

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 345**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2009 E 09816097 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2328127**

54 Título: **Programa de extracción de área de primer plano, aparato de extracción de área de primer plano y procedimiento de extracción de área de primer plano**

30 Prioridad:

25.09.2008 JP 2008245350

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

02.06.2014

73 Titular/es:

**RAKUTEN, INC. (100.0%)
4-12-3, Higashishinagawa
Shinagawa-ku, Tokyo 140-0002, JP**

72 Inventor/es:

**ONAI RIKIO;
HAYASHI TAKAHIRO;
KIYONO, TATSUYA;
MORI MASAYA y
SANJO MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 464 345 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

Programa de extracción de área de primer plano, aparato de extracción de área de primer plano y procedimiento de extracción de área de primer plano

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un campo de la tecnología que recorta una región objeto de una imagen.

Antecedentes de la técnica

La extracción de una región objeto (región de primer plano) de una imagen se utiliza en muchos casos como en el procesamiento de fotos o imágenes en movimiento. Como una tecnología de extracción de una región objeto de este tipo, por ejemplo, es conocida una tecnología tal como la lógica de *Lazy Snapping* (véase el Documento no relacionado con patentes 1) que extrae una región objeto basándose en una línea de referencia en una región objeto dibujada por el usuario y una línea de referencia en una región de fondo dibujada por el usuario. *Lazy Snapping* se caracteriza porque la extracción de una región objeto se realiza sólo dibujando varias líneas de referencia en las regiones y la región objeto se vuelve a extraer sucesivamente cada vez que se añade una línea de manera que el usuario puede añadir o borrar una línea mientras se ve un resultado de extracción.

20

Documentos de la técnica anterior

Documentos no relacionados con patentes

[Documento no relacionado con patentes 1] Y. Li, J. Sun, C.K. Tang y H.Y. Shum, "Lazy Snapping, " ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 23, Issue. 3, pp 303-308, Agosto 2004.

El documento de Yin Li y col.: "Lazy Snapping ", ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 23, Issue. 3, pp 303-308 (01 de enero 2004) se refiere a Lazy Snapping, una herramienta de recorte de imagen interactiva que separa el procesamiento de escala gruesa y fina.

30

El documento de Olivier Juan y col: "Trimap Segmentation for Past and User-Friendly Alpha Matting", 1 de enero de 2005, Variational, Geometric, and Level Set Methods in Computer Vision: Third International Workshop, VLISM 2005, Beijing, China, 16 de octubre de 2005, LNCS 3752, pp 186-197 se refiere a un esquema de segmentación para la extracción de un trimap de una indicación gruesa de algunos píxeles de fondo y/o de primer plano.

35

Resumen de la invención

Problema a resolver por la invención

40

Sin embargo, según la anterior tecnología de extracción convencional de una región objeto, mientras que una región objeto deseada por el usuario puede ser recortada, por ejemplo, añadiendo una línea de referencia en el extremo, puede llevar tiempo antes de que la región objeto sea recortada correctamente.

45

La presente invención se ha realizado en vista del problema anterior o similar, y un objeto de la misma es proporcionar un programa de extracción de región de primer plano, un aparato de extracción de región de primer plano, y un procedimiento de extracción de región de primer plano capaz de recortar una región objeto (región de primer plano) a alta velocidad.

50

Este objeto se consigue mediante las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes.

Medios para resolver el problema

Con el fin de resolver el problema anterior, la invención según la reivindicación 1 se refiere a un programa de extracción de región de primer plano que hace que un ordenador funcione como:

55

un medio de control de visualización para hacer que se muestre una imagen;

60

un medio de aceptación para aceptar la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen, por un usuario;

65

un medio de identificación del espacio de color dividido para realizar un procesamiento de identificación del espacio de color dividido para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que, después de que el píxel de primer plano

designado y el píxel de fondo designado se establezcan cada uno como píxel de referencia, pertenece cada uno de los píxeles de referencia, como un espacio de color dividido de referencia;

5 un medio de cálculo de la distancia de color para realizar un procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada uno de los píxeles de referencia y un píxel adyacente situado adyacente al mismo;

10 un medio de juicio de pertenencia para realizar un procesamiento de juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color divididos de referencia;

un medio de cálculo de coste para realizar un procesamiento de cálculo de coste para calcular un coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles adyacentes y pesos, basándose dichos pesos en si pertenecen al espacio de color dividido de referencia; y

15 un medio de determinación para realizar un procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo,

20 en el que el píxel adyacente determinado se establece como un píxel de referencia para hacer que el ordenador realice repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento del juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación de modo que el ordenador funciona para extraer la región de primer plano de la imagen.

25 Según la invención, una región objeto (región de primer plano) deseada por el usuario puede ser recortada a alta velocidad.

La realización según la reivindicación 2 se refiere al programa de extracción de la región de primer plano según la reivindicación 1, en el que

30 si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más pequeño y

si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más grande.

35 La realización según la reivindicación 3 se refiere al programa de extracción de la región de primer plano según la reivindicación 1 o 2, en el que

40 los píxeles de primer plano designados por el usuario son píxeles de primer plano correspondientes a cada uno de al menos dos colores diferentes entre sí que constituyen un patrón de textura que aparece en la región de primer plano.

Según la realización, el primer plano y el fondo se pueden dividir correctamente incluso si hay un patrón de textura en una imagen.

45 La realización según la reivindicación 4 se refiere al programa de extracción de la región de primer plano según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que

50 si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el coste se acumula y, si el coste acumulado supera un umbral, una región de primer plano y una región de fondo se invierten.

Según la realización, se puede hacer correctamente que el primer plano y el fondo se inviertan en un enclave incluso si hay anti-solapamiento en una porción del contorno del enclave.

55 La invención según la reivindicación 5 se refiere a un aparato de extracción de la región de primer plano, que comprende:

un medio de control de visualización para hacer que se muestre una imagen;

60 un medio de aceptación para aceptar la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen, por un usuario;

65 un medio de identificación del espacio de color dividido para realizar un procesamiento de identificación del espacio de color dividido para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que, después de que el píxel de primer plano

designado y el píxel de fondo designado se establezcan cada uno como píxel de referencia, pertenece cada uno de los píxeles de referencia, como un espacio de color dividido de referencia;

5 un medio de cálculo de la distancia de color para realizar un procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada uno de los píxeles de referencia y un píxel adyacente situado adyacente al mismo;

10 un medio de juicio de pertenencia para realizar un procesamiento de juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color divididos de referencia;

un medio de cálculo de coste para realizar un procesamiento de cálculo de coste para calcular el coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles adyacentes y pesos, basándose dichos pesos en si pertenecen al espacio de color dividido de referencia; y

15 un medio de determinación para realizar un procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo,

20 en el que el píxel adyacente determinado se establece como un píxel de referencia para realizar repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento del juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación para extraer la región de primer plano de la imagen.

La realización según la reivindicación 9 se refiere a un procedimiento de extracción de región de primer plano para su ejecución por un ordenador, comprendiendo dicho procedimiento:

25 un proceso de control de visualización para hacer que se muestre una imagen;

un proceso de aceptación para aceptar la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen, por un usuario;

30 un proceso de identificación del espacio de color dividido para realizar un procesamiento de identificación del espacio de color dividido para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que, después de que el píxel de primer plano designado y el píxel de fondo designado se establecen cada uno como píxel de referencia, pertenece cada uno de los píxeles de referencia, como un espacio de color dividido de referencia;

40 un proceso de cálculo de la distancia de color para realizar un procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada uno de los píxeles de referencia y un píxel adyacente situado adyacente al mismo;

un proceso de juicio de pertenencia para la realización de un procesamiento del juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color divididos de referencia;

45 - un proceso de cálculo de coste para realizar un procesamiento de cálculo de coste para calcular un coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles adyacentes y pesos, basándose dichos pesos en si pertenecen al espacio de color dividido de referencia; y

50 - un proceso de determinación para realizar un procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo,

en el que el píxel adyacente determinado se establece como un píxel de referencia para realizar repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento del juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación para extraer la región de primer plano de la imagen.

55 **Efecto de la invención**

Según la presente invención, los píxeles de primer plano designados por un usuario y los píxeles de fondo designados se establecen así cada uno como un píxel de referencia para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que cada uno de los píxeles de referencia pertenece como un espacio de color dividido de referencia, se realizan el procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada píxel de referencia y un píxel adyacente situado adyacente al mismo y un procesamiento del juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color divididos de referencia y, a continuación, se realiza el procesamiento de cálculo de coste para calcular un coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles adyacentes y pesos, basándose dichos pesos en si pertenecen al espacio de color dividido de referencia, además se

5 realiza el procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo, y una región de primer plano se extrae de la imagen utilizando el píxel adyacente determinado como un píxel de referencia para realizar repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento del juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación y, por lo tanto, una región objeto (región de primer plano) deseada por el usuario puede ser recortada a alta velocidad.

Breve descripción de los dibujos

10 La fig. 1 es un diagrama que muestra un ejemplo esquemático de configuración de un aparato de edición de imagen S según la presente realización.

La fig. 2 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de procesamiento de extracción de una región de primer plano por una unidad de control de sistema 6.

