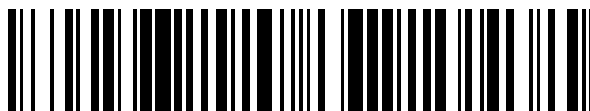


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 488 638**

51 Int. Cl.:

**G06T 5/00** (2006.01)

**G06T 5/40** (2006.01)

**G06T 7/40** (2006.01)

**H04N 13/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2011 E 11189515 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014 EP 2557537**

54 Título: **Método y dispositivo de procesamiento de imágenes para el procesamiento de disparidad**

30 Prioridad:

**08.08.2011 TR 201107846**

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

**28.08.2014**

73 Titular/es:

**VESTEL ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET A.S.**  
**(100.0%)**

**Organize Sanayi Bölgesi**  
**45030 Manisa, TR**

72 Inventor/es:

**CIGLA, CEVAHIR**

74 Agente/Representante:

**LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen**

ES 2 488 638 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**

### **Campo técnico**

Diversas realizaciones se refieren en general al procesamiento de imagen. Además,  
5   diversas realizaciones se refieren a un método y un dispositivo de procesamiento de  
imágenes para el procesamiento de disparidad.

### **Antecedentes**

Con el desarrollo y el éxito de las tecnologías tridimensionales (3D), su aplicación no se  
10   limita a las películas en 3D en los cines, sino que se extiende a la electrónica para el  
hogar, tales como televisores 3D y otros productos de consumo en 3D. La visión 3D o  
la visión estereoscópica se puede crear mediante la presentación de dos conjuntos  
ligeramente diferentes de imágenes a un espectador, en que un conjunto incluye  
imágenes del ojo izquierdo correspondientes a un punto de vista del ojo izquierdo y el  
15   otro conjunto incluye imágenes del ojo derecho correspondientes a un punto de vista del  
ojo derecho. Las pantallas 3D (por ejemplo, CRT, LCD, de plasma, etc.) muestran  
vistas del ojo izquierdo y del ojo derecho en la misma superficie, y por multiplexación  
temporal o espacial, hacen que el ojo izquierdo de un espectador vea sólo la vista del  
ojo izquierdo y el ojo derecho vea sólo la vista del ojo derecho. Las disparidades entre  
20   los dos puntos de vista ofrecen una visión con la percepción de profundidad para el  
espectador, y hacen que el espectador perciba una visión estereoscópica.

Con el fin de proporcionar estimaciones más suaves de disparidad, se pueden realizar  
varias operaciones de post-procesamiento, por ejemplo, que impliquen filtrado de

mediana o filtrado bilateral, a través de los mapas de disparidad. En algunos planteamientos, dependiendo de la distribución de color local, se utilizan regiones de soporte de adaptación para filtrar los datos de disparidad por similitudes de color. Por lo tanto, se asignan valores de disparidad similar a las regiones que tienen un color parecido. Estos planteamientos preservan los bordes del objeto y permiten mapas nítidos de disparidad para el procesamiento de alta calidad, pero requieren grandes regiones de soporte que pueden aumentar la complejidad computacional. En los planteamientos anteriores que explotan la coincidencia de color y la suavidad espacial entre píxeles vecinos, las disparidades de las superficies sin textura pueden no ser procesadas correctamente debido a la falta de información en la superficie uniforme.

La distribución del color similar en las regiones sin textura ofrece múltiples candidatos coincidentes entre una pluralidad de candidatos de valor de disparidad, lo que hace difícil estimar los valores de disparidad verdaderos para estas regiones. Por otra parte, en las grandes superficies uniformes que están parcialmente divididas, la uniformidad del mapa de disparidad estimado puede no ser preservado, lo que puede tener como resultado problemas de consistencia para algunas aplicaciones tales como la mejora basada en la profundidad y la síntesis de visión arbitraria. A modo de ejemplo, la estimación de disparidad para regiones desconectadas pertenecientes a la misma superficie u objeto, como por ejemplo el cielo parcialmente ocluido en una imagen, puede ser errónea debido a la distribución homogénea de color en estas regiones de baja textura o sin textura. Los planteamientos de suavizado local pueden suavizar cada región parcial y el error en el mapa de disparidad estimado puede progresar.

