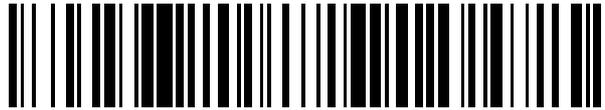


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 051**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2012** **E 12173823 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2680224**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar una imagen de profundidad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2015

73 Titular/es:

VESTEL ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET A.S.
(100.0%)
Organize Sanayi Bölgesi
45030 Manisa, TR

72 Inventor/es:

BASTUG, AHMET y
OZER, NURI

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 533 051 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

Procedimiento y dispositivo para determinar una imagen de profundidad

- 5 **[0001]** Diversas realizaciones se refieren en general al procesamiento de imagen. Además, diversas realizaciones se refieren a un procedimiento y a un dispositivo para determinar una imagen de profundidad.
- 10 **[0002]** Con el desarrollo y el éxito de las tecnologías de tres dimensiones (3D), su aplicación no se limita a películas en 3D en cines, sino que se extiende a la electrónica doméstica, tal como televisores 3D y otros productos de consumo 3D. La visión 3D o visión estereoscópica puede ser creada usualmente mediante la presentación a un observador de dos conjuntos de imágenes ligeramente diferentes, donde un conjunto incluye imágenes de ojo izquierdo correspondientes a un punto de vista de ojo izquierdo, mientras que el otro conjunto incluye imágenes de ojo derecho correspondientes a un punto de vista de ojo derecho. Las pantallas 3D (por ejemplo, CRT, LCD, plasma, etc.) muestran vistas de ojo izquierdo y de ojo derecho sobre la misma superficie, y por multiplexación espacial o temporal, hacen que el ojo izquierdo de un observador sólo vea la vista de ojo izquierdo y que el ojo derecho sólo vea la vista de ojo derecho. Las disparidades entre las dos vistas proporcionan una visión con percepción de profundidad para el observador, y hacen que dicho espectador perciba una visión estereoscópica.
- 15 **[0003]** Las Imágenes bidimensionales (2D) con múltiples puntos de vista, son usualmente necesarios para proporcionar una imagen o video en 3D con información de profundidad. Sin embargo, los contenidos en 3D accesibles son insuficientes, por ejemplo, limitados a unos pocos deportes y emisiones de documentales obtenidos por cuotas de suscripción caras, debido a los elevados costos de rodaje de películas en 3D y la preparación de video estéreo en 3D.
- 20 **[0004]** En situaciones en las que sólo está disponible contenido en 2D, una posible solución es crear contenido en 3D a partir de contenido en 2D mediante el cálculo de mapa de profundidad de las tramas de imagen. En el cálculo de mapas de profundidad para tramas de imagen, el ruido sigue siendo un problema que necesita ser considerado para determinar mapas de profundidad precisos.
- 25 **[0005]** El documento de patente US6584219B1 revela un sistema para conversión de imagen 2D/3D. Dicho sistema comprende medios de cálculo de valor de fase objetivo para calcular un valor de fase objetivo por región de cálculo de paralaje basado en un margen dinámico de un valor de fase objetivo preestablecido e información de profundidad por área unitaria dada generada por medios de generación de información de profundidad; medios de cálculo de valor de fase real que calculan un valor de fase real actual por región cálculo de paralaje como una manera de aproximar progresivamente un valor de fase real a un valor de fase objetivo de una región de cálculo de paralaje con un valor de fase real anterior correspondiente y luego determinan un valor de fase real actual por área unitaria dada a partir del valor de fase real actual por región de cálculo de paralaje obtenida de este modo; y medios de control de fase para producir una primera señal de imagen y una segunda señal de imagen a partir de una señal residente en cada área unitaria dada de la imagen de entrada en 2D, teniendo las primera y segunda señales de imagen una diferencia de fase horizontal entre ellas basada en el valor de fase real actual correspondiente al área unitaria dada.
- 30 **[0006]** Otro documento de patente WO2007063478A2 describe un procedimiento y un aparato para visualización de imagen estereoscópica. Según este documento, unos datos de imagen 2D se convierten en datos de imagen 3D. Durante dicha conversión, la imagen se divide, basándose en las características de enfoque, en dos o más regiones, se determina a qué región pertenece un contorno que separa dos regiones. Las regiones son ordenadas en profundidad de acuerdo a la regla de que una región que comprende un contorno es más cercana al observador que una región adyacente y la información de profundidad 3-D de regiones, se asigna de acuerdo con el orden de profundidad establecido para las regiones. Preferentemente a cada una de las regiones se asigna una profundidad, dependiendo de una característica de enfoque media o promedio de la región.
- 35 **[0007]** Diversas realizaciones proporcionan un procedimiento y un dispositivo para la determinación de una imagen de profundidad para una imagen digital.
- 40 **[0008]** Diversas realizaciones proporcionan un procedimiento para determinar una imagen de profundidad para una imagen digital que incluye una pluralidad de elementos de imagen. El procedimiento puede incluir el filtrado de contorno de la imagen digital para determinar un mapa de contorno, en el que el mapa de contorno incluye una pluralidad de valores de contorno y cada valor de contorno se asocia con, al menos, un elemento de imagen; determinar para cada región de mapa de contorno una pluralidad de regiones de mapa de contorno y una métrica de región de mapa de contorno; determinar para cada región de mapa de contorno si la métrica de región de contorno respectiva satisface un criterio predefinido; determinar como un primer valor el número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno satisface el criterio predefinido; determinar como un segundo valor el número de regiones de mapa de contorno en que las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido; y determinar la profundidad de imagen, utilizando dicho primer valor y dicho segundo valor.
- 45 **[0009]** Diversas realizaciones proporcionan un procedimiento y un dispositivo para determinar una imagen de profundidad para una imagen digital. Hay realizaciones que proporcionan información de profundidad más precisa para imagen o vídeo en 2D, de manera que la imagen o vídeo en 2D se puede convertir en imagen o vídeo en 3D, utilizando la imagen de profundidad determinada.
- 50 **[0010]** Diversas realizaciones están dirigidas a un procedimiento para determinar una imagen de profundidad para una imagen digital que incluye una pluralidad de elementos de imagen (también referidos como píxeles). El procedimiento puede incluir filtrado de contorno de la imagen digital para determinar un mapa de contorno, en el que el mapa de contorno incluye una pluralidad de valores de contorno y cada valor de contorno se asocia con, al
- 55
- 60
- 65

menos, un elemento de imagen; determinar para cada región de mapa de contorno de una pluralidad de regiones de mapa de contorno una métrica de región de mapa de contorno; determinar para cada región de mapa de contorno si la métrica de región de contorno respectiva satisface un criterio predefinido; determinar como un primer valor el número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido; determinar como un segundo valor el número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido; y determinar la imagen de profundidad utilizando dicho primer valor y dicho segundo valor.

[0011] La imagen digital puede ser una imagen en 2D, por ejemplo, una imagen captada por una cámara desde un único punto de vista. La imagen digital puede ser una trama de imagen de un vídeo que incluye una secuencia de tramas de imagen. Para fines de simplicidad, el procedimiento y dispositivo de esta descripción, se describen con respecto a imágenes, pero se entiende que el procedimiento y el dispositivo de las realizaciones pueden aplicarse de forma similar a cada trama de imagen del vídeo para procesar todo el vídeo.

[0012] En una realización, la filtración de contorno puede incluir la filtración de máximo-mínimo, basándose en la diferencia entre un valor máximo y un valor mínimo dentro de una región de imagen predefinida. Por ejemplo, para cada elemento de imagen de la imagen digital, puede determinarse un valor de elemento de imagen máximo asociado con un elemento de imagen en una región vecina predeterminada del respectivo elemento de imagen y puede determinarse un valor de elemento de imagen mínimo asociado a un elemento de imagen en una región vecina predefinida del respectivo elemento de imagen, y pudiendo determinarse un valor diferencial entre el valor de elemento de imagen máximo y el valor de elemento de imagen mínimo. El valor de contorno asociado con el elemento de imagen puede ser determinado a partir del valor diferencial. En otras realizaciones, la filtración de contorno puede utilizar otra filtración adecuada para la detección de los contornos, tal como filtración de máximo y filtración de promedio, por ejemplo. En algunas realizaciones, la filtración de contorno puede incluir un detector de contorno de Canny, un operador Sobel, o cualesquiera otros algoritmos de detección de contorno adecuados.

[0013] En una realización, la imagen digital puede ser dividida en una pluralidad de bloques, en donde cada bloque incluye una pluralidad de elementos de píxel. Cada valor de contorno determinado puede asociarse con un bloque de elementos de píxel.

[0014] En una realización, la imagen digital puede ser una imagen en escala de grises. El valor de elemento de imagen utilizado en la filtración de contorno puede referirse al valor de intensidad del elemento de imagen en la imagen de escala de grises.

[0015] En otra realización, la imagen digital puede ser una imagen en color, que se puede representar utilizando modelos de color existentes, tales como RGB (rojo, verde, azul) y modelo de color CMYK (cian, magenta, amarillo y negro), en el que los valores de color respectivos (en general valores de elemento de imagen) son asociados con uno o más elementos de imagen. El valor de elemento de imagen utilizado en la filtración de contorno puede referirse a un valor medio ponderado de los valores de los componentes de color. En un ejemplo ilustrativo en el que la imagen digital es una imagen RGB, la imagen RGB se puede convertir al espacio de color YC_bC_r , incluyendo un componente Y que representa el componente de luminancia y componentes C_b y C_r que representan los componentes de crominancia diferencia-azul y diferencia-rojo. En este ejemplo, el valor de elemento de imagen utilizado en la filtración de contorno puede referirse al valor de componente Y del elemento de imagen en la imagen de color.

[0016] De acuerdo con una realización, en la determinación de la imagen de profundidad, para cada elemento de imagen asociado a un valor de profundidad, se puede determinar si el elemento de imagen está situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisfaga el criterio predefinido. En caso de que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva, satisface el criterio predefinido, el valor de profundidad asociado puede ser reducido por un primer valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en de ruido fondo. En caso de que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva, no satisfaga el criterio predefinido, el valor de profundidad asociado puede ser reducido mediante un segundo valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo. El segundo valor de adaptación de ruido de fondo puede ser menor que el primer valor de adaptación de ruido de fondo. La imagen de profundidad puede incluir los valores de profundidad adaptados en ruido de fondo respectivamente determinados.