15 La fig. 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de líneas de referencia dibujadas en una región de primer plano y en una región de fondo.

20 La fig. 4 es un diagrama que muestra cubos creados por un espacio de color RGB que se divide mediante cuadrículas cuyo número división es s.

La fig. 5 es un diagrama que muestra un ejemplo de patrón de textura.

25 La fig. 6 es un diagrama que muestra agrupaciones de color de primer plano y agrupaciones de color de fondo registradas cuando aparece un patrón de textura en la región de primer plano.

Las figs. 7A, 7B, y 7C son diagramas que muestran cómo los píxeles de una imagen se determinan como primer plano o fondo.

30 La fig. 8 es un diagrama que muestra las magnitudes de costes de crecimiento cuando hay un patrón de textura en la imagen.

35 Las figs. 9A y 9B son diagramas que muestran un ejemplo comparativo, si el coste de crecimiento no se acumula (Fig. 9A) y si el coste de crecimiento se acumula (fig.. 9B) cuando hay anti-solapamiento en la imagen.

Modo de llevar a cabo la invención

40 A continuación se describirá en detalle una realización preferida de la presente invención con referencia a los dibujos. La realización descrita a continuación es una realización cuando se aplica la presente invención a un aparato de edición de imagen que recorta una región objeto de una imagen, dividiendo la imagen en el primer plano y el fondo usando líneas de referencia (líneas dibujadas a mano) dibujadas por el usuario como guías. Aquí, el "primer plano" significa una imagen que presenta un objetivo de búsqueda tal como una persona y artículo, y el "fondo" significa una imagen excluyendo un objetivo de búsqueda.

45 La fig. 1 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración esquemática del aparato de edición de imagen S según la presente realización.

50 Como se muestra en la fig. 1, el aparato de edición de imagen S incluye una unidad de operación 1, una unidad de visualización 2, una unidad de accionamiento 3, una unidad de almacenamiento 4, una unidad de interfaz de entrada/salida 5, y una unidad de control del sistema 6, y la unidad de control del sistema 6 y la unidad de interfaz de entrada/salida 5 están conectadas a través de un bus de sistema 7. Por cierto, puede aplicarse un ordenador personal como el aparato de edición de imagen S.

55 La unidad de operación 1 se compone de, por ejemplo, un teclado y un ratón, y acepta una instrucción de operación del usuario y da como salida el contenido de la instrucción a la unidad de control del sistema 6 como una señal de instrucción.

60 La unidad de visualización 2 se compone de, por ejemplo, una pantalla CRT (Tubo de Rayos Catódicos, Cathode Ray Tube), pantalla de cristal líquido o similar, y muestra información tal como caracteres e imágenes.

La unidad de accionamiento 3 lee los datos o similar de un disco DK (medio de grabación) como un disco flexible, CD (Disco Compacto, Compact Disc) y DVD (Disco Versátil Digital, Digital Versatile Disc), y al mismo tiempo, graba datos o similares en el disco DK (medio de grabación).

65 La unidad de interfaz de entrada/salida 5 realiza el procesamiento de interfaz entre la unidad de operación 1 o la unidad de almacenamiento 4 y la unidad de control del sistema 6.

La unidad de almacenamiento 4 se compone de, por ejemplo, una unidad de disco duro y almacena el sistema operativo (O/S), varios programas y los datos. Aquí, los programas almacenados en la unidad de almacenamiento 4 incluyen un programa de aplicación de edición dinámica de imagen (que tiene un programa de extracción de la región de primer plano de la presente invención).

El programa de aplicación de edición dinámica de imagen se proporciona a través de su grabación en un disco DK tal como un CD-ROM o de su descarga desde un servidor conectado a una red NW antes de ser instalado para su uso.

La unidad de control del sistema 6 incluye una CPU (Unidad Central de Procesamiento, Central Processing Unit) 6a, una ROM (Memoria de Sólo Lectura, Read Only Memory) 6b, y una RAM (Memoria de Acceso Aleatorio, Random Access Memory) 6c utilizadas como memoria principal y memoria de imagen. La unidad de control del sistema 6 funciona como un medio de control de visualización, medio de aceptación, medio de identificación del espacio de color dividido, medio de cálculo de la distancia de color, medio de juicio de pertenencia, medio de cálculo de coste y medio de determinación mediante la ejecución del programa de aplicación de edición dinámica de imagen para realizar el procesamiento de extracción de la región de primer plano.

Aquí, el procesamiento de extracción de la región de primer plano se describirá con referencia a la fig. 2.

La fig. 2 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de procesamiento de extracción de la región de primer plano por la unidad de control del sistema 6.

El procesamiento mostrado en la fig. 2 se inicia mediante, por ejemplo, la activación del programa de aplicación de edición dinámica de imagen. Cuando se inicia el proceso, la unidad de control del sistema 6 hace que la unidad de visualización 2 muestre una imagen fija en una imagen en movimiento según se indica a través de la unidad de operación 1 (etapa S1).

A continuación, la unidad de control del sistema 6 acepta la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen (etapa S2) y registra (almacena en una región de registro de la RAM) los píxeles como los píxeles de primer plano determinados y los píxeles de fondo determinados. Por ejemplo, los píxeles de primer plano pueden ser designados por una línea de referencia dibujada en la región de primer plano deseada (región objeto) con el ratón accionado por el usuario y los píxeles de fondo puede ser designados por una línea de referencia dibujada en la región de fondo deseada con el ratón operado por el usuario.

La fig. 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de líneas de referencia dibujadas en una región de primer plano y una región de fondo de una imagen fotográfica. En el ejemplo de la fig. 3, una pluralidad de píxeles superpuestos con una línea de referencia 51 se designan como píxeles de primer plano y una pluralidad de píxeles superpuestos con una línea de referencia 52 se designan como píxeles de fondo. Por cierto, en el ejemplo de la fig. 3, una región objeto de un perro es la región de primer plano deseada por el usuario. Si un árbol es la región de primer plano deseada por el usuario en la fig. 3, la región objeto del árbol se convierte en la región de primer plano y otras regiones como el perro se convierten en la región del fondo.

A continuación, la unidad de control del sistema 6 realiza el procesamiento de identificación del espacio de color dividido (etapa S3). En el procesamiento de identificación del espacio de color dividido, al menos un píxel de primer plano designado anteriormente y al menos un píxel de fondo designado se establecen cada uno como un píxel de referencia y un cubo de referencia que pertenece a cada píxel de referencia se identifica a partir de una pluralidad de espacios de color divididos (en lo sucesivo, denominados "cubos") creados por un espacio de color tridimensional RGB que se divide.

La fig. 4 es un diagrama que muestra los cubos creados por un espacio de color RGB que se divide mediante cuadrículas cuyo número de división es s . En el ejemplo de la fig. 4, se muestra un espacio de color RGB que tiene tres ejes de R (rojo), G (verde), y B (azul) con el brillo de cada color comprendido entre 0 y 255 y cada uno de los R, G y B se divide en cuatro ($s = 4$). En consecuencia, el espacio de color RGB se divide en 64 cubos. Aunque el espacio de color RGB se divide en 64 cubos en este ejemplo, el número de cubos divididos puede ser mayor o menor.

Aquí, un cubo b (p) al que pertenece un píxel p de referencia p ($= (p_r, p_g, p_b)$) puede calcularse según la fórmula (1) siguiente:

[Math 1]

$$b(p) = \left[\frac{p_r}{256} s, \frac{p_g}{256} s, \frac{p_b}{256} s \right]$$

5 Como se muestra en la fig. 4, un cubo de referencia 62 al que pertenece el píxel de primer plano 61 y un cubo de referencia 64 al que pertenece el píxel de fondo 63 se identifican de esta manera, el cubo de referencia 62 se registra como una agrupación de primer plano (en otras palabras, como un grupo de color de primer plano), y el cubo de referencia 64 se registra como una agrupación de fondo (en otras palabras, como un grupo de color de fondo) (tal agrupación se llama un procedimiento de agrupamiento usando cubos). Según la línea de referencia anterior, una pluralidad de píxeles en una línea de referencia respectiva se designa como píxeles de primer plano y píxeles de fondo, y se registran las agrupaciones de primer plano y las agrupaciones de fondo a las que pertenecen los respectivos píxeles.

10 Además, por ejemplo, un patrón de textura (continuación del patrón) como se muestra en la fig. 5 puede aparecer en la región de primer plano. En un patrón de textura tal, es difícil de dividir una imagen en el primer plano y el fondo porque la distancia de al menos dos colores en el espacio de color que constituye el patrón de textura se agranda, incluso en la misma región de primer plano. Por lo tanto, en la presente realización, si un patrón de textura aparece en la región de primer plano, se realizan al menos dos agrupaciones de color de primer plano para ser registradas por una línea de referencia 73 dibujada por el usuario de tal manera que se designan los píxeles de primer plano correspondientes a cada uno de por lo menos dos colores diferentes entre sí (la distancia de color en el espacio de color está más separada que una distancia fija) (en el ejemplo de la fig. 5, el color de una región 71 y el de una región 72) que constituyen el patrón de textura. En consecuencia, incluso si hay un patrón de textura, se hace posible dividir correctamente una imagen en el primer plano y el fondo.

