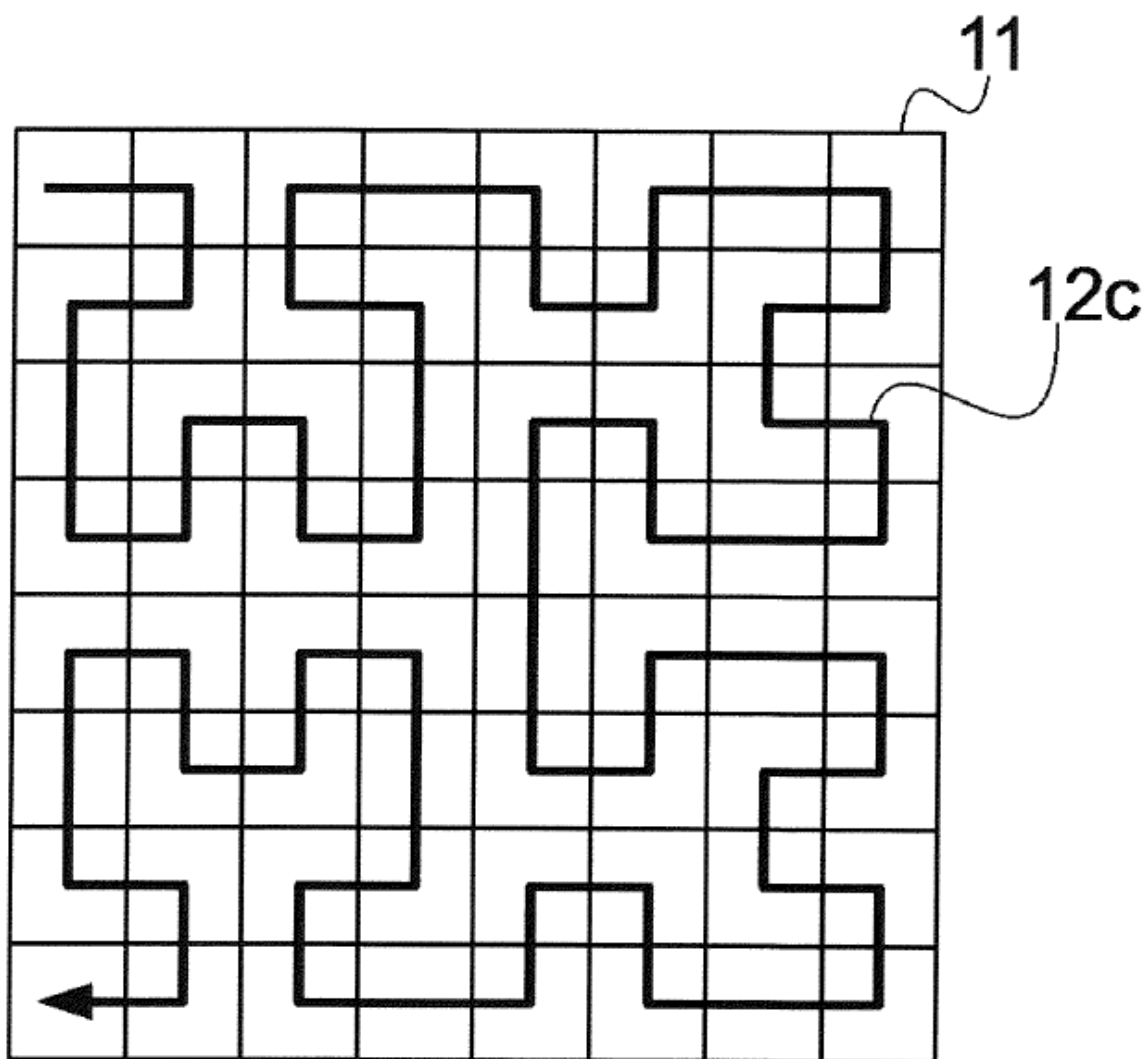


FIG.2

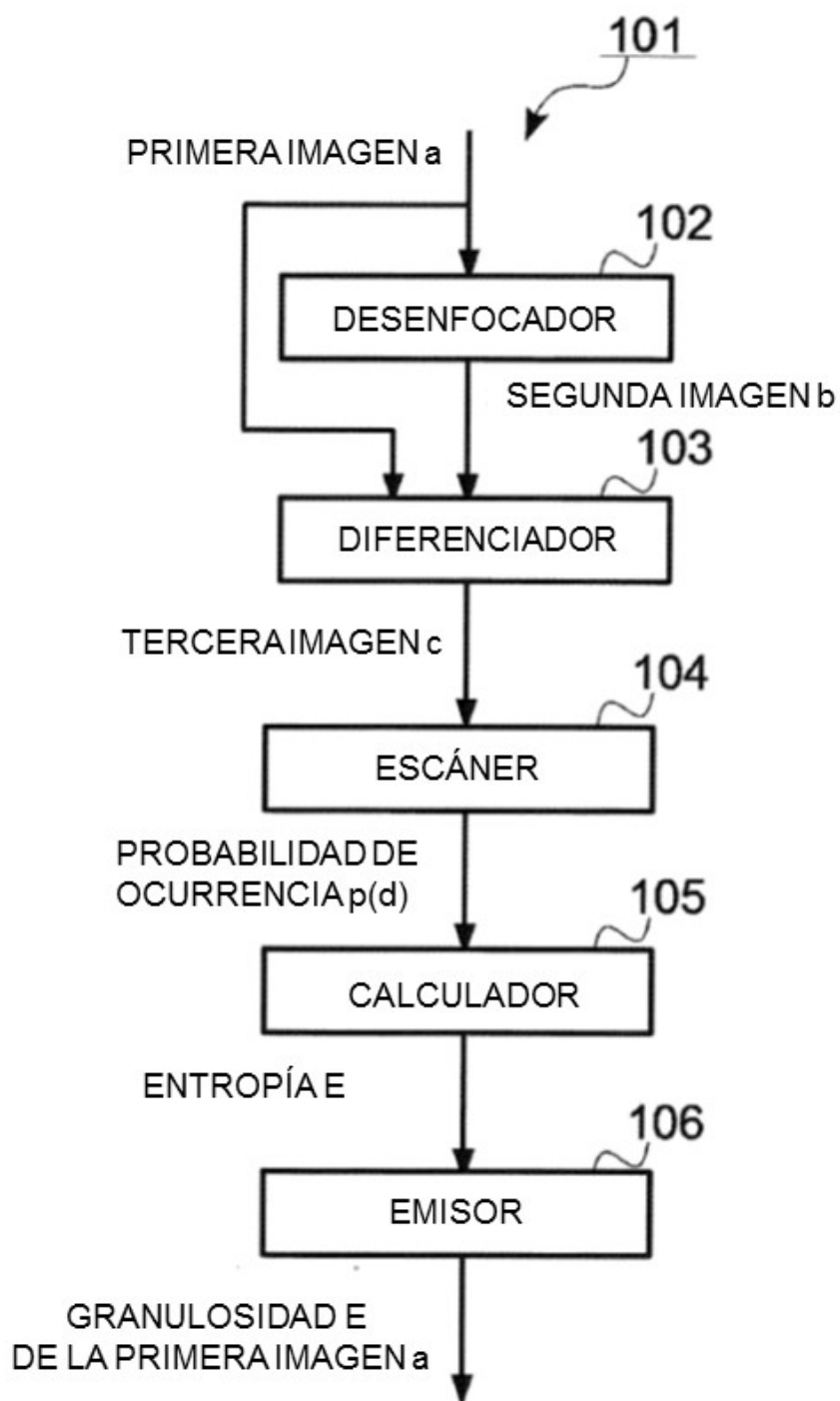