[0017] De acuerdo con una realización, la métrica de región de mapa de contorno para cada región de mapa de contorno puede incluir el número de valores de contorno altos y el número de valores de contorno bajos en la región de mapa de contorno respectiva. En esta realización, los valores de contorno altos pueden representar valores de contorno mayores que un umbral alto predeterminado (por ejemplo un valor umbral de 96), y los valores de contorno bajos pueden representar valores de contorno inferiores a un umbral bajo predeterminado (por ejemplo, un valor umbral de 6).

[0018] En una forma de realización, el criterio predefinido puede ser si la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa un primer valor umbral de contorno predefinido. En una realización ilustrativa, la determinación de si la métrica de región de mapa de contorno satisface el criterio predefinido, puede incluir determinar si el número de valores de contorno altos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido. Si el número de valores de contorno altos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido, la región de contorno asociada puede referirse como una región de frecuencia alta, que indica que la región de mapa de contorno incluye un número suficiente de valores de contorno altos.

- 5 **[0019]** En una realización adicional, si la métrica de región de mapa de contorno no satisface el criterio predefinido puede ser que la métrica de región de mapa de contorno sobrepase un segundo valor de umbral de contorno predefinido. El segundo valor umbral de contorno predefinido puede ser diferente del primer valor umbral de contorno predefinido. En una realización ilustrativa, si la métrica de región de contorno sobrepasa el segundo valor umbral de contorno predefinido puede incluir que el número de valores de contorno bajos en la métrica de región de mapa de contorno sobrepase el segundo valor umbral de contorno predefinido. Si el número de valores de contorno bajos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido, la región de mapa de contorno asociada puede referirse a como una región de frecuencia baja, lo que indica que la región de mapa de contorno incluye número suficiente de valores de contorno bajos.
- 10 **[0020]** De acuerdo con una realización adicional, en la determinación de la imagen de profundidad, se puede determinar si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja a partir del primer valor y del segundo valor. En caso de que la imagen digital ni es una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, puede determinarse un valor a escala de profundidad respectivo para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen mediante la reducción del valor de profundidad por una primera escala de profundidad. En caso de que la imagen digital es o bien una imagen de frecuencia alta bien una imagen de frecuencia baja, puede determinarse un valor a escala de profundidad respectivo para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen, reduciendo el valor de profundidad por una segunda escala de profundidad. La primera escala de profundidad puede ser menor que la segunda escala de profundidad.
- 15 **[0021]** En una realización, la imagen digital puede ser determinada como una imagen de frecuencia alta en caso que el primer valor sobrepase un primer valor umbral de frecuencia. En una realización, el primer valor puede representar el número de regiones de mapa de contorno en las que el número respectivo de valores de contorno altos supera el primer valor umbral de contorno predefinido, es decir, el número de regiones de frecuencia alta.
- 20 **[0022]** En otra realización, la imagen digital puede ser determinada como una imagen de frecuencia baja en caso que el segundo valor supere un segundo valor umbral de frecuencia. El segundo valor umbral de frecuencia puede ser diferente del primer valor umbral de frecuencia. El segundo valor puede representar el número de regiones de mapa de contorno en las que el número respectivo de valores de contorno bajos supera el segundo valor umbral de contorno predefinido, es decir, el número de regiones de frecuencia baja.
- 25 **[0023]** En una realización, la imagen de profundidad se puede determinar utilizando el primer valor y el segundo valor. En una realización, la imagen de profundidad puede ser determinada a partir del mapa de contorno a través de una función de mapeo lineal por tramos. En otra realización, la imagen de profundidad puede ser determinada basándose en el mapa de contorno a través de una función de mapeo de curva en S. Otras funciones de mapeo adecuadas también pueden ser utilizadas en otras realizaciones.
- 30 **[0024]** Otra realización se refiere a un dispositivo para determinar una imagen de profundidad para una imagen digital que incluye una pluralidad de elementos de imagen (también referidos como píxeles). El dispositivo puede incluir una filtración de contorno configurada para filtrar la imagen digital y determinar un mapa de contorno, en el que el mapa de contorno incluye una pluralidad de valores de contorno y cada valor de contorno se asocia con, al menos un elemento de imagen. El dispositivo puede incluir además un procesador configurado para determinar, para cada región de mapa de contorno una pluralidad de regiones de mapa de contorno y una métrica de región de mapa de contorno; determinar para cada región de mapa de contorno si la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface un criterio predefinido; determinar como un primer valor, el número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido; determinar como un segundo valor, el número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido; y determinar la profundidad de imagen utilizando el primer valor y el segundo valor.
- 35 **[0025]** De acuerdo con una forma de realización, el procesador puede configurarse para determinar la profundidad de imagen, incluyendo la determinación para cada elemento de imagen asociado a un valor de profundidad, si el elemento de imagen está situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno satisface el criterio predefinido. En caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno en la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido, el valor de profundidad asociado puede ser reducido por un primer valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo. En caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido, el valor de profundidad asociado puede ser reducido por un segundo valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo. El segundo valor de adaptación de ruido de fondo, puede ser menor que el primer valor de adaptación de ruido de fondo. La imagen de fondo puede incluir los valores de profundidad adaptados en ruido de fondo respectivamente determinados.
- 40 **[0026]** En una realización, el criterio predefinido puede ser si la métrica de región de mapa de contorno, sobrepasa un primer valor umbral de contorno predefinido. En una realización ilustrativa, la determinación de si la métrica de región de mapa de contorno, satisface el criterio predefinido puede incluir determinar si el número de valores de contorno altos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido. Si el número de valores de contorno altos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido, la región de mapa de contorno asociada puede referirse como una región de frecuencia alta, lo que indica que la región de mapa de contorno incluye número suficiente de valores de contorno altos.
- 45 **[0027]** En una realización adicional, la métrica de región de mapa de contorno no satisface el criterio predefinido puede ser si la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa un segundo valor umbral de contorno predefinido.
- 50
- 55
- 60
- 65

El segundo valor umbral de contorno predefinido puede ser diferente del primer valor umbral de contorno predefinido. En una realización ilustrativa, si la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa el segundo valor umbral de contorno predefinido puede incluir si el número de valores de contorno bajos en la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa el segundo valor umbral de contorno predefinido. Si el número de valores de contorno bajos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido, la región de mapa de contorno asociada puede referirse como una región de frecuencia baja, lo que indica que la región de mapa de contorno incluye número suficiente de valores de contorno bajos.

[0028] De acuerdo con una realización adicional, el procesador puede estar configurado para determinar si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja a partir del primer valor y el segundo valor. En caso que la imagen digital ni es una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, un valor de profundidad a escala respectivo se puede determinar para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen, mediante la reducción del valor de profundidad por una primera escala de profundidad. En caso que la imagen digital es o bien una imagen de frecuencia alta o bien una imagen de frecuencia baja, un valor de profundidad a escala respectivo se puede determinar para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen mediante la reducción del valor de profundidad por una segunda escala de profundidad. La primera escala de profundidad puede ser menor que la segunda escala de profundidad.

[0029] En una realización, el procesador puede configurarse para determinar que la imagen digital sea una imagen de frecuencia alta en caso que el primer valor supere un primer valor umbral de frecuencia. En una realización, el primer valor puede representar el número de regiones de mapa de contorno en las que el número respectivo de valores de contorno altos supera el primer valor umbral de contorno predefinido, es decir, el número de regiones de frecuencia alta.

[0030] En otra realización, el procesador puede configurarse para determinar que la imagen digital es una imagen de frecuencia baja en caso que el segundo valor supere un segundo valor umbral de frecuencia. El segundo valor umbral de frecuencia puede ser diferente del primer valor umbral de frecuencia. El segundo valor puede representar el número de regiones de mapa de contorno en las que el número respectivo de valores de contorno bajos supera el segundo valor umbral de contorno predefinido, es decir, el número de regiones de frecuencia baja.

[0031] Diversas realizaciones descritas en el contexto del procedimiento para la determinación de una imagen de profundidad para una imagen digital son, análogamente, válidas para el dispositivo, y viceversa.

[0032] El filtro y el circuito, tal como el filtro de contorno y el procesador, pueden cada uno estar configurados para llevar a cabo las funciones descritas en el procedimiento de diversas realizaciones anteriores.

[0033] En una realización, los diferentes "filtro" y "procesador" comprendidos en el dispositivo y un "circuito", pueden entenderse como cualquier tipo de entidad de implementación lógica, que pueden ser circuitos de propósito especial o un software de ejecución de procesador almacenado en una memoria, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Así, en una realización, un "filtro", "procesador" o "circuito", puede ser un circuito lógico cableado o un circuito lógico programable tal como un procesador programable, por ejemplo, un microprocesador (por ejemplo, un procesador de ordenador con juego de instrucciones complejo (CISC) o un procesador de ordenador con juego de instrucciones reducido (RISC)). Un "filtro", "procesador" o "circuito", también puede ser un software de ejecución de procesador, por ejemplo, cualquier tipo de programa de ordenador que utilice un código de máquina virtual, como por ejemplo, Java. Cualquier otro tipo de implementación de las respectivas funciones descritas en las realizaciones de esta descripción también puede ser entendida como un "filtro", "procesador" o "circuito", de acuerdo con una realización alternativa.

[0034] En una realización, el dispositivo para la determinación de una imagen de profundidad puede ser un circuito descrito anteriormente configurado para realizar el procedimiento para determinar una imagen de profundidad para una imagen digital.

[0035] En otra realización, se puede proporcionar un soporte de almacenamiento legible por ordenador que tenga un programa almacenado en el mismo, en el que el programa es para hacer que un ordenador ejecute un procedimiento descrito en las realizaciones anteriores. El soporte de almacenamiento legible por ordenador puede incluir cualquier dispositivo de almacenamiento de datos, tales como una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), CD-ROM, cintas magnéticas, discos flexibles y dispositivos de almacenamiento de datos ópticos.

[0036] En este contexto, el dispositivo como se describe en esta descripción, puede incluir una memoria que es por ejemplo utilizada en el procesamiento llevado a cabo por el dispositivo. Una memoria utilizada en las realizaciones puede ser una memoria volátil, por ejemplo, una DRAM (Dynamic Random Access Memory [Memoria de acceso aleatorio dinámica]), o una memoria no volátil, por ejemplo, una PROM (Programmable Read Only Memory [memoria de solo lectura programable]), una EPROM (PROM regrabable), EEPROM (PROM regrabable eléctricamente), o una memoria flash, por ejemplo, una memoria de puerta flotante, una memoria de captura de carga, una MRAM (magnetoresistive Random Access Memory [memoria de acceso aleatorio magneto-resistiva]) o una PCRAM (Phase Change Random Access Memory [Memoria de Acceso Aleatorio de Cambio de Fase]).