EP 2 293 586 A1 da a conocer un método para el procesamiento de imágenes estereoscópicas. Según EP 2 293 586 A1, se computa un primer mapa de disparidad /

profundidad de las imágenes en estéreo de vídeo 3D. Además, se suaviza un mapa de profundidad y la percepción de profundidad cambia de acuerdo con la estimación de la fatiga del ojo. Por último, la nueva imagen en estéreo se genera de acuerdo con los parámetros de la percepción de profundidad.

- 5 EP 1 968 329 A1 describe un aparato y un método que incluyen la estimación de la disparidad entre dos imágenes estereoscópicas de entrada, y computa un ajuste en la disparidad estimada utilizando una técnica de mapeo de histograma.

### **Resumen**

- 10 Un objeto de la invención es mejorar las disparidades estimadas para regiones de baja textura o sin textura que tienen una distribución homogénea de color.

Diversas realizaciones proporcionan un método para procesar un valor de disparidad, un dispositivo de procesamiento de imágenes y un dispositivo de imágenes.

- Diversas realizaciones proporcionan un método para procesar un valor de disparidad para un elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen.
- 15 El método puede incluir la determinación de un histograma de intensidad de disparidad, que incluye, para cada valor de intensidad de una pluralidad de valores de intensidad y cada valor de disparidad de una pluralidad de valores de disparidad, un valor de frecuencia que indica el número de elementos de imagen que tienen el valor de
- 20 intensidad respectiva y el mismo valor de disparidad; seleccionar una tupla de un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociada, para la que el valor de frecuencia cumple un criterio predefinido; determinar un primer factor de ponderación dependiente del valor de la frecuencia de la tupla seleccionada; determinar un valor de textura para

el elemento de la imagen, en que el valor de textura representa una variación de valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen de la primera imagen; determinar un segundo factor de ponderación dependiente del valor de la textura del elemento de imagen; y determinar un valor de disparidad modificado para el elemento de imagen dependiente del valor de disparidad para el elemento de imagen y el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad de la tupla seleccionada.

### **Breve Descripción de los Dibujos**

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

15

La Fig. 1 muestra un sistema de acuerdo con una realización.

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de procesamiento de imagen de acuerdo con una realización.

La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con una realización.

20 La Fig. 4 ilustra un primer factor de ponderación de acuerdo con una realización.

La Fig. 5 muestra un filtro horizontal y un filtro vertical de acuerdo con una realización.

La Fig. 6 muestra un filtro boxer aplicado a un mapa de textura de acuerdo con una realización.

La Fig. 7 ilustra un segundo factor de ponderación de acuerdo con una realización.

La Fig. 8 muestra un sistema de formación de imágenes de acuerdo con una forma de realización.

## 5 **Descripción detallada**

Diversas realizaciones proporcionan un método y un dispositivo para el procesamiento de los valores de disparidad, tomando en consideración tanto las características globales como las características locales de la imagen. Las realizaciones proporcionan valores de disparidad más precisos para las regiones sin textura en la imagen.

- 10 Varias formas de realización tienen como finalidad un método para procesar un valor de disparidad para un elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen. El método puede incluir la determinación de un histograma de intensidad de disparidad, que incluye, para cada valor de intensidad de una pluralidad de valores de intensidad y cada valor de disparidad de una pluralidad de valores de
- 15 disparidad, un valor de frecuencia que indica el número de elementos de imagen que tienen el valor de intensidad respectivo y el mismo valor de disparidad; la selección de una tupla de un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociada, para la que el valor de frecuencia cumple un criterio predefinido; determinar un primer factor de ponderación dependiente del valor de la frecuencia de la tupla seleccionada; determinar
- 20 un valor de textura para el elemento de la imagen, en que el valor de la textura representa una variación de valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen de la primera imagen; determinar un segundo factor de ponderación dependiente del valor de la textura del elemento de imagen; y determinar un valor de disparidad modificado para el elemento de imagen dependiente del valor de disparidad para el

elemento de imagen y el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad de la tupla seleccionada.

La primera imagen puede ser una imagen vista del ojo izquierdo, por ejemplo, captada por una cámara en la posición del ojo izquierdo. La segunda imagen puede ser una vista  
5 de imagen de la derecha, por ejemplo, captada por una cámara en la posición del ojo derecho. La primera imagen y la segunda imagen pueden formar un par de imágenes en estéreo.