FIG.3

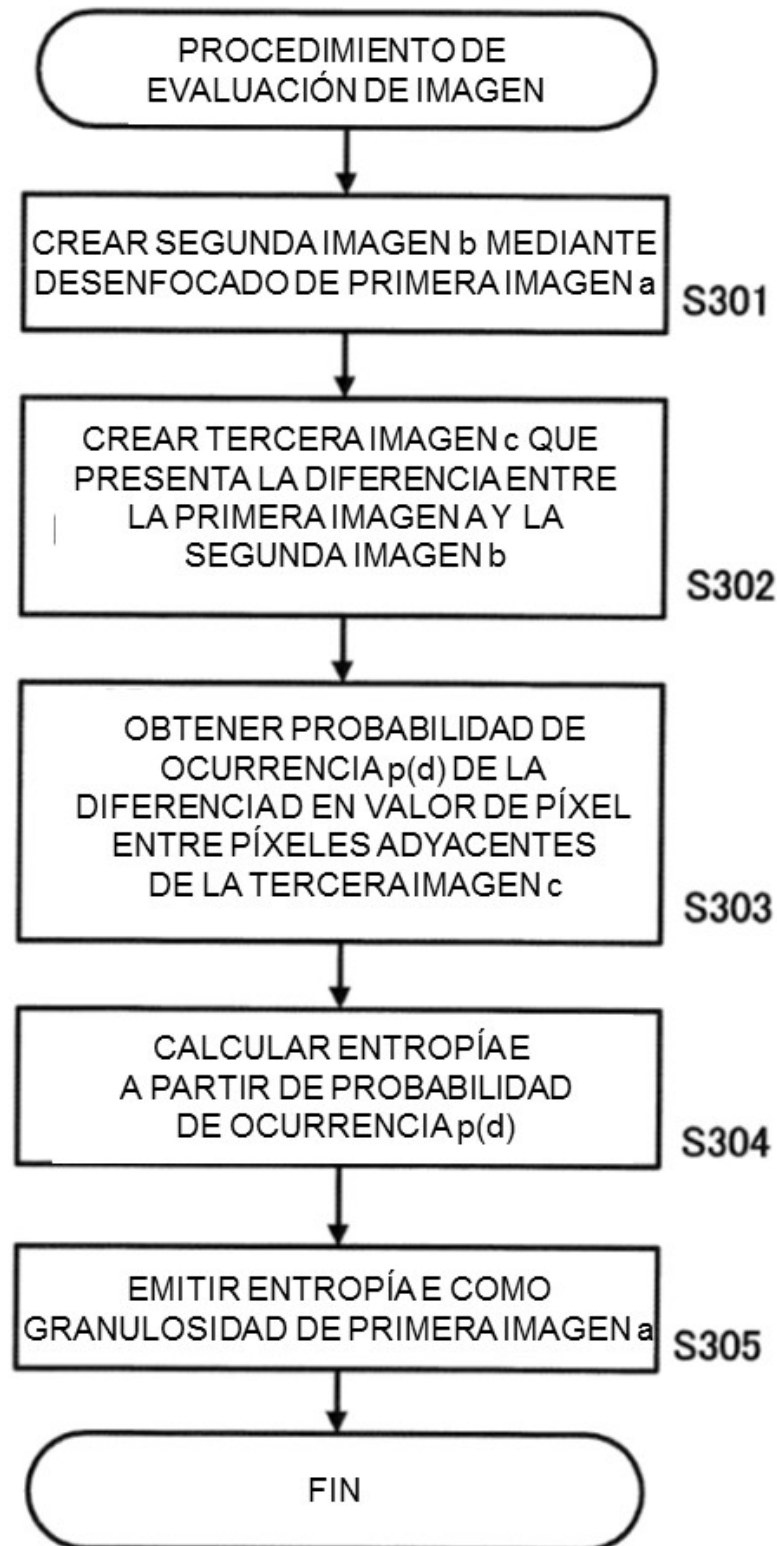


FIG.4A