[0037] En los dibujos, los caracteres de referencia similares se refieren generalmente a las mismas partes en todas las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, por el contrario el énfasis se sitúa generalmente para ilustrar los principios de la invención. En la siguiente descripción, se describen diversas realizaciones con referencia a los siguientes dibujos, en los cuales:

- Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de acuerdo con una realización.
- Figura 2 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con una realización.
- Figura 3 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con otra realización.

- Figura 4 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de diferentes números de contorno de acuerdo con una realización.
- Figura 5 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de diferentes regiones de contorno de acuerdo con una realización.
- 5 - Figura 6 muestra un diagrama de flujo que ilustra la clasificación de la imagen digital de acuerdo con una realización.
- Figura 7 muestra un diagrama de flujo que ilustra la clasificación de las regiones de mapa contorno de acuerdo con una realización.
- 10 - Figura 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de la escala de profundidad de acuerdo con una realización.
- Figura 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de los valores de adaptación de ruido de fondo de acuerdo con una realización.
- Figura 10 muestra un diagrama de flujo que ilustra la adaptación de ruido de fondo y la escala de profundidad de acuerdo con una realización.
- 15 - Figura 11 ilustra una función de mapeo entre un mapa de contorno y un mapa de profundidad de acuerdo con una realización.
- Figura 12 muestra un sistema de formación de imagen de acuerdo con una realización.
- [0038]** La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo para determinar una imagen de profundidad de acuerdo con diversas realizaciones.
- 20 **[0039]** El dispositivo 100 puede ser implementado por un sistema de ordenador. En diversas realizaciones, el filtro de contorno y el procesador también pueden implementarse como módulos de ejecución en uno o más sistemas de ordenador. El sistema de ordenador puede incluir una CPU 101 (unidad central de procesamiento), un procesador 103, una memoria 105, una interfaz de red 107, interfaz de entrada/dispositivos 109 y interfaz de salida/ dispositivos 111. Todos los componentes 101, 103, 105, 107, 109, 111 del sistema de ordenador 100 pueden estar conectados y comunicados entre sí a través de un bus de ordenador 113.
- 25 **[0040]** La memoria 105 puede utilizarse para almacenar imágenes digitales, mapas de contorno, valores de profundidad adaptados en ruido de fondo, valores de profundidad a escala, imágenes de profundidad, valores umbral y los valores intermedios utilizados y determinados de acuerdo con el procedimiento de las realizaciones. La memoria 105 puede incluir más de una memoria, tales como RAM, ROM, EPROM, disco duro, etc., en el que algunas de las memorias se utilizan para almacenar datos y programas mientras que otras memorias se utilizan como memorias de trabajo.
- 30 **[0041]** En una realización, la memoria 105 puede estar configurada para almacenar instrucciones para la determinación de la imagen de profundidad para la imagen digital de acuerdo con diversas realizaciones. Las instrucciones, cuando se ejecutan por la CPU 101, pueden hacer que la CPU 101 filtre de contorno la imagen digital; determinar para cada región de mapa de contorno de una pluralidad de regiones de mapa de contorno, una métrica de región de mapa de contorno; determinar para cada región de mapa de contorno si la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface un criterio predefinido; determinar el número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido como un primer valor; determinar el número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido como segundo valor; y determinar la profundidad de imagen utilizando dichos primer y segundo valores. La instrucción también puede causar que la CPU 101 almacene en la memoria 105, las imágenes digitales, los mapas de contorno, los valores de profundidad adaptados en ruido de fondo, los valores de profundidad a escala, los valores umbral, los valores intermedios, y la imagen de profundidad determinada de acuerdo con el procedimiento de las realizaciones.
- 35 **[0042]** En otra realización, el procesador 103 puede ser un procesador de propósito especial, en este ejemplo, un procesador de imagen, para la ejecución de las instrucciones descritas anteriormente.
- 40 **[0043]** La CPU 101 o el procesador 103 pueden ser utilizados como el dispositivo descrito en diversas realizaciones que siguen, y pueden estar conectados a una red interna (por ejemplo, una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN) dentro de una organización) y/o una red externa (por ejemplo, Internet) a través de la interfaz de red 107.
- 45 **[0044]** La entrada 109 puede incluir un teclado, un ratón, etc. La salida 111 puede incluir una pantalla para la visualización de las imágenes procesadas en las realizaciones a continuación.
- 50 **[0045]** La figura 2 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con varias realizaciones.
- 55 **[0046]** Dada una imagen digital 201 que incluye una pluralidad de elementos de imagen, la imagen digital 201 se filtra de contorno en 210 para determinar un mapa de contorno 211, donde el mapa de contorno 211 incluye una pluralidad de valores de contorno y cada valor de contorno se asocia con, al menos, un elemento de imagen de la imagen digital 201. Existe una relación estadísticamente monotónica entre el nivel de nitidez de las regiones de imagen y las profundidades asociadas. Usualmente, las regiones más nítidas están más próximas a un observador, mientras que las regiones más suaves están más alejadas del observador. De acuerdo con ello, el mapa de contorno puede ser utilizado como una indicación de nitidez en la determinación de la imagen de profundidad.
- 60 **[0047]** La imagen digital 201 puede ser recibida a través de una interfaz de red, o puede ser almacenada en un soporte de almacenamiento de datos. En una realización, la imagen digital podrá reducirse una o más veces. La filtración de contorno y el procesamiento posterior sobre la imagen digital 201 pueden llevarse a cabo de manera similar sobre la imagen reducida correspondientemente. En la realización en la que la imagen digital se reduce, cada valor de mapa de contorno puede ser asociado con más de uno de los píxeles de la imagen digital 201.
- 65

- 5 **[0048]** En una realización, el filtrado de contorno 210 puede incluir la filtración de máximo-mínimo, basándose en la diferencia entre un valor máximo y un valor mínimo dentro de una región de imagen predefinida. Por ejemplo, para cada elemento de imagen de la imagen digital 201, puede determinarse un valor de elemento de imagen máximo asociado con un elemento de imagen de una región vecina predefinida del respectivo elemento de imagen y puede determinarse un valor de elemento de imagen mínimo asociado con un elemento de imagen en una región vecina predefinida del respectivo elemento de imagen, pudiendo determinarse un valor diferencial entre el valor de elemento de imagen máximo y el valor de elemento de imagen mínimo. El valor de contorno asociado con el elemento de imagen puede determinarse a partir del valor diferencial. En otras realizaciones, para la filtración de contorno puede utilizarse otra filtración adecuada para la detección de contornos, tales como, por ejemplo, filtrado de máximos y filtrado de promedio. En algunas realizaciones, el filtrado de contorno puede incluir un detector de contornos Canny, un operador Sobel, o cualesquiera otros algoritmos de detección de contorno adecuados.
- 10 **[0049]** En una realización, la imagen digital puede dividirse en una pluralidad de bloques, en donde cada bloque incluye una pluralidad de elementos de píxel. Cada valor de contorno determinado puede ser asociado con un bloque de elementos de píxel.
- 15 **[0050]** En una realización en la que la imagen digital 201 es una imagen en escala de grises, el valor de elemento de imagen descrito en el filtrado de contorno puede referirse al valor de intensidad del elemento de imagen en la imagen en escala de grises. En otra realización en la que la imagen digital 201 es una imagen en color, el valor de elemento de imagen descrito en el filtrado de contorno puede referirse a un valor medio ponderado de los valores de componente de color del elemento de imagen.
- 20 **[0051]** Después de que el mapa de contorno 211 se determina en 210, el mapa de contorno 211 puede procesarse adicionalmente y evaluarse en 220. Para cada región de mapa de contorno de una pluralidad de regiones de mapa de contorno del mapa de contorno 211, puede determinarse una métrica de región de mapa de contorno. Para cada región de mapa de contorno, puede realizarse una determinación en cuanto a si la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface un criterio predefinido. El número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido se puede determinar como un primer valor, mientras que el número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido se puede determinar como un segundo valor.
- 25 **[0052]** De acuerdo con una realización, la métrica de región de mapa de contorno para cada región de mapa de contorno puede incluir el número de valores de contorno altos y el número de valores de contorno bajos en la región de mapa de contorno respectiva. En esta realización, los valores de contorno altos pueden representar valores de contorno superiores a un umbral alto predeterminado, y pudiendo representar los valores de contorno bajos los valores inferiores a un umbral bajo predeterminado.
- 30 **[0053]** En una forma de realización, el criterio predefinido puede ser si la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa un primer valor umbral de contorno predefinido. En una realización ilustrativa, la determinación de si la métrica de región de mapa de contorno satisface el criterio predefinido, puede incluir determinar si el número de valores de contorno altos supera el primer valor umbral de contorno predefinido. Si el número de valores de contorno altos supera el primer valor umbral de contorno predefinido, la región de mapa de contorno asociada puede ser referida como una región de frecuencia alta, lo que indica que la región de mapa de contorno incluye número suficiente de valores de contorno altos.
- 35 **[0054]** En una realización adicional, la métrica de región de mapa de contorno no satisface el criterio predefinido puede ser cuando la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa un segundo valor umbral de contorno predefinido. El segundo valor umbral de contorno predefinido puede ser diferente del primer valor umbral de contorno predefinido. En una realización ilustrativa, si la métrica de región de mapa de contorno sobrepasa el segundo valor umbral de contorno predefinido puede incluir que el número de valores de contorno bajos en la métrica de región de mapa de contorno supera el segundo valor umbral de contorno predefinido. Si el número de valores de contorno bajos supera el primer valor umbral de contorno predefinido, la región de mapa de contorno asociada puede referirse como una región de frecuencia baja, lo que indica que la región de mapa de contorno incluye número suficiente de valores de contorno bajos.
- 40 **[0055]** De acuerdo con una realización adicional, en la evaluación del mapa de contorno 220, se puede determinar si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja a partir del primer valor y del segundo valor. En caso que la imagen digital ni es una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, puede determinarse un valor de profundidad a escala respectivo para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen mediante la reducción del valor de profundidad por una primera escala de profundidad. En caso que la imagen digital es o bien una imagen de frecuencia alta o bien una imagen de frecuencia baja, puede determinarse un valor de profundidad a escala respectivo para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen mediante la reducción del valor de profundidad por una segunda escala de profundidad. La primera escala de profundidad puede ser menor que la segunda escala de profundidad.
- 45 **[0056]** En una realización, la imagen digital puede determinarse como una imagen de frecuencia alta en caso que el primer valor sobrepase un primer valor umbral de frecuencia. En una realización, el primer valor puede representar el número de regiones de mapa de contorno en las que el número respectivo de valores de contorno altos sobrepasa el primer valor umbral de contorno predefinido, es decir, el número de regiones de frecuencia alta.
- 50 **[0057]** En otra realización, la imagen digital puede determinarse como una imagen de frecuencia baja en caso que el segundo valor sobrepase un segundo valor umbral de frecuencia. El segundo valor umbral de frecuencia puede ser diferente del primer valor umbral de frecuencia. El segundo valor puede representar el número de regiones de mapa
- 55
- 60

de contorno en las que el número de valores de contorno bajos respectivo supera el segundo valor umbral de contorno predefinido, es decir, el número de regiones de frecuencia baja.