15 La fig. 6 es un diagrama que muestra agrupaciones de color de primer plano y agrupaciones de color de fondo registradas cuando un patrón de textura aparece en la región de primer plano. En este caso, como se muestra en la fig. 6, se registran dos agrupaciones de color de primer plano y los respectivos píxeles de primer plano correspondientes a cada color que constituye el patrón de textura pertenecen a cada una de las agrupaciones de color de primer plano. Un patrón de textura puede aparecer en la región de fondo y en ese caso, como el caso de la región de primer plano, se registran al menos dos agrupaciones de color de fondo.

20 A continuación, la unidad de control del sistema 6 determina si hay algún píxel del que aún no se ha determinado si pertenece al primer plano o el fondo (etapa S4) y si hay tal píxel (etapa S4: SÍ), la unidad de control del sistema 6 pasa a la etapa S5 y si no existe tal píxel (etapa S4: NO), porque la división en el primer plano y el fondo se ha completado, la unidad de control del sistema 6 recorta la región de primer plano como una región objeto deseada por el usuario (etapa S10) antes de terminar el procesamiento.

25 En la etapa S5, por otro lado, la unidad de control del sistema 6 identifica, entre píxeles adyacentes situados adyacentes (adyacente a uno de arriba o abajo, izquierda o derecha) a los píxeles de referencia (píxeles de primer plano o píxeles de fondo), uno o dos o más candidatos de crecimiento aún no identificados como candidatos de crecimiento.

30 Las figs. 7A, 7B, y 7C son diagramas que muestran cómo se determinan los píxeles de una imagen como primer plano o fondo. En el ejemplo de la fig. 7A, los píxeles 83 y 84 adyacentes a un píxel de primer plano 81 designado por el usuario y los píxeles 85 y 86 adyacentes a un píxel de fondo 82 designado por el usuario son identificados en la etapa inicial como candidatos de crecimiento.

35 A continuación, la unidad de control del sistema 6 realiza el procesamiento de cálculo de la distancia de color para cada candidato de crecimiento (etapa S6). En el procesamiento de cálculo de la distancia de color, se calcula la distancia de color en el espacio de color RGB entre el píxel de referencia y un candidato de crecimiento adyacente al mismo. La distancia de color $D(p_i, p_j)$ se puede calcular mediante la fórmula (2) siguiente:

[Math 2]

$$D(p_i, p_j) = \left\| p_i - p_j \right\|^2$$

$$= (p_{i,r} - p_{j,r})^2 + (p_{i,g} - p_{j,g})^2 + (p_{i,b} - p_{j,b})^2$$

40 donde $p_i = (p_{i,r}, p_{i,g}, p_{i,b})$ denota un píxel de destino (de crecimiento) (candidato de crecimiento) y $p_j = (p_{j,r}, p_{j,g}, p_{j,b})$ denota un píxel de origen de crecimiento (píxel de referencia).

A continuación, la unidad de control del sistema 6 realiza un procesamiento de juicio de pertenencia para juzgar si un candidato de crecimiento para el que ha sido calculada la distancia de color pertenece o no al agrupamiento de color de primer plano o al agrupamiento de color de fondo (etapa S7). En el procesamiento de juicio de pertenencia, un cubo $b(p_i)$ al que pertenece el candidato de crecimiento p_i se calcula mediante la fórmula (1) mostrada más arriba. Por lo tanto, según el procedimiento de agrupamiento usando cubos, en comparación con, por ejemplo, el procedimiento de k-medias convencional (un procedimiento para realizar la agrupación dando un prototipo representativo (valor promedio (media)) a cada uno de los grupos K y asignando cada individuo al prototipo más cercano), puede juzgarse más rápido si el candidato de crecimiento pertenece a la agrupación de color de primer plano o a la agrupación de color de fondo (con una menor cantidad de cálculo).

La información que indica el resultado del juicio se almacena asociándola al candidato de crecimiento.

A continuación, la unidad de control del sistema 6 realiza el procesamiento de cálculo de coste que calcula el coste de crecimiento para cada candidato de crecimiento basándose en la distancia de color $D(p_i, p_j)$ calculada para el candidato de crecimiento y los pesos basados en si el candidato de crecimiento pertenece al grupo de color de primer plano o al grupo de color de fondo determinados para el candidato de crecimiento (etapa S8). El coste de crecimiento $cost_i$ se puede calcular mediante la fórmula (3) siguiente:

[Math 3]

$$cost_i = C_1(p_i) \cdot D(p_i, p_j) + C_2(p_i) \cdot cost_j$$

donde $C_1(p_i)$ y $C_2(p_i)$ denotan los pesos basados en su pertenencia a las agrupaciones anteriores. Más específicamente, $C_1(p_i)$ es un peso de la distancia de color $D(p_i, p_j)$ y está pensado para tratar un patrón de textura. Por otra parte, $C_2(p_i)$ es una condición de acumulación para los costes de crecimiento y está pensado para tratar un enclave descrito más adelante. $cost_j$ denota un coste de crecimiento cuando un píxel origen de crecimiento es un candidato de crecimiento. Cuando un píxel es designado por el usuario, $cost_j = 0$ porque no se calcula ningún coste de crecimiento en primer lugar.

$C_1(p_i)$ se representa mediante la fórmula (4) siguiente:

[Math 4]

$$C_1(p_i) = \begin{cases} 1 & (p_i \in K_1, p_i \notin K_2) \\ 2 & (p_i \in K_1, p_i \in K_2 \text{ or } p_i \notin K_1, p_i \notin K_2) \\ 4 & (p_i \notin K_1, p_i \in K_2) \end{cases}$$

donde, cuando el píxel de origen de crecimiento p_j es un píxel de primer plano, K1 es una agrupación de color de primer plano y K2 es una agrupación de color de fondo y, cuando el píxel de origen de crecimiento p_i es un píxel de fondo, K1 es una agrupación de color de fondo y K2 es una agrupación de color de primer plano.

Según la fórmula (4), cuando el píxel de origen de crecimiento p_i es un píxel de primer plano, $C_1(p_i) = 1$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece sólo a la agrupación de color de primer plano, $C_1(p_i) = 2$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece tanto a la agrupación de color de primer plano como a la agrupación de color de fondo, o ni a la agrupación de color de primer plano ni a la agrupación de color de fondo, y $C_1(p_i) = 4$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece sólo a la agrupación de color de fondo. Por otro lado, cuando el píxel de origen de crecimiento p_j es un píxel de fondo, $C_1(p_i) = 1$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece sólo a la agrupación de color de fondo, $C_1(p_i) = 2$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece tanto a la agrupación de color de primer plano como a la agrupación de color de fondo, o ni a la agrupación de color de primer plano ni a la agrupación de color de fondo, y $C_1(p_i) = 4$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece sólo a la agrupación de color de primer plano.

La fig. 8 es un diagrama que muestra las magnitudes de los costes de crecimiento cuando hay un patrón de textura en la imagen.

Como se muestra en la fig. 8, cuando un píxel migra (vuela) desde el primer plano hasta el primer plano (o desde el fondo hasta el fondo), $C_1(p_i)$ se hace más pequeño, lo que lleva a un menor coste de crecimiento, mientras que cuando un píxel migra desde el primer plano hasta el fondo (o viceversa), $C_1(p_i)$ se hace más grande, conduciendo a un coste de crecimiento más alto.

En consecuencia, se hace posible dividir una imagen en el primer plano y el fondo multiplicando la distancia de color $D(p_i, p_j)$ por los valores de peso incluso si hay un patrón de textura.

5 $C_1(p_i)$ adopta uno de los valores 1, 2 y 4 en la fórmula (4), pero la relación de tamaños es importante y, por ejemplo, $C_1(p_i)$ puede adoptar los valores 0,5, 1 y 2. Sin embargo, el cálculo de los costes de crecimiento puede realizarse mediante enteros aritméticos cuando $C_1(p_i)$ adopta los valores de 1, 2 y 4 y, en vista de los errores de truncamiento, es deseable adoptar la potencia de 2.

10 Por otra parte, $C_2(p_i)$ se representa por la fórmula (4) siguiente:

[Math 5]

$$C_2(p_i) = \begin{cases} 0 & (p_i \in K_1) \\ 1 & (\text{o t h e r w i s e}) \end{cases}$$

15 Según la fórmula (5), cuando el píxel de origen de crecimiento p_j es un píxel de primer plano, $C_2(p_i) = 0$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece sólo a la agrupación de color de primer plano y $C_2(p_i) = 1$ si el candidato de crecimiento p_i no pertenece sólo a la agrupación de color de primer plano. Por otro lado, cuando el píxel de origen de crecimiento p_j es un píxel de fondo, $C_2(p_i) = 0$ si el candidato de crecimiento p_i pertenece sólo a la agrupación de color de fondo y $C_2(p_i) = 1$ si el candidato de crecimiento p_i no pertenece sólo a la agrupación de color de fondo.

20 Es decir, si está claro que el candidato de crecimiento p_i pertenece a la agrupación de color de primer plano o la agrupación de color de fondo, $C_2(p_i) = 0$ y, por tanto, no se acumula el coste de crecimiento (coste j). Por otro lado, si no está claro que el candidato de crecimiento p_i pertenece a la agrupación de color de primer plano o la agrupación de color de fondo, $C_2(p_i) = 1$ y, por tanto, el coste de crecimiento (coste j) se acumula. Al acumular el coste de crecimiento (coste j) de esta manera, puede tratarse correctamente un enclave.