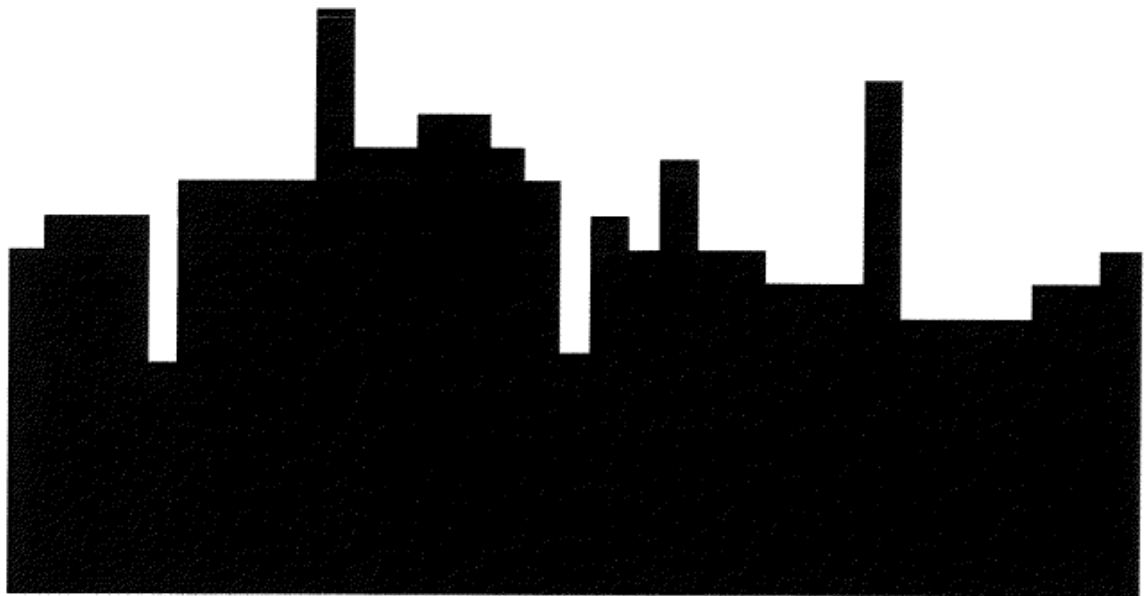


FIG.4B

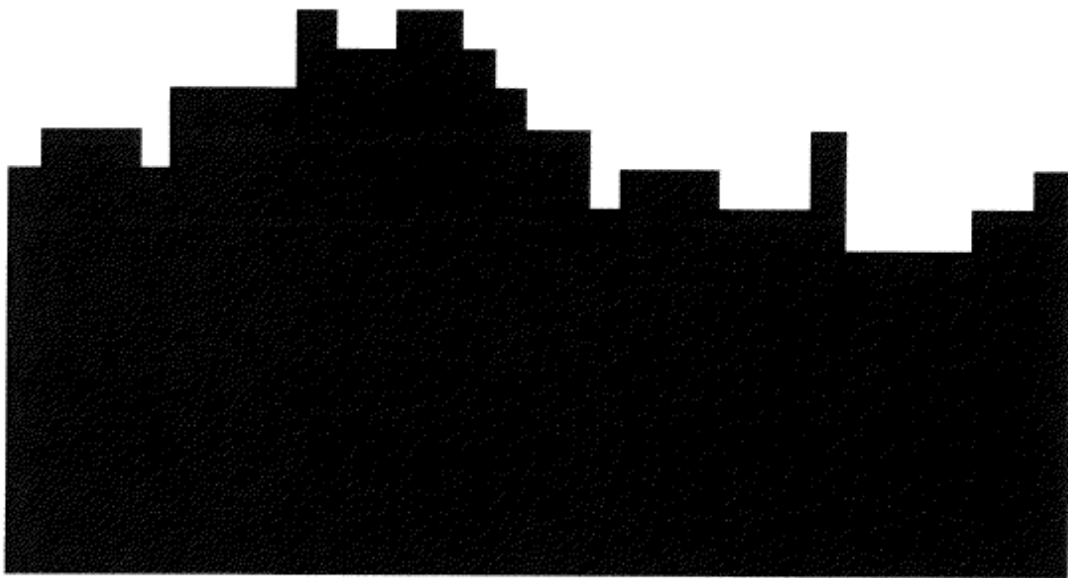