[0058] A partir del primer valor y del segundo valor, determinados en la evaluación de mapa de contorno 220, la imagen de profundidad 231 puede determinarse en 230. En una realización, la imagen de profundidad puede determinarse basándose en el primer valor y el segundo valor en el mapa de contorno 211, a través de una función de mapeo lineal por tramos. En otra realización, la imagen de profundidad puede determinarse basándose en el primer valor y en el segundo valor en el mapa de contorno 211, a través de una función de mapeo de curva en S. Otras funciones de mapeo adecuadas también pueden ser utilizadas en otras realizaciones.

[0059] La figura 3, muestra un diagrama de flujo de acuerdo con otra realización.

[0060] De manera similar al diagrama de flujo de la figura 2, una imagen digital 201, es filtrada de contorno en 210 para determinar un mapa de contorno 211, en donde el mapa de contorno 211 incluye una pluralidad de valores de contorno, cada uno de cuyos valores de contorno se asocia a, al menos, un elemento de imagen de la imagen digital 201.

[0061] Después de que el mapa de contorno 211 se determina en 210, puede hacerse en 220 la determinación de escala de profundidad y de ruido de fondo, por ejemplo, para determinar los valores de adaptación de ruido de fondo y escala de profundidad para la determinación de la imagen de profundidad. Para cada región de mapa de contorno de una pluralidad de regiones de mapa de contorno del mapa de contorno 211, puede determinarse una métrica de región de mapa de contorno. Para cada región de mapa de contorno, puede determinarse si una métrica de región de mapa respectiva satisface un criterio predefinido. El número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva, satisface el criterio predefinido puede determinarse como un primer valor, y el número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido puede determinarse como un segundo valor.

[0062] Según una forma de realización, en 320 pueden determinarse para cada elemento de imagen un primer valor de adaptación de ruido de fondo o un segundo valor de adaptación de ruido de fondo, dependiendo de si el elemento de imagen está situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido. El segundo valor de adaptación de ruido de fondo puede ser menor que el primer valor de adaptación de ruido de fondo.

[0063] De acuerdo con una realización adicional, en 320 puede determinarse, además, si la imagen digital 201 es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja a partir del primer valor y del segundo valor. Dependiendo de si la imagen digital 201 es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja, pueden determinarse para cada elemento de imagen una primera escala de profundidad o una segunda escala de profundidad. La primera escala de profundidad puede ser menor que la segunda escala de profundidad.

[0064] A partir del primer valor de adaptación de ruido de fondo, del segundo valor de adaptación de ruido de fondo, la primera escala de profundidad y la segunda escala de profundidad determinadas en 320, el ruido de contorno puede ser restado y el valor de profundidad puede ponerse a escala en la determinación de imagen de profundidad 230 para determinar la imagen de profundidad 231.

[0065] Por ejemplo, en caso que un elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno para la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva, satisface el criterio predefinido, el valor de profundidad asociado con el elemento de imagen puede ser reducido por el primer valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo. En caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno para la cual la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido, el valor de profundidad asociado con el elemento de imagen puede ser reducido por el segundo valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo. El segundo valor de adaptación de ruido de fondo puede ser menor que el primer valor de adaptación de ruido de fondo. La imagen de profundidad 231 puede incluir los valores de profundidad adaptados en ruido de fondo respectivamente determinados.

[0066] En otro ejemplo, en caso que la imagen digital ni es una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, puede determinarse un valor de profundidad a escala respectivo para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen mediante la reducción del valor de profundidad por la primera escala de profundidad. En caso que la imagen digital es o bien una imagen de frecuencia alta o bien una imagen de frecuencia baja, se puede determinar un valor de profundidad a escala respectivo para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen mediante la reducción del valor de profundidad por la segunda escala de profundidad. La primera escala de profundidad puede ser menor que la segunda escala de profundidad.

[0067] Una descripción detallada de diversas realizaciones de adaptación a escala y ruido de fondo se proporcionan en adelante

[0068] La figura 4 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de números de contorno diferentes de acuerdo con una realización.

[0069] Como se muestra en la figura 4, el mapa de contorno 211, determinado en 210 incluye una pluralidad de valores de contorno asociados con una pluralidad de píxeles o bloques de píxeles. Para cada valor de contorno o para cada bloque de valores de contorno, en 410 se determina si el valor de contorno es mayor que un umbral alto predeterminado "edge_Thr_H". En un ejemplo, el umbral alto "edge_Thr_H" puede tener un valor de 96. Si el valor de contorno es mayor que el umbral alto, el valor de contorno es un valor de contorno alto, y el número de contornos altos se aumenta en 1.

[0070] Para cada valor de contorno o para cada bloque de valores de contorno, en 420 se determina si el valor de contorno es menor que un umbral bajo predeterminado "edge_Thr_L". En un ejemplo, el umbral bajo "edge_Thr_L"

puede tener un valor de 6. Si el valor de contorno es menor que el umbral bajo, el valor de contorno es un valor de contorno bajo, y el número de contornos bajos se aumenta en 1.

[0071] La determinación anterior puede hacerse para todos los valores de contorno del mapa de contorno en un orden de exploración de trama, o en cualquier otro orden de exploración adecuado, de tal manera que puede determinarse el número total de contornos altos y el número total de contornos bajos en el mapa de contorno 211, que representan una clasificación global de los valores de contorno. El número total de contornos altos y el número total de contornos bajos se pueden utilizar para determinar si la imagen digital 210 a partir de la cual se determina el mapa de contorno 211, es una imagen de frecuencia alta (es decir, una imagen en la que el número de contornos altos es suficientemente alto) o una imagen de frecuencia baja (es decir, una imagen en la que el número de contornos bajos es suficientemente alto).

[0072] La figura 5 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de regiones de contorno diferentes de acuerdo con una realización.

[0073] A diferencia de la figura 4 en la que el número de contornos altos y contornos bajos se determinan para el mapa de contorno 211, en la figura 5 el número de contornos altos y de contornos bajos son determinados para cada región de mapa del mapa de contorno 211.

[0074] El mapa de contorno 211 puede dividirse en NxM (por ejemplo 9x16) regiones de mapa de contorno, es decir región "1", región "2" ... como se muestra en la figura 5, en la que cada región de mapa de contorno incluye una pluralidad de valores de contorno asociados a una pluralidad de elementos de imagen.

[0075] Para cada región de mapa de contorno, por ejemplo, "región 1" 213, se determina en 510 si cada valor de contorno en la "región 1" 213 es mayor que el umbral alto predeterminado "edge_Thr_H". Si el valor de contorno es mayor que el umbral alto, el valor de contorno es un valor de contorno alto, y el número de contornos altos en la "región 1" 213 se aumenta en 1.

[0076] Para cada región de mapa de contorno, por ejemplo, la "región 1" 213, se determina en 520 si cada valor de contorno en la "región 1" 213 es menor que el umbral bajo predeterminado "edge_Thr_L". Si el valor de contorno es menor que el umbral bajo, el valor de contorno es un valor de contorno bajo, y el número de contornos bajos se aumenta en 1.

[0077] Después de hacer la determinación anterior para todos los valores de contorno de la "región 1" 213, la misma determinación se puede hacer para otras regiones de mapa de contorno del mapa de contorno 211. De acuerdo con ello, puede determinarse el número de contornos altos y el número de contornos en cada región de mapa de contorno de acuerdo a la figura 5, que representan una clasificación local de los valores de contorno. El número de valores de contorno altos y el número de valores de contorno bajos en la respectiva región de mapa de contorno pueden determinarse como la métrica de región de mapa de contorno para la región de mapa de contorno respectiva.

[0078] Dependiendo del número de contornos altos y el número de contornos bajos determinados para cada región de mapa de contorno y para todo el mapa de contorno, las regiones de mapa de contorno y la imagen digital asociada se pueden clasificar en varios tipos, que pueden ser tomados en cuenta para determinar la escala de profundidad y ruido de fondo.

[0079] La figura 6 muestra un diagrama de flujo que ilustra la clasificación de la imagen digital 210 de acuerdo con una realización.

[0080] Como se muestra en la figura 6, el número de contornos altos y el número de contornos bajos determinados para el mapa de contorno 211 de la figura 6 puede compararse respectivamente con un primer valor umbral de frecuencia y con un segundo valor umbral de frecuencia.

[0081] En 610, se determina si el número de contornos altos en el mapa de contorno 211 sobrepasa el primer valor umbral de frecuencia. En caso que el número de contornos altos sobrepase el primer valor umbral de frecuencia, en 620 se determina si el número de contornos bajos en el mapa de contorno 211 sobrepasa el segundo valor umbral de frecuencia. El segundo valor umbral de frecuencia puede ser diferente del primer valor umbral de frecuencia. En caso que el número de contornos bajos en el mapa de contorno 211 no sobrepase el segundo valor umbral de frecuencia, la imagen digital 201 asociada con el mapa de contorno 211, se clasifica como una imagen de frecuencia alta que tiene una característica de frecuencia alta. En caso de que el número de contornos bajos en el mapa de contorno 211, sobrepase el segundo valor umbral de frecuencia en 620, la imagen digital 201 asociada con el mapa de contorno 211, se clasifica tanto como imagen de alta como de frecuencia baja que tiene características tanto frecuencia alta como de de frecuencia baja.

[0082] En caso que el número de contornos altos no sobrepase el primer valor umbral de frecuencia en 610, se determina en 630 si el número de contornos bajos en el mapa de contorno 211 sobrepasa el segundo valor umbral de frecuencia. En caso que el número de contornos bajos en el mapa de contorno 211 sobrepase el segundo valor umbral de frecuencia, la imagen digital 201 asociada al mapa de contorno 211, se clasifica como una imagen de frecuencia baja que tiene una característica de frecuencia baja. En caso que el número de contornos bajos en el mapa de contorno 211 no sobrepase el segundo valor umbral de frecuencia en 630, la imagen digital 201 asociada al mapa de contorno 211, se clasifica como ni de alta ni de baja frecuencia que ni tiene características de frecuencia alta ni de frecuencia baja.