25 Aquí, el enclave significa una región de fondo encerrada dentro de una región de primer plano (o una región de primer plano encerrada dentro de una región de fondo) y corresponde a, por ejemplo, la parte central de una rosquilla. Según el procedimiento por el cual una imagen se divide en el primer plano y el fondo usando líneas de referencia como indicaciones, la unidad de control del sistema 6 no puede reconocer, por ejemplo, un enclave encerrado dentro de una región de primer plano como fondo a menos que se añada una línea de referencia al enclave. Por lo tanto, es necesario invertir el primer plano y el fondo cuando el coste de crecimiento excede un umbral T con el fin de hacer que la unidad de control del sistema 6 reconozca el enclave. El umbral T se puede calcular mediante la fórmula (6) siguiente:

[Math 6]

$$T = \max \{ D(F_b, B_d), D(F_d, B_b) \}$$

35 donde F_b denota el color de primer plano del máximo brillo, F_d denota el color de primer plano del mínimo brillo, B_b denota el color de fondo del máximo brillo y B_d denota el color de fondo del mínimo brillo. Es decir, el umbral T es la mayor (máx) de la distancia $D(F_b, B_d)$ entre el color de primer plano del máximo brillo F_b y el color de fondo del mínimo brillo B_d y la distancia $D(F_d, B_b)$ entre el color de primer plano del mínimo brillo F_d y el color de fondo del máximo brillo B_b .

40 Sin embargo, ya que se produce en general anti-solapamiento (desenfoque en una porción de contorno) en una porción de contorno de un enclave (por ejemplo, una porción límite con una región de primer plano), la distancia de color entre los píxeles adyacentes en la porción de contorno es pequeña y, por lo tanto, es difícil invertir correctamente el primer plano y el fondo basándose en el umbral T . Por lo tanto, en la presente realización, como se describió anteriormente, el primer plano y el fondo se pueden invertir correctamente en un enclave basándose en el umbral T mediante la acumulación del coste de crecimiento (coste j) cuando $C_2(p_i) = 1$ para aumentar el coste de crecimiento.

50 Las figs. 9A y 9B son diagramas que muestran un ejemplo comparativo si el coste de crecimiento no se acumula (fig. 9A) y si el coste de crecimiento se acumula (fig. 9B) cuando hay *anti-solapamiento* en la imagen.

55 En el ejemplo de la fig. 9A, el umbral T no se sobrepasa entre píxeles porque el coste de crecimiento no se acumula, pero en el ejemplo de la fig. 9B, el coste de crecimiento se acumula y, por tanto, el coste de crecimiento cuando se migra de un píxel 91 a un píxel 92 puede exceder el umbral T .

Cuando el coste de crecimiento de cada candidato de crecimiento se calcula como se ha descrito anteriormente, la

unidad de control del sistema 6 realiza un procesamiento de determinación de primer plano/fondo para determinar el candidato de crecimiento que tiene el menor coste de crecimiento calculado como un píxel de primer plano o píxel de fondo (etapa S9). Por ejemplo, se determina que el candidato de crecimiento es el mismo píxel de primer plano o el píxel de fondo que el píxel de referencia (si el píxel de referencia adyacente es un píxel de primer plano, el candidato de crecimiento se determina como un píxel de primer plano) utilizado para calcular la distancia de color (la etapa S6 anterior). El candidato de crecimiento determinado de esta manera será en lo sucesivo tratado como un nuevo píxel de referencia.

En el ejemplo de la fig. 7B, con el píxel 85 que tiene el coste de crecimiento mínimo determinado como un píxel de fondo, los píxeles 87 y 88 adyacentes al píxel 85 se identifican como nuevos candidatos de crecimiento.

Entonces, después de volver a la etapa S4, la unidad de control del sistema 6 determina si hay algún píxel del que aún no se ha determinado si pertenece al primer plano o el fondo y si hay tal píxel (etapa S4: Sí), la unidad de control del sistema 6 pasa a la etapa S5. A continuación, la unidad de control del sistema 6 identifica, entre los píxeles adyacentes situados adyacentes a los nuevos píxeles de referencia, píxeles no identificados como candidatos de crecimiento y realiza, como se describe anteriormente, el procesamiento del cálculo de la distancia de color (etapa S6), el procesamiento del juicio de pertenencia (etapa S7), el procesamiento de cálculo de coste (etapa S8), y el procesamiento de determinación de primer plano/fondo (etapa S9) en los candidatos de crecimiento. Repitiendo tal procesamiento hasta que no queda ningún candidato de crecimiento, los píxeles de la imagen se determinan como un píxel de primer plano o píxel de fondo de uno en uno y cuando, como se muestra en la fig. 7C, todos los píxeles de la imagen se determinan como píxeles de primer plano o píxeles de fondo, la región de primer plano se recorta de la imagen como una región objeto deseada por el usuario en la etapa S10.

A medida que se aproxima el estado de la fig. 7C, puede haber una pluralidad de píxeles de referencia adyacentes a algunos candidatos de crecimiento y, en tal caso, se calculan la distancia de color para cada píxel de referencia y el coste de crecimiento y se determina si el candidato de crecimiento es el mismo píxel de primer plano o píxel de fondo que el píxel de referencia que tiene un coste de crecimiento más pequeño.

Según la realización, como se describió anteriormente, una agrupación de color de primer plano y una agrupación de color de fondo se registran con antelación identificando cada cubo de referencia al que pertenecen los píxeles de primer plano y los píxeles de fondo designados por el usuario, los píxeles adyacentes situados adyacentes a un píxel de primer plano o píxel de fondo se identifican como candidatos de crecimiento, se realiza en cada candidato de crecimiento el procesamiento de cálculo de la distancia de color y el procesamiento de determinación de pertenencia por el procedimiento de agrupamiento utilizando cubos, se calcula el coste de crecimiento de cada candidato de crecimiento basándose en la distancia de color $D(p_i, p_j)$ obtenida a partir del procesamiento anterior y los pesos basados en si el candidato de crecimiento pertenece la agrupación de color de primer plano o la agrupación de color de fondo, se determina el candidato de crecimiento que tiene el coste de crecimiento más bajo como un píxel de primer plano o píxel de fondo, y tal procesamiento se repite hasta que no hay ningún candidato de crecimiento y por lo tanto, una región objeto (región de primer plano) deseada por el usuario puede ser recortada a alta velocidad.

Cuando aparece un patrón de textura en una región de primer plano o una región de fondo, el coste de crecimiento se calcula según se describió anteriormente después de que los píxeles de cada uno de al menos dos colores diferentes entre sí que constituyen el patrón de textura se designen para registrar cada agrupación (la agrupación de color de primer plano o la agrupación de color de fondo) y por tanto, se puede dividir correctamente una imagen en el primer plano y el fondo incluso si hay patrón de textura en la imagen.

Además, al aumentar el coste de crecimiento basándose en la anterior condición de acumulación, se puede provocar correctamente que el primer plano y el fondo se inviertan en un enclave incluso si no hay anti-solapamiento en una parte de contorno del enclave.

Como forma de utilizar el aparato de edición de imagen S según la presente realización, además de la utilización de un ordenador personal como un ordenador independiente, por ejemplo, la configuración y las funciones del aparato de edición de imagen S se pueden incorporar en un servidor Web o similar que presta diversos servicios de información a través de Internet para su uso.

Descripción de los símbolos

1 Unidad de Operación

2 Unidad de visualización

3 Unidad de accionamiento

4 Unidad de almacenamiento

5 Unidad de interfaz de entrada/salida

6 Unidad de control del sistema

7 Bus de sistema

5

S Aparato de edición de imagen

REIVINDICACIONES

1. Un programa de extracción de región de primer plano que hace que un ordenador funcione como:

5 un medio de control de visualización para hacer que se muestre una imagen (S1);

un medio de aceptación para aceptar la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen, por un usuario (S2);

10 un medio de identificación del espacio de color dividido para realizar un procesamiento de identificación del espacio de color dividido para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que, después de que el píxel de primer plano designado y el píxel de fondo designado se establecen cada uno como un píxel de referencia, pertenece cada uno de los píxeles de referencia, como un espacio de color dividido de referencia (S3);

15 un medio de cálculo de la distancia de color para realizar un procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada uno de los píxeles de referencia y un píxel adyacente a los mismos (S6);

20 un medio de juicio de pertenencia para realizar de un procesamiento de juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color dividido de referencia;

25 un medio de cálculo de coste para realizar un procesamiento de cálculo de coste para calcular un coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles adyacentes y pesos, estando basados dichos pesos en si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece al espacio de color dividido de referencia (S8); y

30 -un medio de determinación para realizar un procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo (S9),

35 en el que el píxel adyacente determinado se establece como un píxel de referencia para hacer que el ordenador realice repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento de juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación de modo que el ordenador funciona para extraer la región de primer plano de la imagen.

2. El programa de extracción de región de primer plano según la reivindicación 1, en el que

40 si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más pequeño y

si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más grande.