El valor de disparidad para el elemento de imagen en la primera imagen puede ser determinado basándose en la correspondencia estereoscópica, tal como un algoritmo de  
10 coincidencia de bloqueo o un algoritmo de minimización de energía global. Se puede determinar un valor de disparidad para cada elemento de imagen en la primera imagen con respecto a la segunda imagen, y los valores de disparidad determinados pueden formar un mapa de disparidad. Por ejemplo, se puede realizar una búsqueda para encontrar la correspondencia de un segundo elemento de imagen en la segunda imagen  
15 correspondiente a un primer elemento de imagen en la primera imagen con un bloque de adaptación o la ventana que rodea a los elementos de la imagen. La similitud entre los elementos de la imagen se puede medir mediante una función de coste calculada, por ejemplo, basándose en la suma de la diferencia al cuadrado, la suma de la diferencia absoluta o correlación normalizada, etc. El elemento de imagen en la segunda imagen  
20 que da el valor mínimo de la función de coste indica la mejor coincidencia con el primer elemento de imagen en la primera imagen y puede ser determinado para ser el elemento correspondiente de la segunda imagen. En consecuencia, la disparidad entre estos elementos de imagen correspondientes se puede estimar como la disparidad del primer o del segundo elemento de imagen.

En una forma de realización, la selección de la tupla del valor de la frecuencia y el valor de disparidad asociada puede incluir seleccionar el valor máximo de frecuencia de la pluralidad de valores de frecuencia determinados para un valor de intensidad del elemento de imagen en la primera imagen, y seleccionar el valor de disparidad asociado con el valor máximo de la frecuencia. El valor de disparidad seleccionado asociado con el valor máximo de frecuencia puede ser referido como el valor de disparidad dominante para el valor de intensidad del elemento de imagen. El valor máximo de frecuencia seleccionado puede representar el número de elementos de imagen, es decir, la zona o el tamaño de la primera imagen, que tiene el mismo valor de intensidad que el elemento de imagen y que tiene el valor de disparidad dominante, y puede ser referido como el valor de la frecuencia dominante en este contexto.

El primer factor de ponderación se puede determinar utilizando el valor de la frecuencia de la tupla seleccionada. En una forma de realización, el primer factor de ponderación se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Global\_Weight_{I(x,y)} = \begin{cases} 1 & \text{if } DDF(I_{(x,y)}) > F\_thres \\ DDF(I_{(x,y)}) / F\_thres & \text{elsewhere} \end{cases}$$

donde

$Global\_Weight_{I(x,y)}$  representa el primer factor de ponderación;

$I(x, y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen;

$DDF(I_{(x,y)})$  representa el valor de frecuencia de la tupla seleccionada; y

$F\_thres$  representa el umbral predeterminado.



- En una forma de realización, el umbral predeterminado se determina en base a un porcentaje del tamaño de la primera imagen. Por ejemplo, si el valor de la frecuencia de la tupla seleccionada es mayor que el umbral predeterminado, es decir, si el número de elementos de imagen que tienen el mismo valor de intensidad que el elemento de imagen es lo suficientemente grande, lo que significa que el elemento de imagen puede pertenecer a una región sin textura o no texturizada con el mismo valor de intensidad, el primer factor de ponderación para el elemento de imagen se determina que es alto, por ejemplo, 1. En otras palabras, si el elemento de imagen pertenece a una región sin textura, se le asigna un factor de ponderación alto. Por el contrario, si el valor de la frecuencia de la tupla seleccionada no es mayor que el umbral predeterminado, lo que significa que el elemento de imagen puede pertenecer a una región con textura, el primer factor de ponderación para el elemento de imagen se determina que es menor que 1, por ejemplo, para ser proporcional al valor de la frecuencia de la tupla seleccionada.
- Debe señalarse que cualquier otra función adecuada para determinar el primer factor de ponderación puede ser utilizada en realizaciones alternativas.

De acuerdo con la descripción anterior, el valor de la frecuencia dominante de la tupla seleccionada se determina basándose en el histograma de disparidad de intensidad calculado utilizando todos los elementos de imagen de la primera imagen, y el valor de la frecuencia dominante y el primer factor de ponderación determinados a continuación pueden representar una característica global del elemento de imagen en la primera imagen. En consecuencia, el primer factor de ponderación también puede ser denominado como factor de ponderación global.