FIG.5A

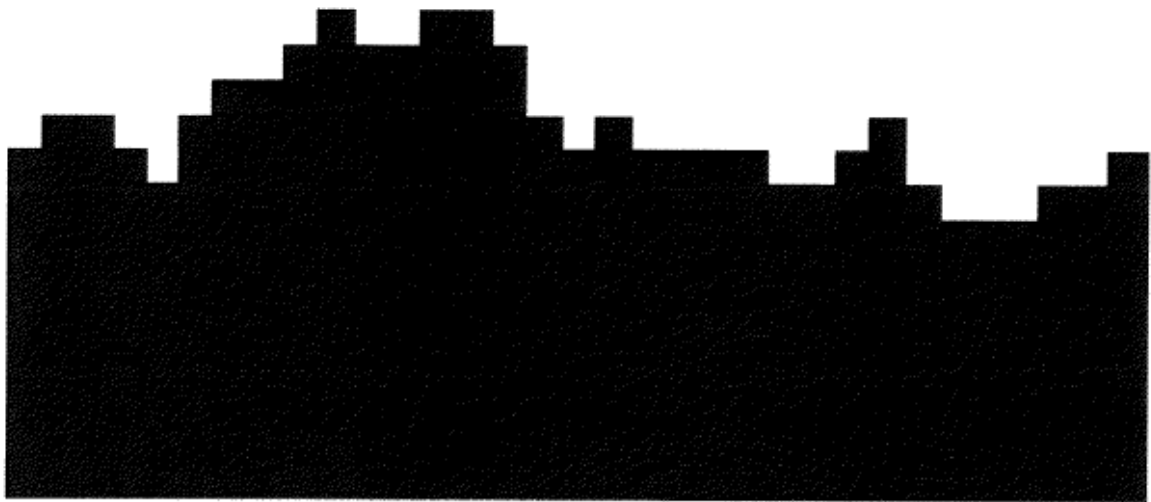


FIG.5B