45 3. El programa de extracción de región de primer plano según la reivindicación 1 o 2, en el que

los píxeles de primer plano designados por el usuario son píxeles de primer plano correspondientes a cada uno de al menos dos colores diferentes entre sí que constituyen un patrón de textura que aparece en la región de primer plano.

50 4. El programa de extracción de región de primer plano según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que

55 si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el coste se acumula y, si el coste acumulado supera un umbral, una región de primer plano y una región de fondo se invierten.

5. Un aparato de extracción región de primer plano, que comprende:

60 un medio de control de visualización hacer que se muestre una imagen;

un medio de aceptación para aceptar la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen, por un usuario;

65 un medio de identificación del espacio de color dividido para realizar un procesamiento de identificación del espacio

de color dividido para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que, después de que el píxel de primer plano designado y el píxel de fondo designado se establezcan cada uno como un píxel de referencia, pertenece cada uno de los píxeles de referencia, como un espacio de color dividido de referencia;

5 un medio de cálculo de la distancia de color para realizar un procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada uno de los píxeles de referencia y un píxel adyacente situado adyacente a los mismos;

10 un medio de juicio de pertenencia para realizar un procesamiento de juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color divididos de referencia;

15 un medio de cálculo de coste para realizar un procesamiento de cálculo de coste para calcula un coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles adyacentes y unos pesos, estando basados dichos pesos en si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece al espacio de color dividido de referencia; y

20 un medio de determinación para realizar un procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo,

en el que el píxel adyacente determinado se establece como un píxel de referencia para realizar repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento de juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación para extraer la región de primer plano de la imagen.

25 6. El aparato de extracción de región de primer plano según la reivindicación 5, que está dispuesto de tal manera que si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más pequeño y

30 si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más grande.

35 7. El aparato de extracción de región de primer plano según la reivindicación 5 o 6, que está dispuesto de tal manera que los píxeles de primer plano designados por el usuario son píxeles de primer plano correspondientes a cada uno de al menos dos colores diferentes entre sí que constituyen un patrón de textura que aparece en la región de primer plano.

40 8. El aparato de extracción de región de primer plano según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, que está dispuesto de tal manera que si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el coste se acumula y, si el coste acumulado supera un umbral, una región de primer plano y una región de fondo se invierten.

9. Un procedimiento de extracción de región de primer plano para su ejecución por un ordenador, comprendiendo dicho procedimiento:

45 un proceso de control de visualización para hacer que se muestre una imagen (S1);

un proceso de aceptación para aceptar la designación de al menos un píxel de primer plano en una región de primer plano contenida en la imagen mostrada y al menos un píxel de fondo en una región de fondo contenida en la imagen, por un usuario (S2);

50 un proceso de identificación del espacio de color dividido de realización de un procesamiento de identificación del espacio de color dividido para identificar, de entre una pluralidad de espacios de color divididos creados por un espacio de color tridimensional que se divide, el espacio de color dividido al que, después de que el píxel de primer plano designado y el píxel de fondo designado se establezcan cada uno como un píxel de referencia, pertenece cada uno de los píxeles de referencia, como un espacio de color dividido de referencia (S3);

55 un proceso de cálculo de la distancia de color de realización de un procesamiento de cálculo de la distancia de color para calcular una distancia de color en el espacio de color entre cada uno de los píxeles de referencia y un píxel adyacente a los mismos (S6);

60 un proceso de juicio de pertenencia de realización de un procesamiento de juicio de pertenencia para juzgar si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece a cada uno de los espacios de color divididos de referencia;

65 un proceso de cálculo de coste de realización de un procesamiento de cálculo de coste para calcular un coste de cada uno de los píxeles adyacentes, basándose en la distancia de color calculada para cada uno de los píxeles y unos pesos, estando basados dichos pesos en si cada uno de los píxeles adyacentes pertenece al espacio de color

dividido de referencia (S8); y

un proceso de determinación de realización de un procesamiento de determinación para determinar el píxel adyacente que tiene el coste calculado más bajo como un píxel de primer plano o un píxel de fondo (S9),

5 en el que el píxel adyacente determinado se establece como un píxel de referencia para realizar repetidamente el procesamiento de cálculo de la distancia de color, el procesamiento del juicio de pertenencia, el procesamiento de cálculo de coste, y el procesamiento de determinación para extraer la región de primer plano de la imagen.

10 10. El procedimiento de extracción de región de primer plano según la reivindicación 9, en el que si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más pequeño y

15 si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el peso se hace más grande.

20 11. El procedimiento de extracción de región de primer plano según la reivindicación 9 o 10, en el que los píxeles de primer plano designados por el usuario son píxeles de primer plano correspondientes a cada uno de al menos dos colores diferentes entre sí que constituyen un patrón de textura que aparece en la región de primer plano.

25 12. El procedimiento de extracción de región de primer plano según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que si el píxel adyacente situado adyacente al píxel de referencia no pertenece al espacio de color dividido de referencia, el coste se acumula y, si el coste acumulado excede un umbral, una región de primer plano y una región de fondo se invierten.

13. Un medio de grabación en el que se graba de manera legible por un ordenador un programa de extracción de región de primer plano según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