En una forma de realización, el valor de textura para el elemento de imagen se puede determinar mediante la aplicación de un filtro horizontal y un filtro vertical para el elemento de imagen. El filtro horizontal y el filtro vertical pueden ser un filtro de 2 x 2, un filtro de 3 x 3, ... o un filtro de N x N. El filtro horizontal puede determinar la

5 variación del valor de intensidad a lo largo de un eje horizontal en la primera imagen, lo que significa que se tienen en consideración los valores de intensidad a la izquierda y a la derecha del elemento de imagen. El filtro vertical puede determinar la varianza de intensidad a lo largo de un eje vertical en la primera imagen, lo que significa que se tienen en cuenta los valores de intensidad por encima y por debajo del elemento de

10 imagen. El filtro horizontal y el filtro vertical en conjunto proporcionan la información de la varianza de valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen en la primera imagen. Una mayor varianza del valor de intensidad puede indicar que el elemento de imagen está posicionado en o cerca de una región con textura, mientras que una varianza menor del valor de intensidad puede indicar que el elemento de imagen

15 está situado en una región sin textura que tiene valores de intensidad uniformes.

En una realización ilustrativa, el filtro horizontal y el filtro vertical pueden ser un filtro de 3 x 3, y la salida de los respectivos filtros puede determinarse de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} hor(x, y) = & -I(x-1, y-1) - I(x-1, y) - I(x-1, y+1) \\ & + I(x+1, y-1) + I(x+1, y) + I(x+1, y+1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ver(x, y) = & -I(x-1, y-1) - I(x, y-1) - I(x+1, y-1) \\ & + I(x-1, y+1) + I(x, y+1) + I(x+1, y+1) \end{aligned}$$

Donde

$Hor(x, y)$  representa el filtro horizontal;

$Ver(x, y)$  representa el filtro vertical;

$I(x, y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen en  $(x, y)$ .

- 5 En una forma de realización, el valor de textura para el elemento de imagen en la primera imagen se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Texture(x, y) = \sqrt{hor(x, y).ver(x, y)}$$

en que  $Texture(x, y)$  representa el valor de la textura del elemento de imagen en  $(x, y)$ .

- El valor de textura determinado para el elemento de imagen de acuerdo con la  
10 realización anterior es alto cuando la variación del valor de intensidad a lo largo de ambos ejes horizontal y vertical es alta. De forma ilustrativa, un valor de textura más alto indica que el elemento de imagen está situado en o cerca de una región con textura, y viceversa.

- De acuerdo con la descripción anterior, el valor de textura se determina localmente  
15 dentro de una ventana de  $N \times N$  que rodea el elemento de imagen, y por lo tanto puede representar una característica local del elemento de imagen.

El valor de textura determinado en las realizaciones anteriores puede ser suavizado utilizando un filtro, por ejemplo un filtro de imagen box blur, un filtro de suavizado gaussiano, o un filtro de mediana, etc. con el fin de reducir el efecto de interferencia.

- 20 De acuerdo con una forma de realización, el segundo factor de ponderación puede ser determinado basándose en el valor de textura. Un valor de textura suficientemente alto

puede indicar que el elemento de imagen está situado en o cerca de una región con textura, y el segundo factor de ponderación se determina que es 0. Por otro lado, un valor de textura bajo puede indicar que el elemento de imagen está situado en una región sin textura, y el segundo factor de ponderación se determina que es alto, por ejemplo, a que es inversamente proporcional al valor de la textura.

En una forma de realización, el segundo factor de ponderación se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Local(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } Texture(x, y) > T\_thres \\ \frac{1}{Texture(x, y) + c} & \text{elsewhere} \end{cases}$$

donde

10  $Local(x, y)$  representa el segundo factor de ponderación determinado para el elemento de imagen  $(x, y)$ ;

$Texture(x, y)$  representa el valor de textura;

$c$  representa una constante cercano a 0; y

$T\_thres$  representa un umbral predefinido.

15 De acuerdo con la descripción anterior, el valor de textura puede representar una característica local del elemento de imagen. Por lo tanto, el segundo factor de ponderación determinado acto seguido también puede ser denominado como un factor de ponderación local.

Una vez determinados el primer factor de ponderación y el segundo factor de  
20 ponderación, la disparidad modificada se puede determinar en consecuencia.