[0083] La determinación de la característica de frecuencia baja de la imagen digital puede ser independiente de la determinación de la característica de frecuencia alta.

[0084] De manera similar a la figura 6, cada región de mapa de contorno del mapa de contorno 211 puede clasificarse como de características de frecuencia alta o de frecuencia baja.

- [0085] La figura 7 muestra un diagrama de flujo que ilustra la clasificación de las regiones de mapa de contorno de acuerdo con una realización.
- [0086] Como se muestra en la figura 7, el número de contornos altos y el número de contornos bajos determinado para cada región de mapa de contorno del mapa de contorno 211 de la figura 5, pueden compararse respectivamente con un primer valor umbral de contorno y un segundo valor umbral de contorno.
- [0087] En 710, se determina si el número de contornos altos en la región de mapa de contorno 1 sobrepasa el primer valor umbral de contorno. En caso que el número de contornos altos sobrepase el primer valor umbral de contorno, en 720 se determina si el número de contornos bajos en la región de mapa de contorno 1, sobrepasa el segundo valor umbral de contorno. El segundo valor umbral de contorno puede ser diferente del primer valor umbral de contorno. En caso que el número de contornos bajos en la región de mapa de contorno 1 no sobrepase el segundo valor umbral de contorno, la región de mapa de contorno 1, puede clasificarse como una región de frecuencia alta que tiene una característica de frecuencia alta. En caso que el número de contornos bajos en la región de mapa de contorno 1 sobrepase el segundo valor umbral de contorno en 720, la región de mapa de contorno 1 se clasifica tanto como región de alta como de baja frecuencia que tiene características tanto frecuencia alta como de frecuencia baja.
- [0088] En caso que el número de contornos altos no sobrepase el primer valor umbral de contorno en 710, se determina en 730, si el número de contornos bajos en la región de mapa de contorno 1 sobrepasa el segundo valor umbral de contorno. En caso que el número de contornos bajo en la región de mapa de contorno 1 sobrepase el segundo valor umbral de contorno, la región de mapa de contorno 1, se clasifica como una región de frecuencia baja que tiene una característica de frecuencia baja. En caso que el número de contornos bajos en la región de mapa de contorno 1 no sobrepase el segundo valor umbral de contorno en 730, la región de mapa de contorno 1, se clasifica como región ni de alta ni de frecuencia baja que ni tiene características de frecuencia alta ni de frecuencia baja.
- [0089] La anterior determinación puede hacerse para cada región de mapa de contorno del mapa de contorno, de manera tal que cada una de las regiones de mapa de contorno, es clasificada respecto de sus características de frecuencia alta o frecuencia baja.
- [0090] La determinación de la característica de frecuencia baja para las regiones de mapa de contorno puede ser independiente de la determinación de la característica de frecuencia alta.
- [0091] En las realizaciones de la figura 6, la determinación de si la imagen digital es de alta o de baja frecuencia se basa en el número total de contornos altos y el número total de contornos bajos del mapa de contorno determinado en la figura 4.
- [0092] En otra realización, la determinación de si la imagen digital es una imagen de alta o de baja frecuencia puede estar basada en el número de regiones de frecuencia alta y el número de regiones de frecuencia baja en el mapa de contorno. Por ejemplo, basándose en la clasificación de las regiones de mapa de contorno de la realización de la figura 7, el número de regiones de mapa de contorno mapa clasificadas como regiones de frecuencia alta pueden ser computado como un primer valor, y el número de regiones de mapa de contorno clasificadas como regiones de frecuencia baja puede ser computado como un segundo valor. El primer valor puede ser comparado con el primer valor umbral de frecuencia, y el segundo valor se puede comparar con el segundo valor umbral de frecuencia, para determinar si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja.
- [0093] Dependiendo de la clasificación de la imagen digital y las regiones de mapa de contorno como en las realizaciones de las anteriores figuras 6 y 7, puede determinarse la escala de profundidad y ruido de fondo, utilizada en la determinación de la imagen de profundidad.
- [0094] La figura 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de la escala de profundidad de acuerdo con una realización.
- [0095] En 810, se determina si la imagen digital es ni una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja. En caso que la imagen digital es ni una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, en 830 puede determinarse una primera escala de profundidad. En caso que la imagen digital sea bien una imagen de frecuencia alta o bien una imagen de frecuencia baja, en 850, puede determinarse una segunda escala de profundidad. La primera escala de profundidad es menor que la segunda escala de profundidad.
- [0096] Si la imagen digital no es ni una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, la imagen digital puede tener características de frecuencia intermedia y puede resultar borrosa. Una escala de profundidad inferior puede ser proporcionada para aumentar a escala valores de profundidad en comparación con una imagen digital que es o bien una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja.
- [0097] La figura 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra la determinación de valores de adaptación de ruido de fondo de acuerdo con una realización.
- [0098] En 910, se determina si en una región de mapa de contorno el píxel actual está en una región de frecuencia baja. En caso que el píxel actual no se encuentre en una región de frecuencia baja, en 930 se determina un primer valor de adaptación de ruido de fondo. En caso que el píxel actual se encuentre en una región de frecuencia baja, en 950 puede determinarse un segundo valor de adaptación de ruido de fondo. El primer valor de adaptación de ruido de fondo puede ser mayor que el segundo valor de adaptación de ruido de fondo. Dado que el efecto del ruido sobre el mapa de contorno para la imagen de profundidad es más perjudicial para contenidos de frecuencia alta, un valor de adaptación de ruido de fondo mayor se utiliza en regiones de mapa de contorno de frecuencia alta en comparación con regiones de mapa contorno de frecuencia baja.
- [0099] En la realización de la figura 9, en caso que la región que incluye el píxel actual no es una región de frecuencia baja, la región puede ser una región de frecuencia alta, o una región ni de alta ni de baja frecuencia tal como se determina en la figura 7, por lo que se utiliza un valor de adaptación de ruido de fondo más alto. En caso

que la región, que incluye el píxel actual es una región de frecuencia baja, la región también puede ser una región de alta y de frecuencia baja como se determino en la figura 7, por lo que se utiliza un valor de adaptación de ruido de fondo menor.

[0100] En otra realización, puede utilizarse un valor de adaptación de ruido mayor para una región de frecuencia alta y para una región tanto de alta como de baja frecuencia. Un valor de adaptación de ruido menor puede ser utilizado para una región de frecuencia baja. Un valor de adaptación de ruido intermedio puede ser utilizado para una región ni de alta ni de baja frecuencia.

[0101] Los valores de adaptación de ruido y las escalas de profundidad determinados de acuerdo con las anteriores realizaciones, pueden utilizarse para ajustar los valores de profundidad para así determinar una imagen de profundidad.

[0102] La figura 10 muestra un diagrama de flujo que ilustra la adaptación de escala de profundidad y ruido de fondo de acuerdo con una realización.

[0103] Para un valor de profundidad asociado con un píxel, se lleva a cabo una adaptación de ruido de fondo 1010 para determinar valores de profundidad adaptados en ruido de fondo 1011, y se lleva a cabo la puesta a escala de profundidad 1020 para determinar los valores de profundidad a escala 1021. Los valores de profundidad a escala 1021 pueden formar los valores de profundidad en la imagen de profundidad determinada.

[0104] En la adaptación de ruido de fondo 1010, se llevan a cabo operaciones similares a las de la figura 9. Por ejemplo, en 910, se determina si la región de mapa de contorno del píxel actual es en una región de frecuencia baja. En caso que el píxel actual no esté situado en una región de frecuencia baja, en 930, el valor de profundidad asociado con el píxel actual se reduce en un primer valor de adaptación de ruido de fondo para determinar el valor de profundidad adaptado en ruido de fondo 1011. En caso que el píxel actual esté situado en una región de frecuencia baja 950, el valor de profundidad asociado con el píxel actual se reduce por un segundo valor de adaptación de ruido de fondo para determinar el valor de profundidad adaptado en ruido de fondo 1011. El primer valor de adaptación de ruido de fondo puede ser mayor que el segundo valor de adaptación de ruido de fondo.

[0105] En la puesta a escala de profundidad 1020, se llevan a cabo operaciones similares de las de la figura 8. Por ejemplo, en 810 se determina si la imagen digital es ni una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja. En caso que la imagen digital es ni una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja en 830, el valor de profundidad asociado con el píxel actual se reduce por una primera escala de profundidad para determinar un nuevo valor de profundidad a escala 1021. En caso que la imagen digital sea bien una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja, o una imagen tanto de alta y como de baja frecuencia en 850, el valor de profundidad asociado con el píxel actual se reduce mediante una segunda escala de profundidad para determinar un nuevo valor de profundidad a escala 1021. La primera escala de profundidad es más baja que la segunda escala de profundidad.

[0106] La imagen de la profundidad finalmente determinada, puede incluir valores de profundidad adaptados mediante valores de adaptación de ruido de fondo y puesta a escala mediante escalas de profundidad, que pueden ser determinadas por un mapeo a partir del mapa de contorno.

[0107] En una realización mostrada en la figura 11, los valores de profundidad de la imagen de profundidad pueden determinarse utilizando valores de contorno del mapa de contorno a través de una función de mapeo lineal por tramos.

[0108] El eje x y el eje y representan respectivamente los valores de contorno y los valores de profundidad. El valor límite inferior de contorno 1111, representa el valor de ruido de fondo, que puede ser determinado de acuerdo con las realizaciones anteriores. Los valores de contorno por debajo del valor límite inferior de contorno 1111 pueden ser asignados al valor de profundidad más alto, como se muestra en la figura 11. El rango de profundidad 1121 define cuanta variación de profundidad se puede obtener a partir de las variaciones de valor de contorno. La tangente de la función de mapeo, Theta 1131, representa la escala de profundidad determinada de conformidad con las realizaciones anteriores. Un valor a escala de profundidad bajo puede empujar a regiones de la imagen más hacia el segundo plano, mientras que un valor a escala de profundidad alto puede empujar a regiones de la imagen más hacia el primer plano. Un rango de valores de contorno por debajo del valor de contorno máximo 1113 se puede poner en correspondencia con el valor de profundidad mismo, por ejemplo, el valor de la profundidad más bajo que representa el objeto en primer plano.

[0109] En otra realización, la imagen de profundidad puede ser determinada mediante mapeo del mapa de contorno utilizando otras funciones de mapeo adecuadas. Por ejemplo, cuando se proporciona una tabla de búsqueda, se puede utilizar una función de mapeo de curva en S, donde el ruido de fondo también puede ser usado para ajustar el punto de inicio de la curva en S y el factor de escala de profundidad se puede utilizar para coeficiente de mezcla.