FIG.1

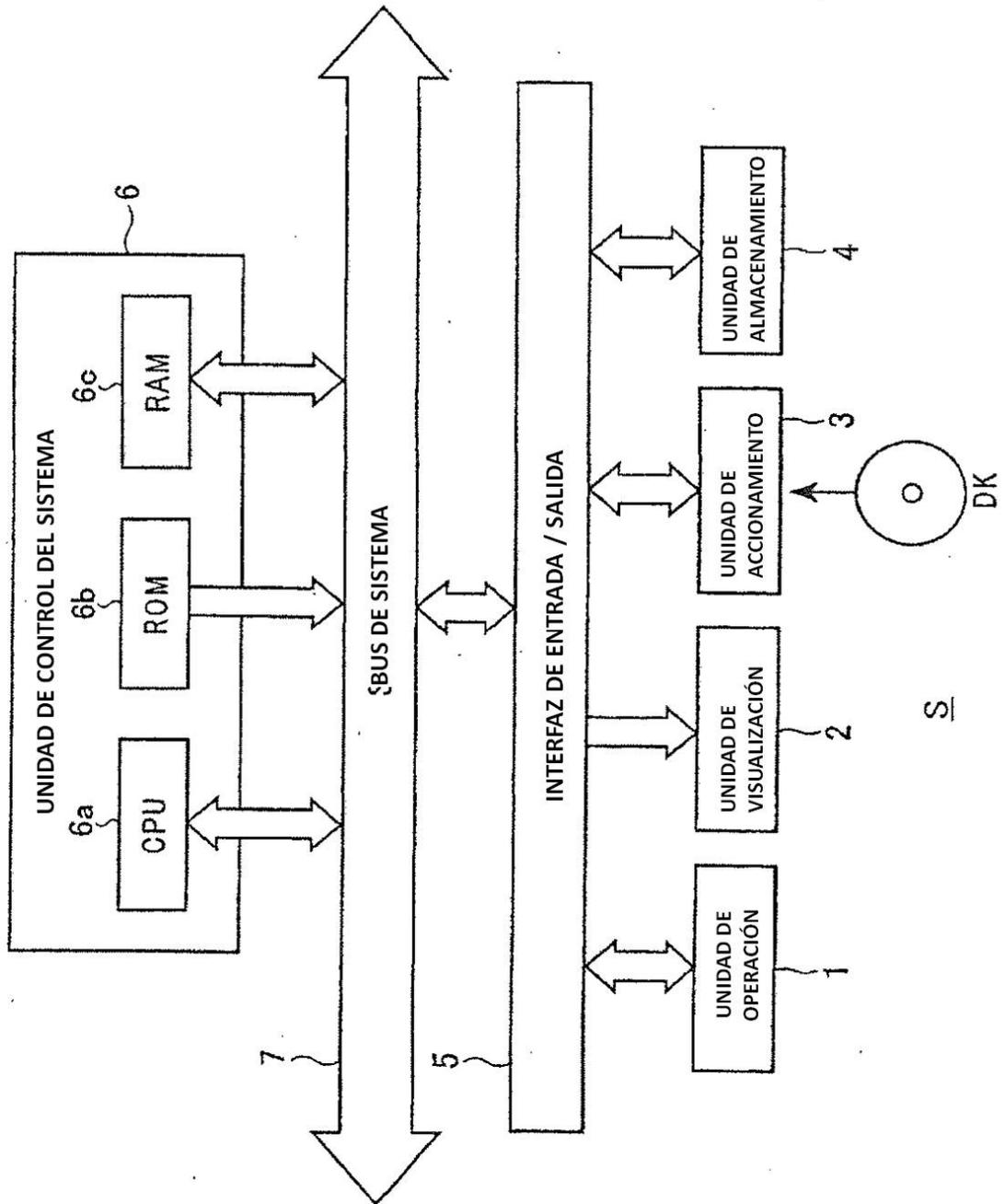


FIG. 2

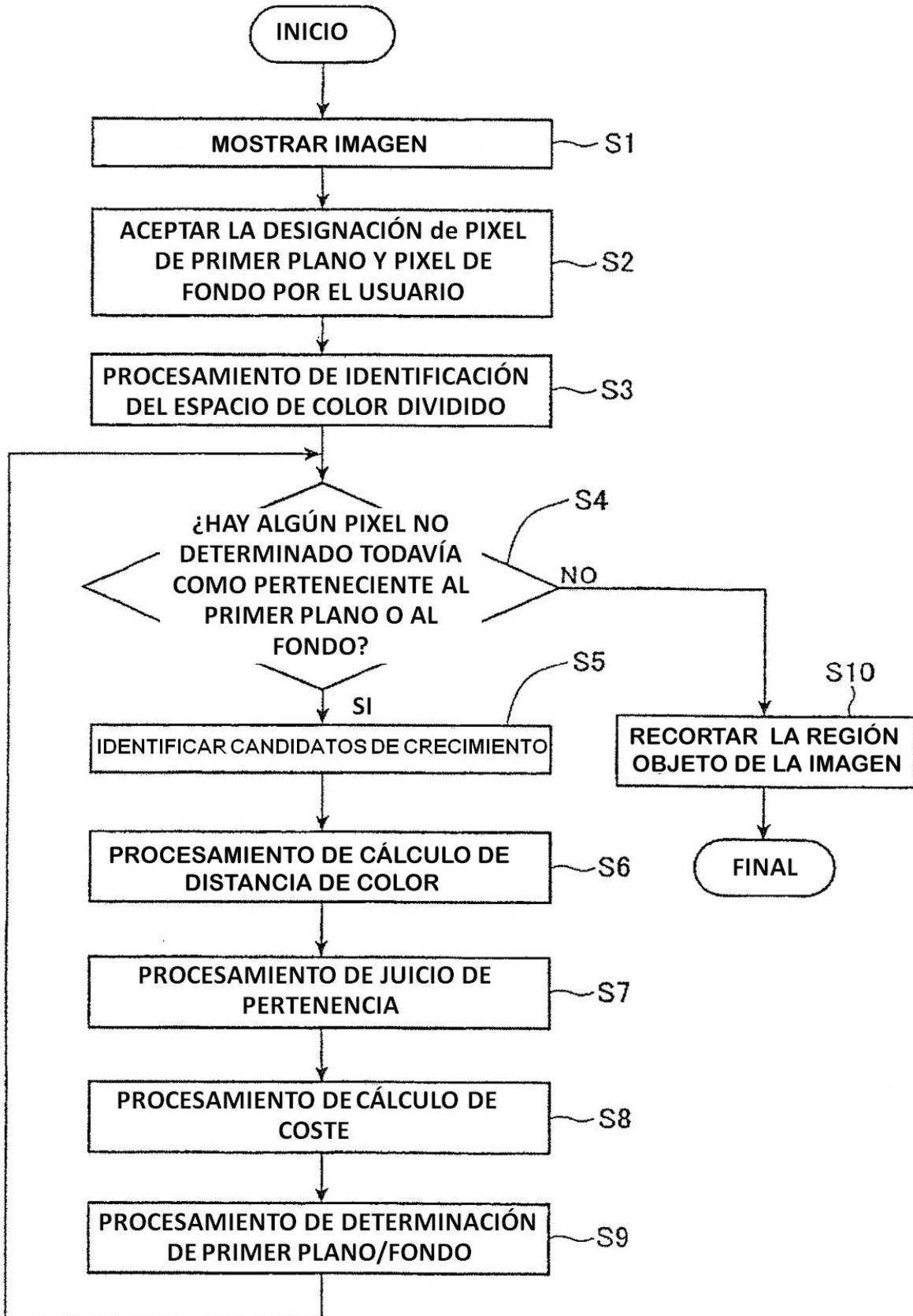


FIG. 3

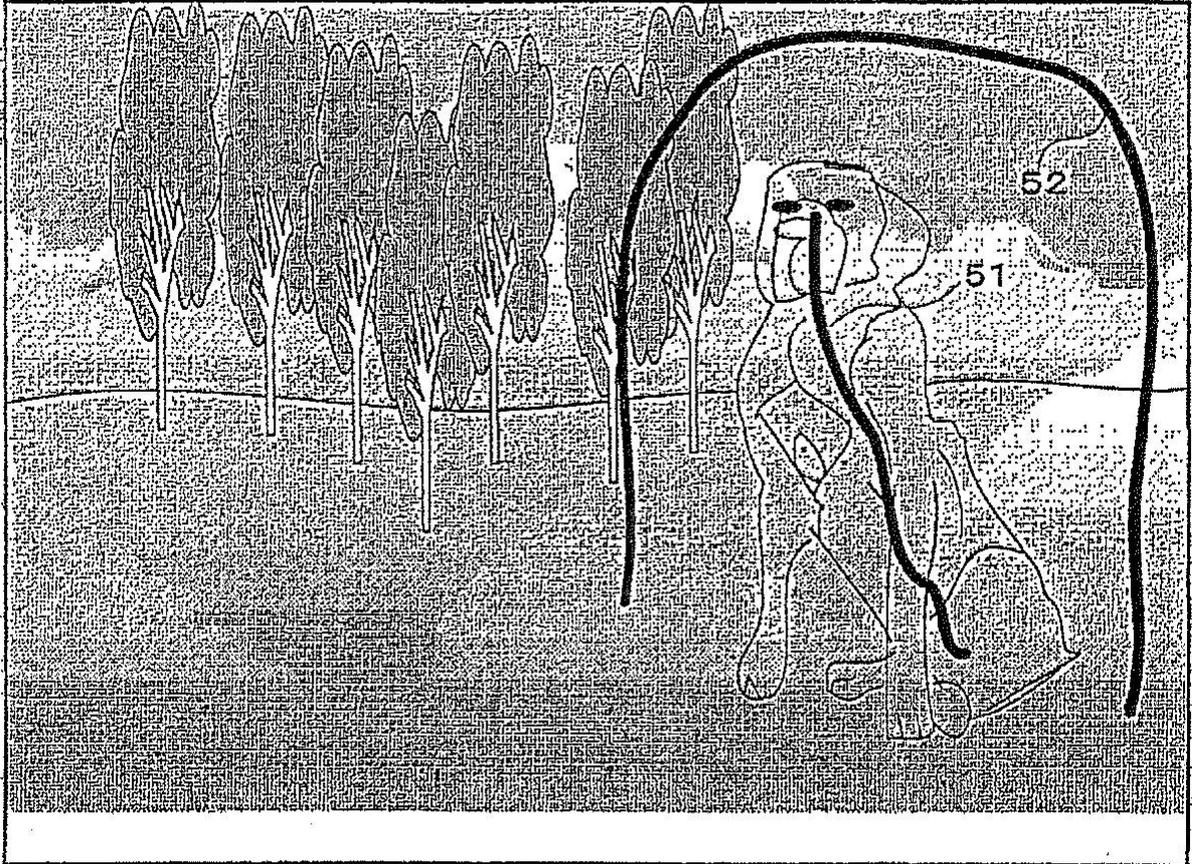


FIG.4

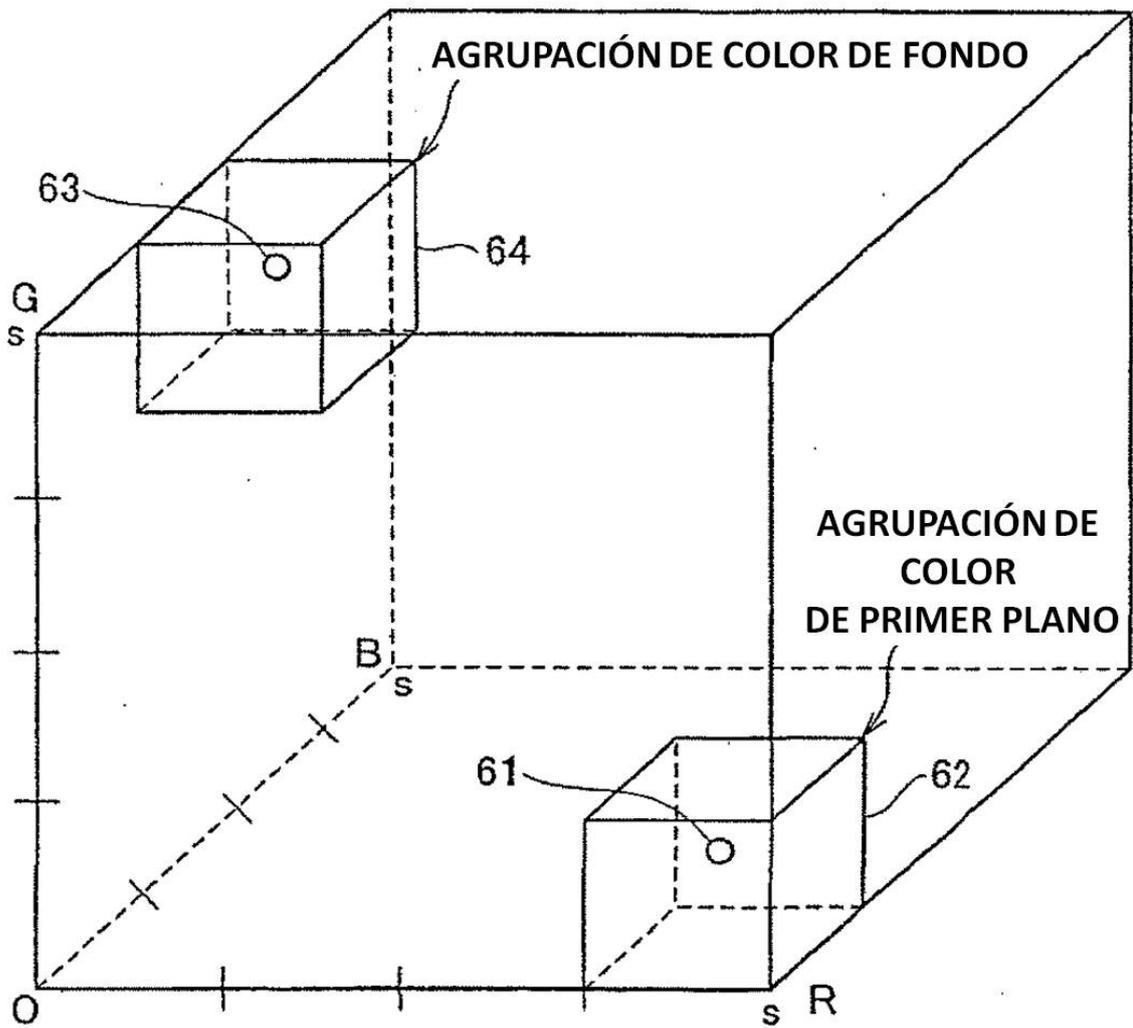


FIG. 5