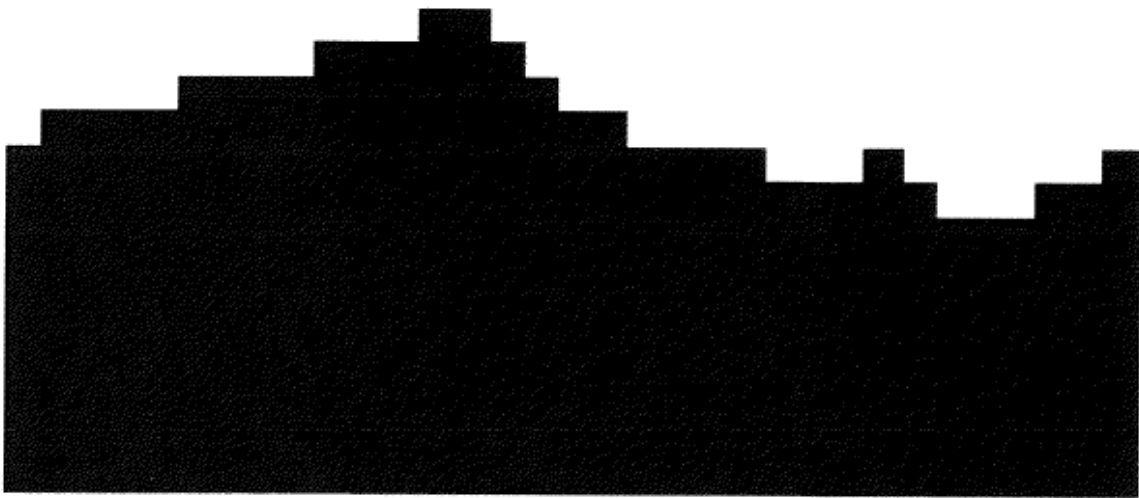


FIG.6A



FIG.6B

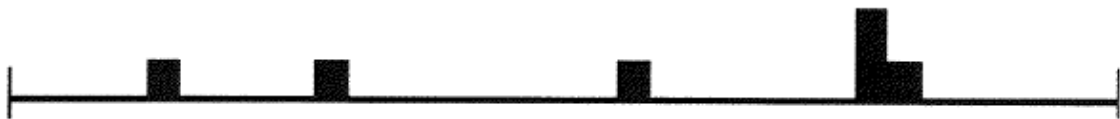