[0110] Las anteriores realizaciones proporcionan un procedimiento y un dispositivo para determinar una imagen de profundidad que indica la profundidad relativa de los objetos en la imagen digital, es decir, que objetos se encuentran por delante y que objetos se encuentran por detrás, utilizando una imagen digital en 2D (es decir, una imagen de punto de vista único). A partir de la imagen profundidad determinada, imágenes o vídeos en 2D se pueden convertir en imágenes o vídeos en 3D. El procedimiento y el dispositivo de las diversas realizaciones proporcionan una imagen de profundidad con más exactitud, mediante el ajuste del nivel de eliminación de ruido y el nivel de escala de profundidad a partir de las características de alta o de baja frecuencia de la imagen y sus regiones de mapa contorno.

[0111] La figura 12 muestra un sistema de formación de imagen de acuerdo con una realización.

[0112] El sistema de formación de imagen 1200 recibe una imagen 1201 que puede ser una imagen digital 201 como la anteriormente descrita.

[0113] El sistema de formación de imagen 1200, incluye un dispositivo de procesamiento de imagen 1210 para la determinación de una imagen de profundidad para cada imagen 1201 de conformidad con las diversas realizaciones anteriores. La imagen de profundidad determinada 1211 se transmite a un dispositivo de procesado de imagen (render) 1220.

5 **[0114]** El dispositivo de procesado de imagen (render) 1220 puede recibir la imagen 1201 y el mapa de profundidad 1211 y procesar la imagen para presentación en 3D.

[0115] El sistema de formación de imagen 1200 puede ser realizado por ejemplo en una TV en 3D o un ordenador.

10 **[0116]** El procedimiento y el dispositivo para determinar la imagen de profundidad de las realizaciones anteriores proporcionan valores de profundidad precisos, restando los efectos de ruido de contorno y valores de contorno puestos a escala a partir de las características de alta o de baja frecuencia de la imagen y sus regiones de mapa de contorno. Además, el procedimiento y el dispositivo se basan en imágenes o videos en 2D, que permite visualización de contenido 2D en una pantalla 3D y también pueden ser utilizados en cualesquiera otras áreas en las que se requiera la información de profundidad o la información sobre la ubicación de los objetos en una escena.

15 **[0117]** Si bien la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones específicas, debe entenderse por los expertos en la técnica que diversos cambios de forma y detalle pueden realizarse en la misma, sin apartarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas. El alcance de la invención está indicado por las reivindicaciones adjuntas y todo cambio que entre dentro del significado y rango de equivalencia de las reivindicaciones está destinado a ser abarcado.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar una imagen de profundidad (231) para una imagen digital (201) que comprende una pluralidad de elementos de imagen, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 • La filtración de contorno (210) de la imagen digital para determinar un mapa de contorno (211) que comprende una pluralidad de valores de contorno, en el que cada valor de contorno se asocia a, al menos, un elemento de imagen;
- La determinación (220) para cada región de mapa de contorno de una pluralidad de regiones de mapa de contorno de una métrica de región de mapa de contorno, en el que la métrica de región de mapa de contorno para cada región de mapa de contorno incluye el número de valores de contorno altos y el número de valores de contorno
- 10 bajos en la respectiva región de mapa de contorno;
- La determinación para cada región de mapa de contorno de si la respectiva métrica de región de mapa de contorno satisface un criterio predefinido, en el que el criterio predefinido se satisface cuando el número de valores de contorno altos sobrepasa un primer valor umbral de contorno predefinido y no se satisface el criterio predefinido cuando el número de valores de contorno bajos sobrepasa un segundo valor umbral de contorno predefinido;
- 15 • La determinación como un primer valor del número de regiones de mapa de contorno para las que cada métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido;
- La determinación como un segundo valor del número de regiones de mapa de contorno para las que la métrica de región de mapa de contorno no satisface el segundo criterio predefinido; y
- La determinación (230) de la imagen de profundidad utilizando el primer valor y el segundo valor,
- 20 en el que los valores de profundidad de la imagen de profundidad se determinan utilizando los valores de contorno del mapa de contorno mediante una función de mapeado lineal por tramos.
2. Procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la imagen de profundidad comprende:
- La determinación para cada elemento de imagen asociado a un valor de profundidad si el elemento de imagen está
- 25 situado en una región de mapa de contorno en la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido;
- En caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno en la que métrica de región de mapa de contorno satisfaga el criterio predefinido, reducir el valor de profundidad asociado mediante un primer valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo;
- 30 • En caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno en la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisfaga el criterio predefinido, reducir el valor de profundidad asociado mediante un segundo valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo, en el que el segundo valor de adaptación de ruido de fondo es menor que el primer valor de adaptación de ruido de fondo;
- 35 • En el que la imagen de profundidad comprende los valores de profundidad adaptados en ruido de fondo determinados respectivamente.
3. Procedimiento de alguna de las reivindicaciones 1 o 2 en el que la determinación de la imagen de profundidad comprende:
- 40 •La determinación de si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja a partir del primer valor y del segundo valor;
- En caso que la imagen digital no sea una imagen de frecuencia alta ni una imagen de frecuencia baja, determinar para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen un valor a escala de profundidad respectivo mediante la reducción del valor de profundidad por medio de una primera escala de profundidad; y
- 45 •En caso que la imagen digital sea bien una imagen de frecuencia alta o bien una imagen de frecuencia baja, determinar para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen un valor a escala de profundidad respectivo mediante una segunda escala de profundidad, en el que la primera escala de profundidad es menor que la segunda escala de profundidad.
- 50 4. Procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer valor umbral de contorno predefinido es diferente del segundo valor umbral de contorno predefinido.
5. Procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la determinación de si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja comprende:
- 55 • La determinación de que la imagen digital es una imagen de frecuencia alta en caso que el primer valor sobrepase un primer valor umbral de frecuencia;
- La determinación de que la imagen digital es una imagen de frecuencia baja en caso que el segundo valor exceda un segundo valor umbral de frecuencia, siendo el segundo valor umbral de frecuencia diferente del primer valor umbral de frecuencia.
- 60 6. Dispositivo (100, 1210) para determinar una imagen de profundidad (231) para una imagen digital (201) que comprende una pluralidad de elementos de imagen, comprendiendo dicho dispositivo:
- un filtro de contorno configurado para filtrar la imagen digital (210) para determinar un mapa de contorno, comprendiendo el mapa de contorno (211) una pluralidad de valores de contorno, en el que cada valor de contorno
- 65 está asociado con, al menos, un elemento de imagen;

un procesador (103) configurado para:

- La determinación (220) para cada región de mapa de contorno de una pluralidad de regiones de mapa de contorno de una métrica de región de mapa de contorno, en el que la métrica de región de mapa de contorno para cada región de mapa de contorno incluye el número de valores de contorno altos y el número de valores de contorno bajos en la respectiva región de mapa de contorno;
- La determinación para cada región de mapa de contorno de si la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface un criterio predefinido, en el que el criterio predefinido se satisface cuando el número de valores de contorno alto sobrepasa un primer valor umbral de contorno predefinido y dicho criterio predefinido no se satisface cuando el número de valores de contorno bajo sobrepasa un segundo valor umbral de contorno predefinido;
- La determinación como un primer valor del número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido;
- La determinación como un segundo valor del número de regiones de mapa de contorno en las que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisface el criterio predefinido;
- La determinación de la imagen de profundidad (230) utilizando dicho primer valor y dicho segundo valor, en el que los valores de profundidad de la imagen de profundidad se determinan utilizando los valores de contorno del mapa de contorno mediante una función de mapeado lineal por tramos.

7. Dispositivo de la reivindicación 6, en el que el procesador está configurado para determinar la imagen de profundidad tal que comprenda:

- La determinación para cada elemento de imagen asociado a un valor de profundidad si el elemento de imagen está situado en una región de mapa de contorno en la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva satisface el criterio predefinido;
- en caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno en la que métrica de región de mapa de contorno satisface el criterio predefinido, reducir el valor de profundidad asociado mediante un primer valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo;
- en caso que el elemento de imagen esté situado en una región de mapa de contorno en la que la métrica de región de mapa de contorno respectiva no satisfaga el criterio predefinido, reducir el valor de profundidad asociado mediante un segundo valor de adaptación de ruido de fondo para determinar un valor de profundidad adaptado en ruido de fondo,
- en el que el segundo valor de adaptación de ruido de fondo es menor que el primer valor de adaptación de ruido de fondo;
- en el que la imagen de profundidad comprende los valores de profundidad adaptados en ruido de fondo determinados respectivamente.

8. Dispositivo de una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que el procesador está configurado para determinar la imagen de profundidad tal que comprende:

- La determinación de si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja a partir del primer valor y del segundo valor;
- en caso que la imagen digital no sea ni imagen de frecuencia alta ni imagen de frecuencia baja, determinar para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen un valor a escala de profundidad respectivo, reduciendo el valor de profundidad mediante una primera escala de profundidad; y
- en caso que la imagen digital sea bien una imagen de frecuencia alta bien una imagen de frecuencia baja, determinar para cada valor de profundidad asociado con un elemento de imagen un valor a escala de profundidad respectivo mediante reducción del valor de profundidad por medio de una segunda escala de profundidad.

9. Dispositivo de la reivindicación 6, en el que el primer valor umbral de contorno predefinido es diferente del segundo valor umbral de contorno predefinido.

10. Dispositivo de una de las reivindicaciones 6 a 9 en el que el procesador se configura para determinar si la imagen digital es una imagen de frecuencia alta o una imagen de frecuencia baja tal que comprende:

- La determinación de que la imagen digital es una imagen de frecuencia alta en caso que el primer valor sobrepase un primer valor umbral de frecuencia;
- La determinación de que la imagen digital es una imagen de frecuencia baja en caso que el segundo valor sobrepase un segundo valor umbral de frecuencia, siendo el segundo valor umbral de frecuencia diferente del primer valor umbral de frecuencia.