En una forma de realización, el valor de disparidad modificado se determina para converger con el valor de disparidad de la tupla seleccionada, si el primer factor de ponderación y el segundo factor de ponderación son próximos a 1. De manera ilustrativa, el primer factor de ponderación y segundo factor de ponderación más altos

5 indican que el elemento de imagen se encuentra en o cerca de una región sin textura, y por lo tanto el valor de disparidad modificado se determina que se encuentra en o cerca del valor de disparidad de la tupla seleccionada, de manera que el valor de disparidad igual o similar al valor de disparidad dominante se asigna a los elementos de imagen en o cerca de la región sin textura.

- 10 En una forma de realización, el valor de disparidad modificado se determina que es igual o próximo al valor de disparidad del elemento de imagen, si cualquiera de entre el primer factor de ponderación y el segundo factor de ponderación es igual a o próximo a 0. A modo de ilustración, el menor primer factor de ponderación o segundo factor de ponderación pueden indicar que el elemento de imagen se encuentra en o cerca de una
- 15 región con textura, y por lo tanto, el valor de disparidad del elemento de imagen se puede mantener.

De acuerdo con una forma de realización, el valor de disparidad modificado para el elemento de imagen puede ser determinado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{(x,y)}' = |1 - Weight_{(x,y)}| * D_{(x,y)} + Weight_{(x,y)} * DDC(I_{(x,y)})$$

- 20 donde

$$Weight(x, y) = Global\_Weight_{I(x,y)} * Local(x, y)$$

donde

$Global\_Weight_{I(x,y)}$  representa el primer factor de ponderación;

$Local(x,y)$  representa el segundo factor de ponderación;

$I(x,y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen;

5  $DDC(I_{(x,y)})$  representa el valor de disparidad asociado de la tupla seleccionada; y

$D_{(x,y)}$  representa el valor de disparidad del elemento de imagen;

$D_{(x,y)}'$  representa el valor de disparidad modificado del elemento de imagen.

En una forma de realización, el elemento de imagen descrito en los antecedentes de esta descripción puede incluir un elemento de imagen, también referido como píxel. En otra

10 forma de realización, el elemento de imagen descrito en los antecedentes de esta descripción puede incluir una pluralidad de elementos de imagen, tales como un bloque de elementos de imagen o cualquier objeto que incluya una pluralidad de elementos de imagen. El valor de disparidad, la tupla seleccionada, el primer factor de ponderación, el valor de textura, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad modificado

15 pueden determinarse para cada píxel o cada bloque de píxeles en consecuencia. El histograma de disparidad de intensidad se puede determinar para cada píxel de la primera imagen o la segunda imagen. El histograma de disparidad de intensidad también se puede determinar para cada bloque de píxeles, en que el valor de intensidad de cada bloque de píxeles puede ser tomado como un valor medio de intensidad del  
20 bloque.

La primera imagen y la segunda imagen pueden ser imágenes en escala de grises en una realización. En otra realización, la primera imagen y la segunda imagen pueden ser imágenes en color. Las realizaciones anteriores descritas en relación con el valor de

intensidad son análogamente válidas para los valores RGB de imágenes en color. Del mismo modo, las imágenes en color pueden representarse utilizando otros modelos de color, como CMYK (cian, magenta, amarillo y clave) y las diversas realizaciones pueden aplicarse en consecuencia.

- 5 En una forma de realización en que la primera imagen y la segunda imagen son imágenes en color, se puede determinar un histograma de disparidad de color rojo, un histograma de disparidad de color verde y un histograma de disparidad de color azul, respectivamente (en el caso de que se utilice un espacio de color CMYK, se pueden determinar, por ejemplo, un histograma de disparidad de color cian, un histograma de
- 10 disparidad de color magenta y un histograma de disparidad de color amarillo). De acuerdo con todo ello, la selección de la tupla puede incluir la selección de una tupla para cada color. Por ejemplo, una primera tupla puede ser seleccionada para el histograma de disparidad de color rojo, una segunda tupla puede ser seleccionada para el histograma de disparidad de color verde, y una tercera tupla puede ser seleccionada
- 15 para el histograma de disparidad de color azul. Puede determinarse un factor de ponderación respectivo en función del valor de la frecuencia respectiva de la primera tupla, la segunda tupla y la tercera tupla, y los tres factores de ponderación podrán ser promediados, por ejemplo, utilizando una media geométrica o una media aritmética o cualquier otro método de promedio adecuado, para obtener el primer factor de
- 20 ponderación para el elemento de imagen.