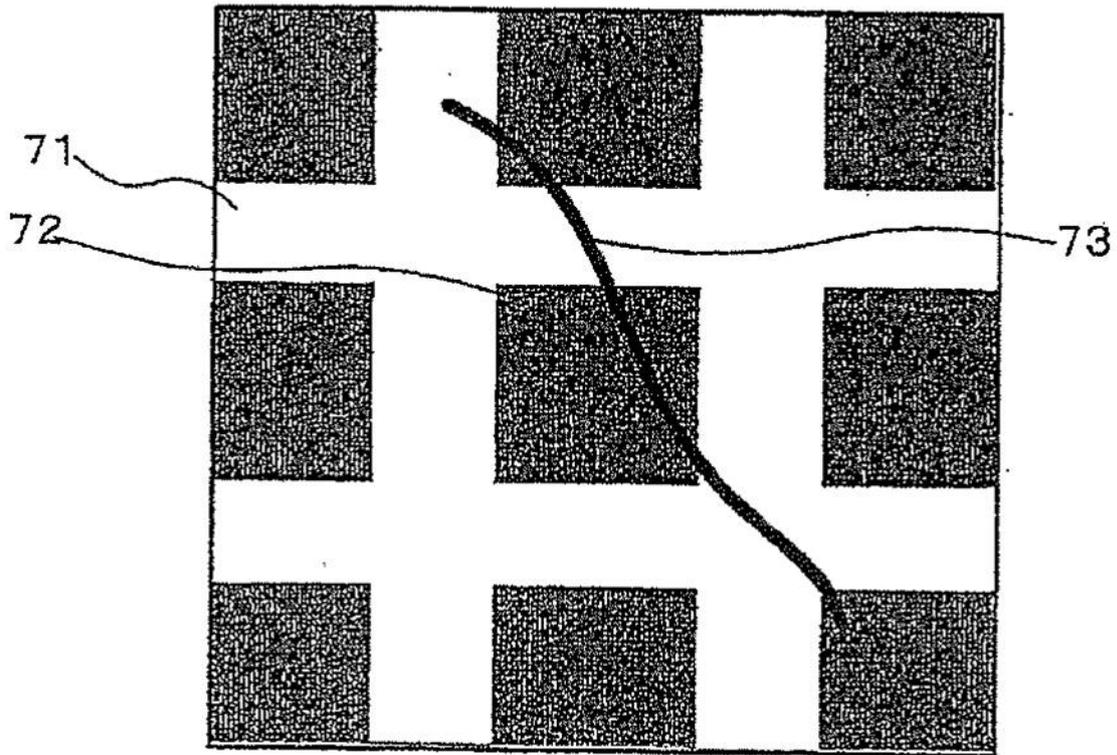


FIG.6

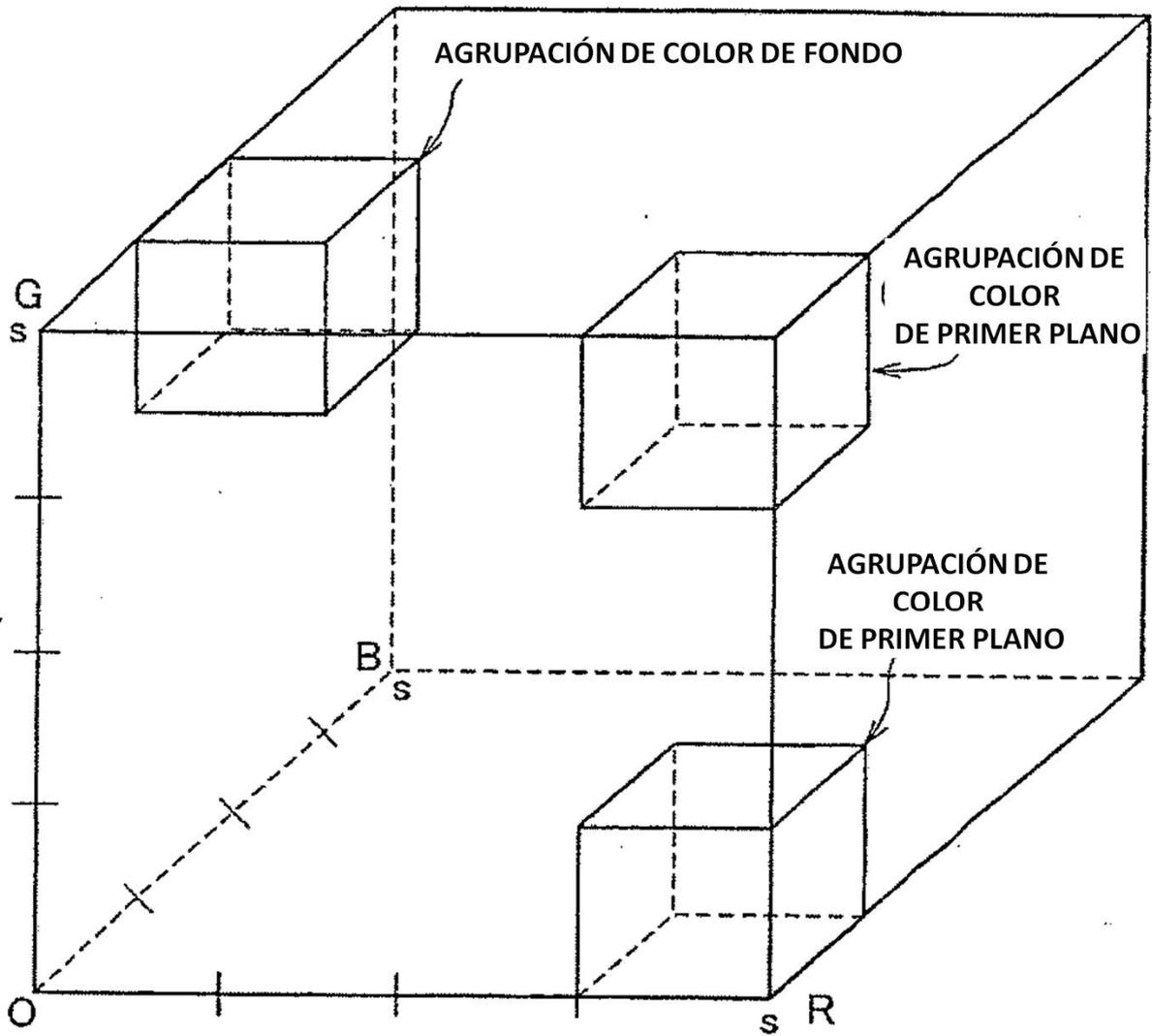


FIG.7A

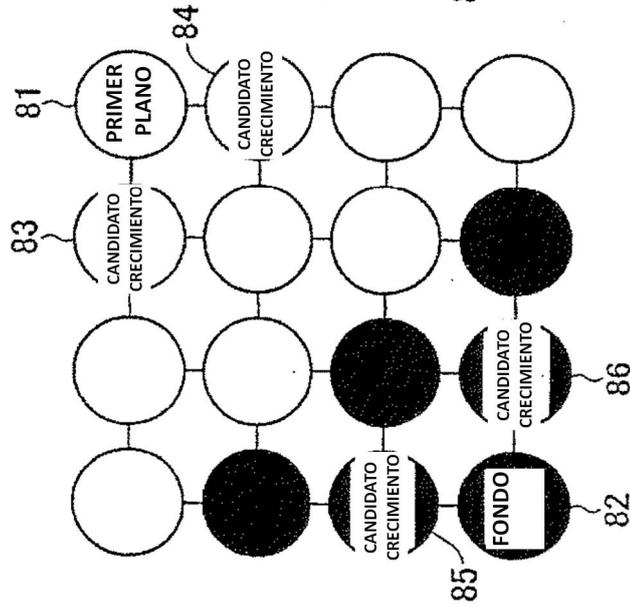


FIG.7B

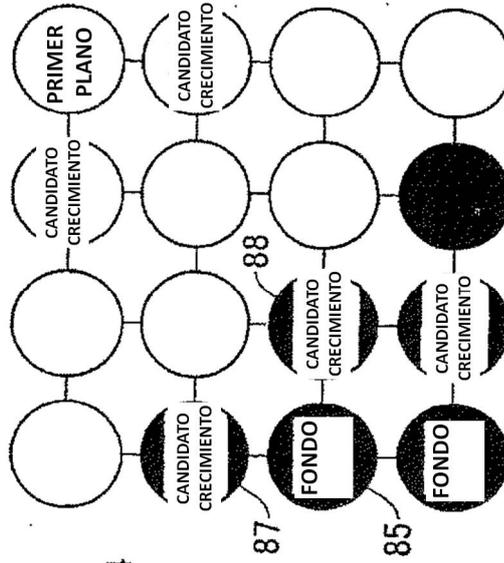


FIG.7C

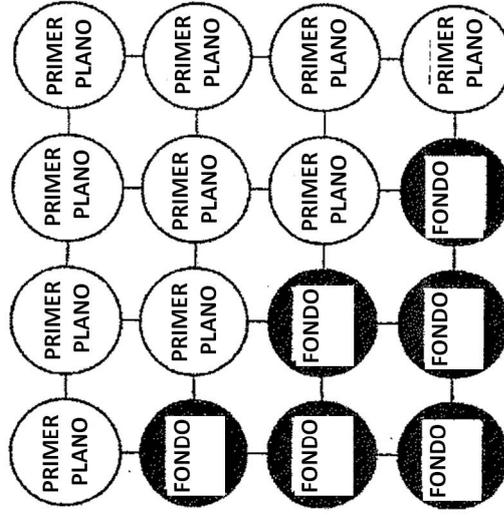