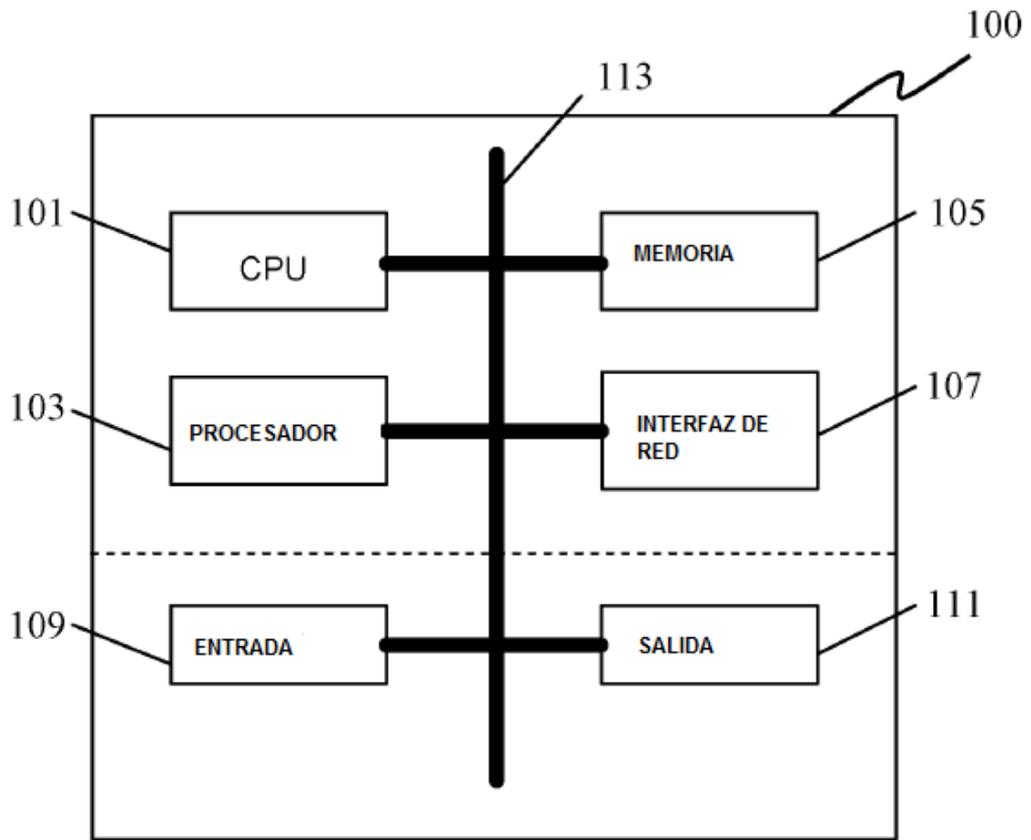


Fig. 1

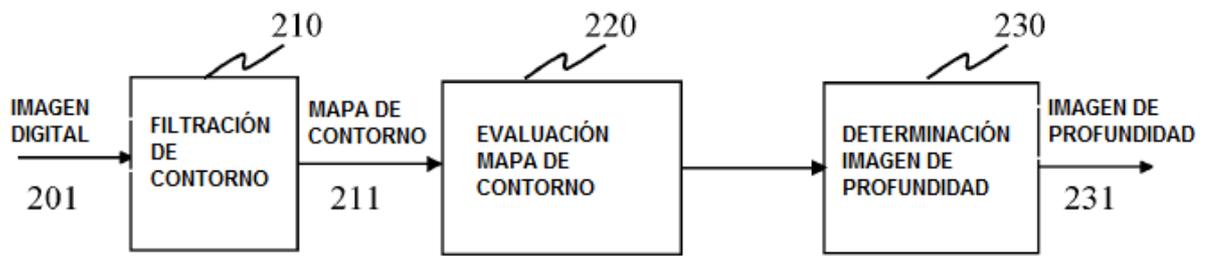


Fig. 2



Fig. 3

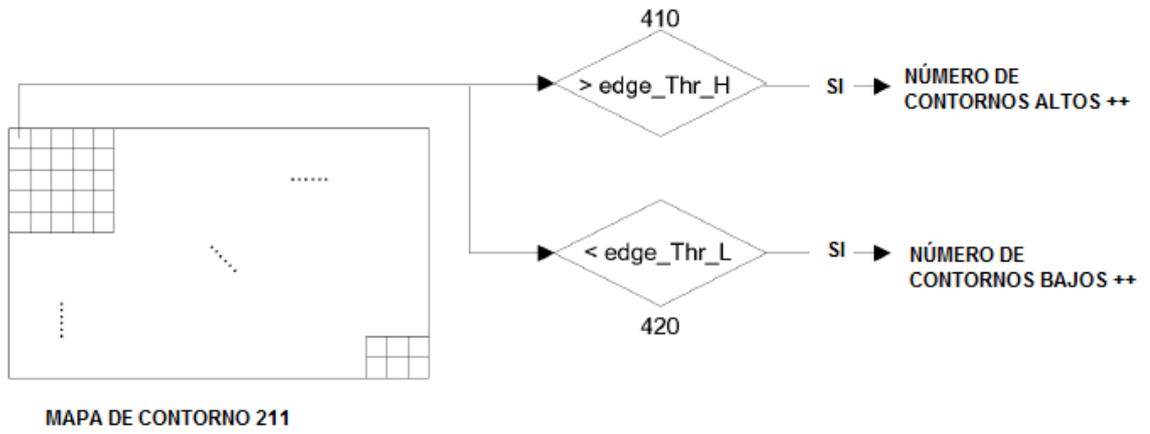


Fig. 4

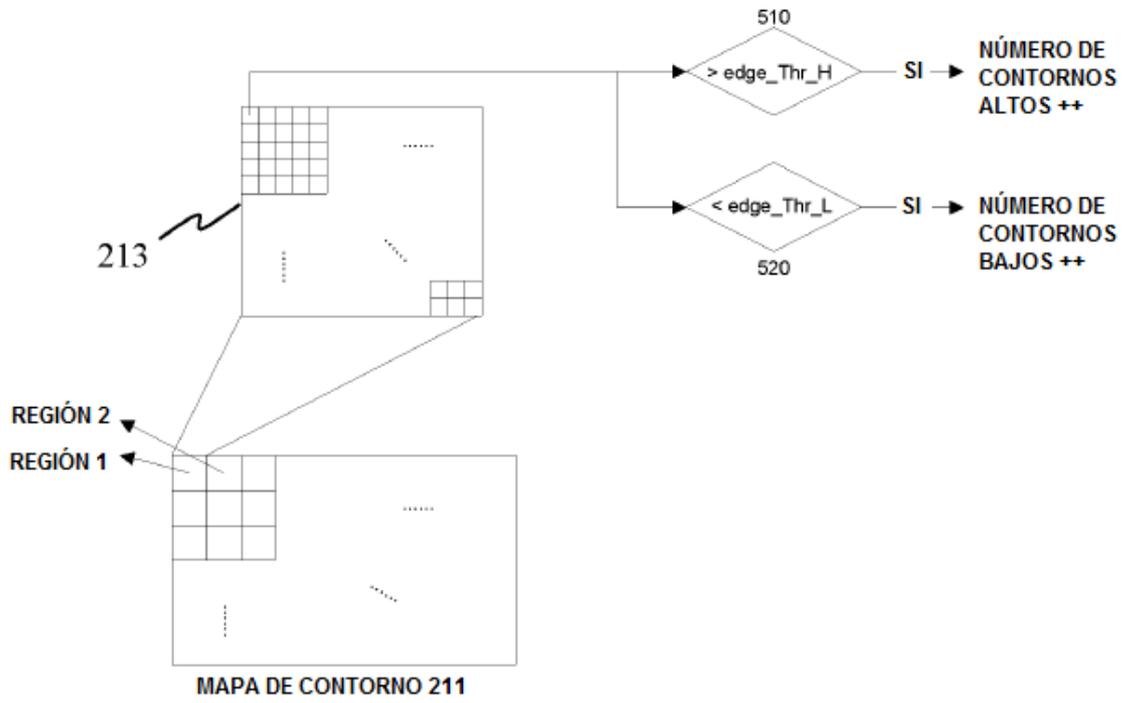


Fig. 5

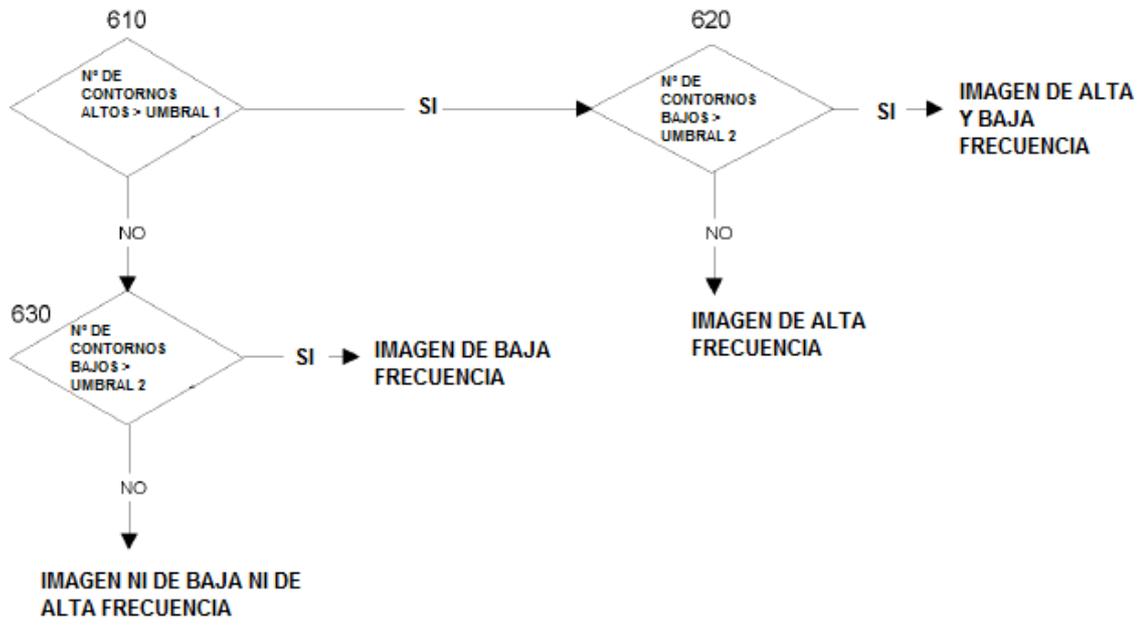


Fig. 6

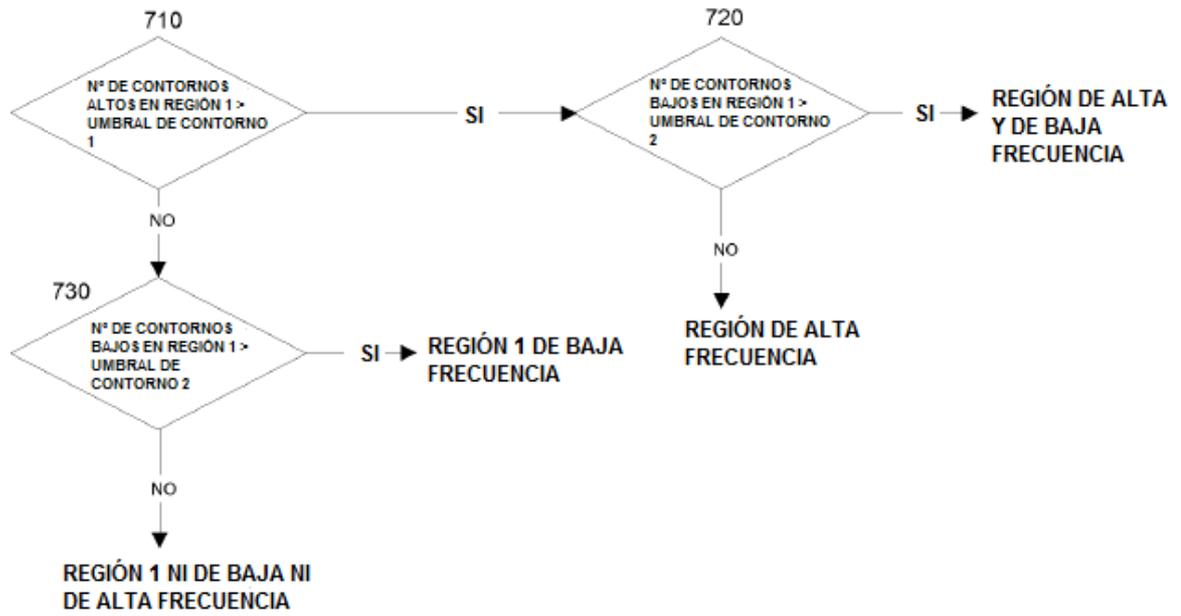


Fig. 7

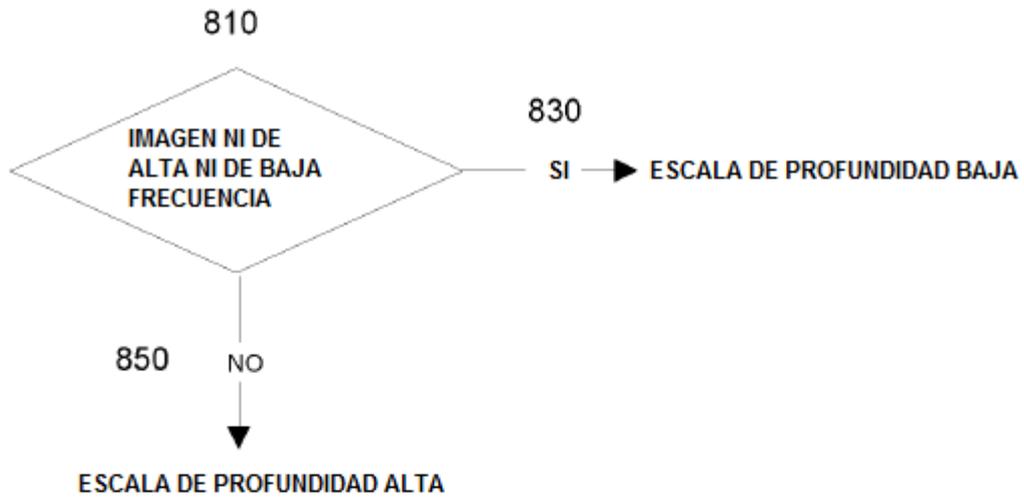


Fig. 8