Otra realización está dirigida a un dispositivo de procesamiento de imágenes para el procesamiento de un valor de disparidad para un elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen. El dispositivo puede incluir un circuito de determinación de histograma de disparidad de intensidad configurado para determinar,

para cada valor de intensidad de una pluralidad de valores de intensidad y cada valor de disparidad de una pluralidad de valores de disparidad, un valor de frecuencia que indica el número de elementos de imagen que tienen el valor de intensidad respectivo y el mismo valor de disparidad. El dispositivo también puede incluir un circuito de selección

5 configurado para seleccionar una tupla con un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociado, para la que el valor de frecuencia cumple un criterio predefinido; un primer circuito de determinación de factor de ponderación configurado para determinar un primer factor de ponderación que depende del valor de la frecuencia de la tupla seleccionada; y un circuito de determinación de valor de textura configurado para

10 determinar un valor de textura para el elemento de imagen, en el que el valor de textura representa una variación de valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen en la primera imagen. El dispositivo puede incluir además un segundo circuito de determinación de factor de ponderación configurado para determinar un segundo factor de ponderación dependiente del valor de la textura del elemento de imagen; y un

15 circuito de determinación del valor de disparidad modificado configurado para determinar un valor de disparidad modificado para el elemento de imagen en función del valor de disparidad para el elemento de imagen y el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad de la tupla seleccionada.

En una forma de realización, el circuito de selección puede configurarse para

20 seleccionar el valor máximo de frecuencia a partir de la pluralidad de valores de frecuencia determinados para un valor de intensidad del elemento de imagen en la primera imagen, y seleccionar el valor de disparidad asociado con el valor máximo de frecuencia.



Las formas de realización descritas a continuación en el contexto del método para el procesamiento de un valor de disparidad para un elemento de imagen son análogamente válidas para el dispositivo de procesamiento de imagen, y viceversa.

Los diferentes circuitos, tales como el circuito de determinación del histograma de disparidad de intensidad, el circuito de selección, el primer circuito de determinación del factor de ponderación, el circuito de determinación del valor de textura, el segundo circuito de determinación del factor de ponderación, y el circuito de determinación de la modificación pueden estar configurados cada uno de ellos para llevar a cabo las funciones descritas en el método de las diferentes realizaciones anteriores.

- 10 En una forma de realización, los diferentes "circuitos" comprendidos en el dispositivo de procesamiento de imagen pueden ser entendidos como cualquier tipo de entidad lógica de aplicación, que pueden ser circuitos de propósito especial o un procesador que ejecuta el software almacenado en una memoria, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Por lo tanto, en una realización, un "circuito" puede ser un circuito lógico con cableado o un circuito lógico programable tal como un procesador programable, por ejemplo, un microprocesador (por ejemplo, un procesador Complex Instruction Set Computer (CISC) (Ordenador de Instrucciones Complejas) o un procesador Reduced Instruction Set Computer (RISC) (Ordenador de Instrucciones Reducidas)). Un "circuito" también puede ser un software de procesador que ejecuta, por ejemplo, cualquier tipo de programa de ordenador, por ejemplo, un programa de ordenador con un código de máquina virtual, como por ejemplo, Java. Cualquier otro tipo de aplicación de las funciones respectivas descritas en las realizaciones de esta descripción también puede ser entendido como un "circuito" de acuerdo con una forma de realización alternativa.
- 20

En una forma de realización, el dispositivo de procesamiento de imagen puede ser un circuito descrito anteriormente configurado para realizar el método para procesar el valor de disparidad para el elemento de imagen de la primera imagen con respecto a la segunda imagen.

- 5 En otra forma de realización, se puede proporcionar un medio legible por ordenador que tiene un programa almacenado en el mismo, en que el programa es para hacer que un ordenador ejecute un método descrito en las realizaciones anteriores. El medio legible por ordenador puede incluir cualquier dispositivo de almacenamiento de datos, tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), CD-ROM,  
10 cintas magnéticas, discos y dispositivos ópticos de almacenamiento de datos.

Una realización adicional se refiere a un sistema de formación de imágenes. El sistema de formación de imágenes puede incluir un estimador de disparidad para estimar un valor de disparidad para cada elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen; un dispositivo de procesamiento de imágenes para modificar el  
15 valor de disparidad de cada elemento de imagen de acuerdo con las realizaciones anteriores; y una imagen de procesamiento para proporcionar la primera imagen y la segunda imagen dependiendo de los valores de disparidad modificados.