FIG.7

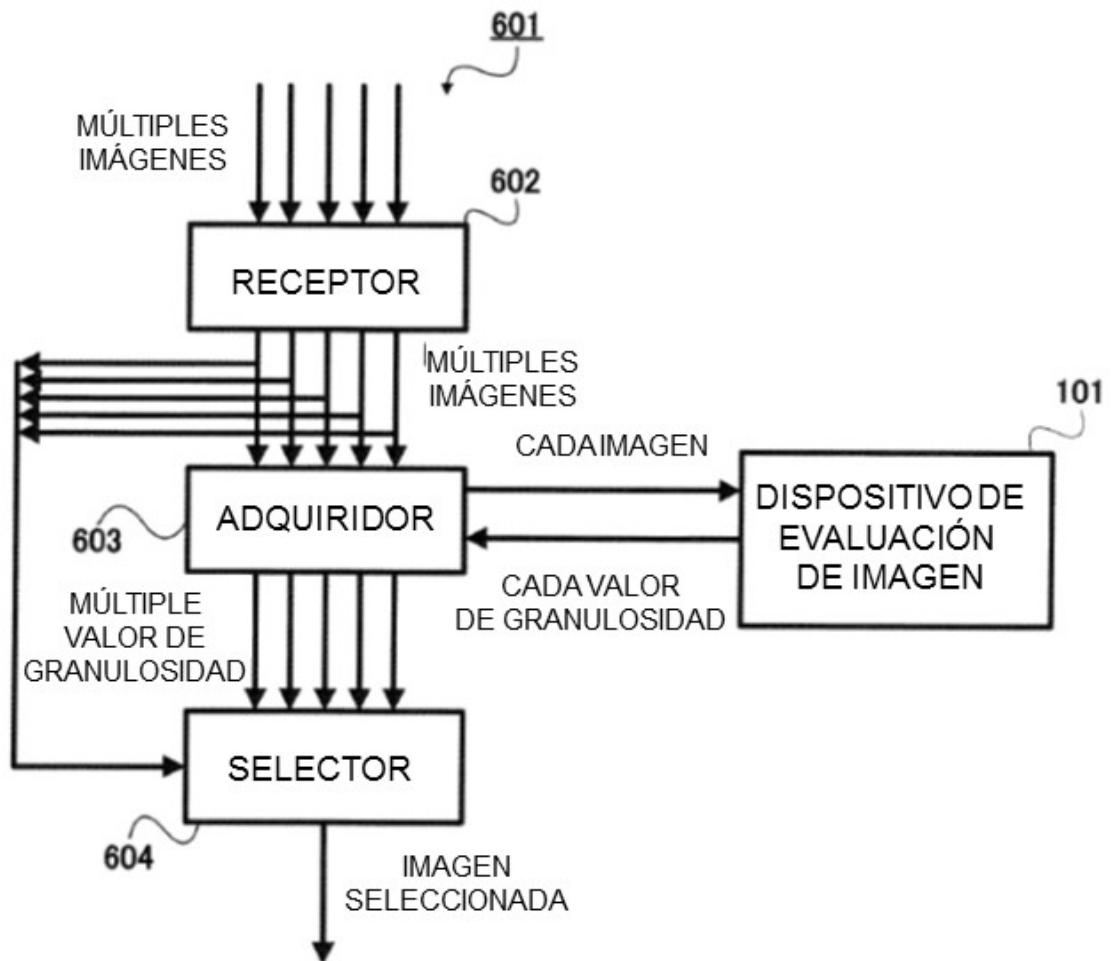


FIG.8