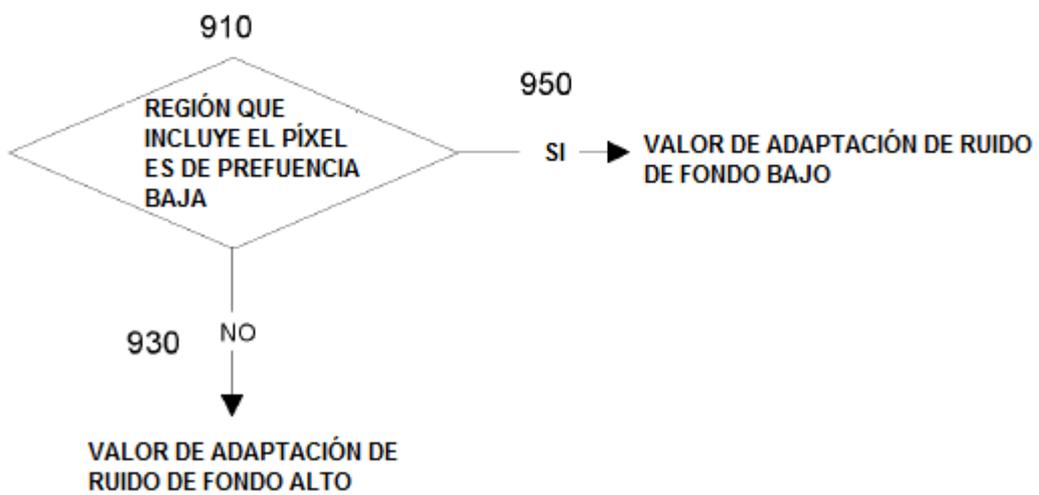


Fig. 9

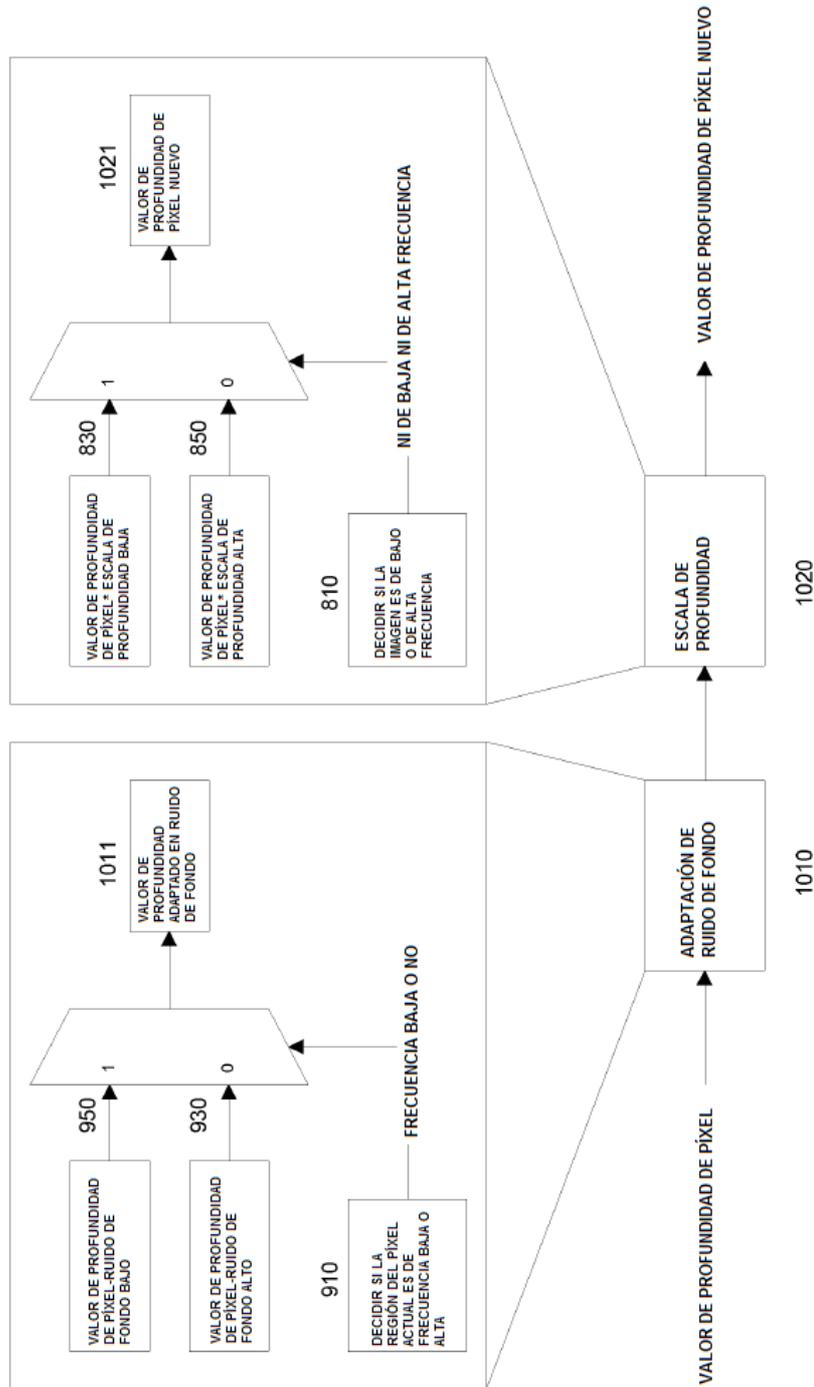


Fig. 10

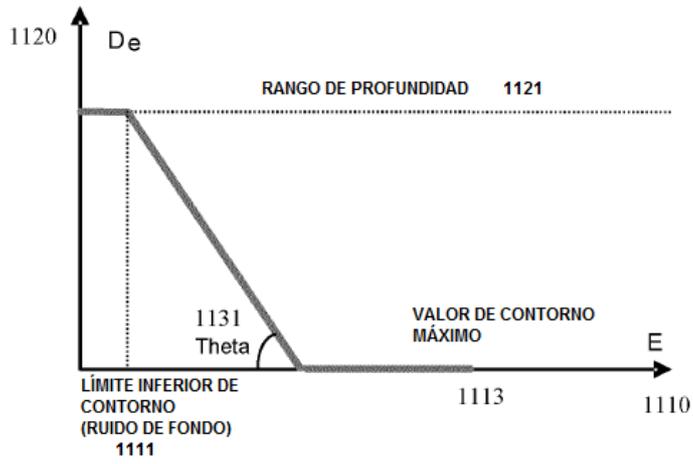


Fig. 11

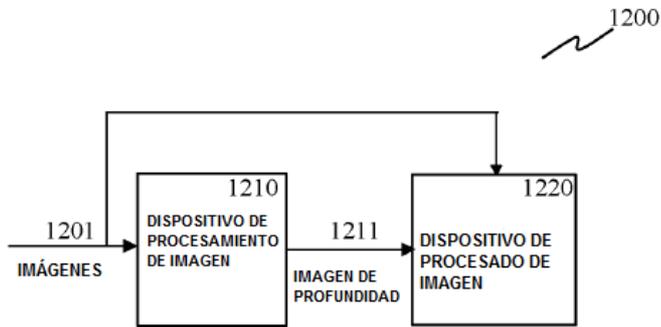


Fig. 12

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5

Documentos de patente citados en la descripción

• US 6584219 B1 [0005]

• WO 2007063478 A2 [0006]