FIG.8

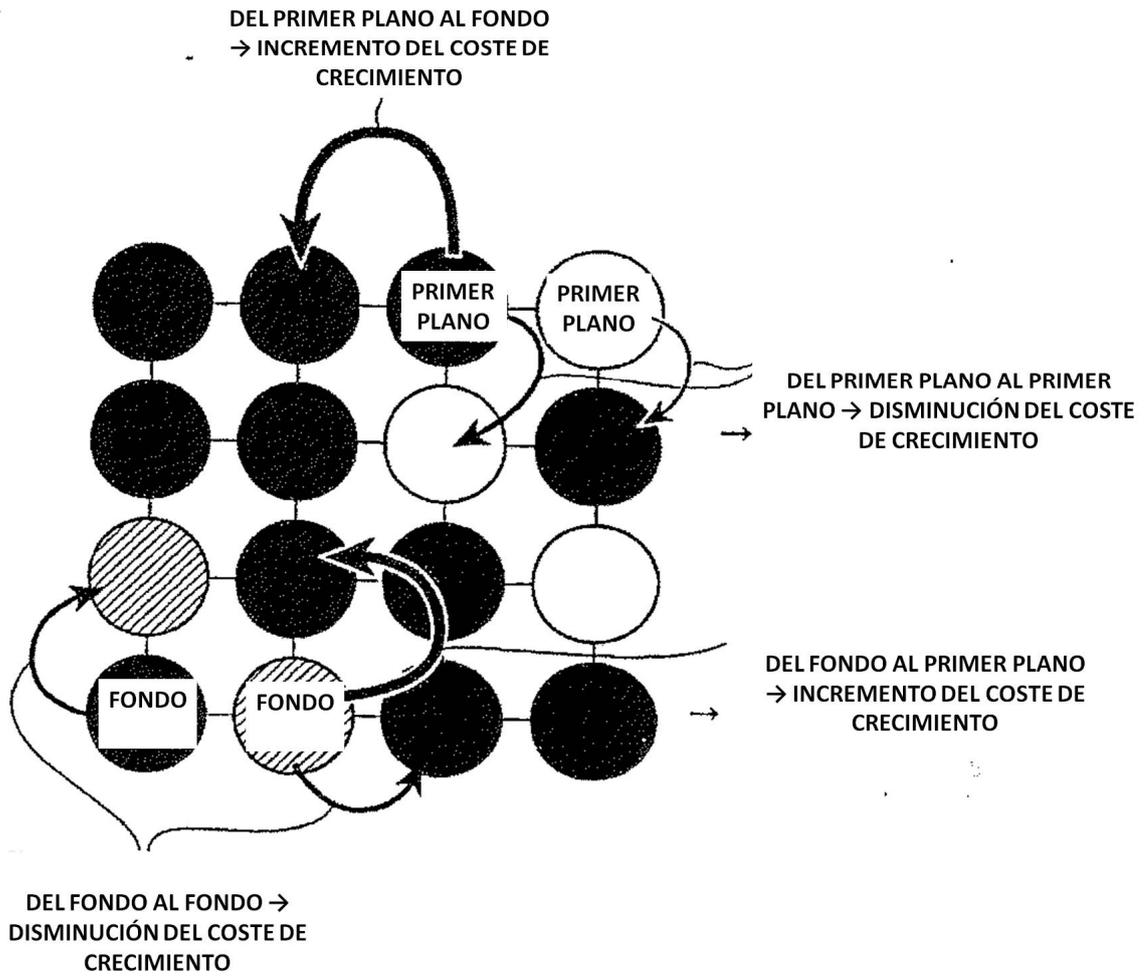
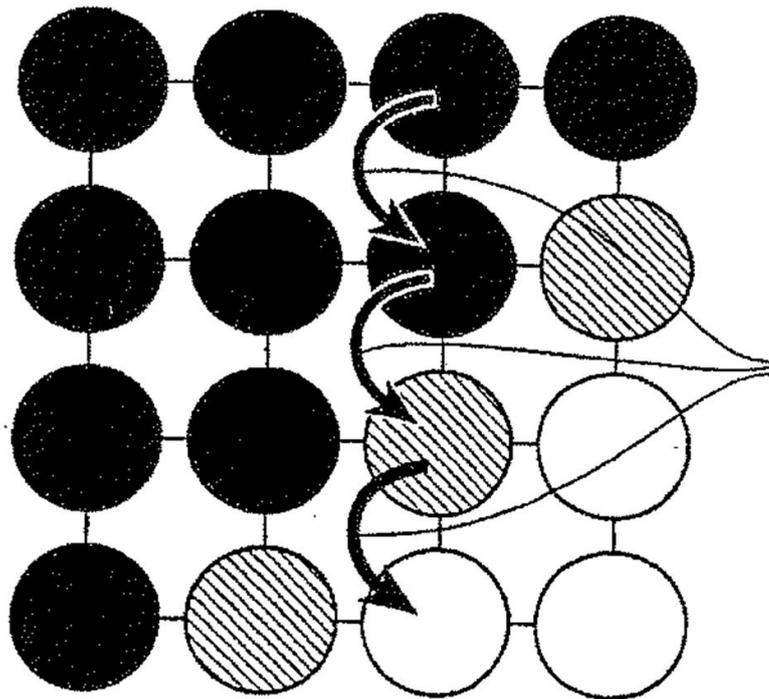
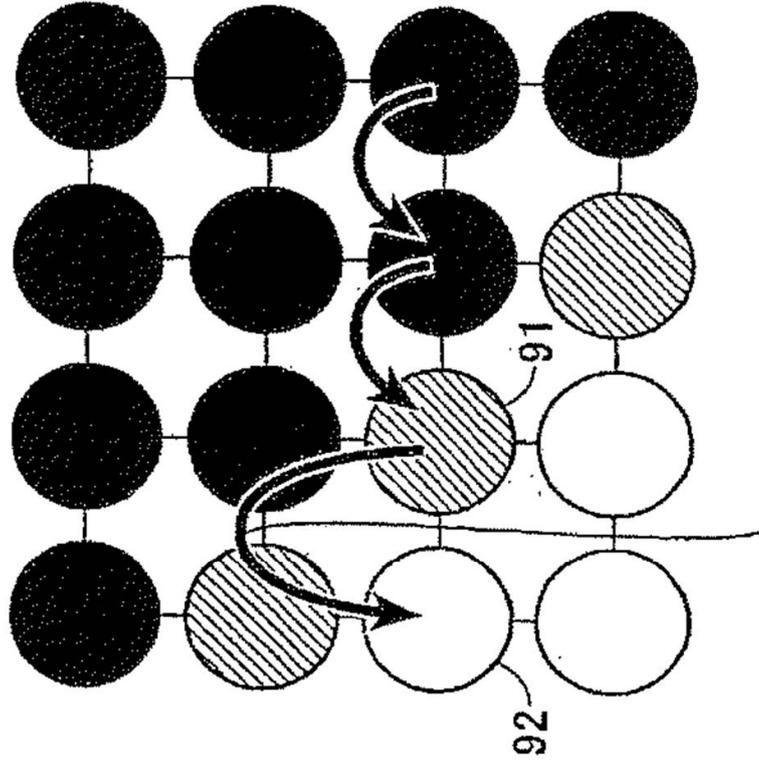


FIG.9A



DISMINUCIÓN DEL COSTE DE CRECIMIENTO

FIG.9B



INCREMENTO DEL COSTE DE CRECIMIENTO