El estimador de disparidad puede estar configurado para estimar el valor de disparidad sobre la base de la correspondencia estereoscópica, tal como un algoritmo de  
20 coincidencia de bloqueo o de un algoritmo de minimización de energía global.

En una forma de realización, el sistema de formación de imágenes puede incluir además un creador de contenido 3D configurado para generar imágenes en 3D o de vídeo 3D. Los ejemplos de los creadores de contenidos en 3D pueden incluir dos cámaras

configuradas para capturar imágenes o vídeo desde diferentes perspectivas, una cámara estéreo, y una cámara de vídeo 3D.

En una realización adicional, el sistema de formación de imágenes puede incluir un codificador y / o un decodificador configurados para codificar y decodificar el contenido 3D, respectivamente.

En este contexto, el dispositivo de procesamiento de imágenes y el sistema de formación de imágenes tal como se describe en esta descripción pueden incluir cada uno de ellos una memoria que se utiliza, por ejemplo en el procesamiento llevado a cabo por el dispositivo de procesamiento de imagen y el dispositivo de formación de imágenes.

Una memoria utilizada en las formas de realización puede ser una memoria volátil, por ejemplo, una DRAM (Dynamic Random Access Memory) (Memoria de Acceso Aleatorio Dinámico), o una memoria no volátil, por ejemplo, una PROM (memoria sólo de lectura programable), una EPROM (PROM borrable), EEPROM (PROM borrable eléctricamente), o una memoria flash, por ejemplo, una memoria de puerta flotante, una memoria que atrapa carga, una MRAM (MAGNETO Random Access Memory) o una PCRAM (memoria de acceso aleatorio de cambio de fase).

La FIG.1 muestra un sistema de acuerdo con una realización.

El sistema 100 incluye un bloque de creación de contenidos 3D 110, un bloque de codificación 120, un bloque de transmisión 130 y un bloque de visualización 140.

El bloque de creación de contenido 3D 110 puede incluir uno o más dispositivos de creador de contenido en 3D 111 y uno o más almacenamientos de contenido 3D 113.

El uno o más dispositivos creadores de contenido 3D 111 pueden incluir una cámara estéreo, un Zcam (TM), una cámara de vídeo 3D, etc., por ejemplo, cualquier tipo de

dispositivo de captura de imágenes que es capaz de capturar el contenido 3D. El contenido 3D creado o capturado por los creadores de contenido 3D 111 puede incluir imágenes y vídeos en 3D, como imágenes del ojo izquierdo y del ojo derecho, transmisiones de vídeo del ojo izquierdo y del ojo derecho, o puede incluir imágenes 5 2D/monoscópicas o video junto con información de profundidad correspondiente. El contenido 3D creado puede ser grabado en uno o más almacenamientos de contenido 3D 113.

El bloque de codificación 120 puede incluir uno o más codificadores de contenido 3D 121 configurados para codificar el contenido en 3D utilizando una o más técnicas de 10 codificación de vídeo estereoscópicas, como anáglifos, Quinquix, Side by Side (Lado a Lado) (SbS), 2D + Metadatos, 2D plus profundidad, MPEG -4 AVC (Advanced Video Coding) (Codificación de Video Avanzada), MVC (Multiview Video Coding) (Codificación de Video Multivista), dependiendo de las necesidades de la red de transmisión, por ejemplo. En un ejemplo en el que el contenido 3D codificado ha de ser 15 transmitido a través de una red DVB (Digital Video Broadcast) (Emisión de Vídeo Digital), el vídeo 2D se puede codificar utilizando herramientas de MPEG-2 estándar, y la información de profundidad asociada puede ser codificada utilizando MPEG-4 Advanced Video Coding (Codificación de Video Avanzada) (AVC), con el fin de asegurar la compatibilidad retroactiva con 2D-TV set-top boxes existentes.

20 En el bloque de transmisión 130, el contenido 3D codificado puede ser transmitido a los usuarios finales a través de una red 131. La red 131 puede ser una cadena de televisión de difusión, por ejemplo, una red DVB, para la transmisión de programas de televisión en 3D para los usuarios de televisión. En otra forma de realización, la red 131 puede ser

una red IP (Protocolo de Internet) para la transmisión de imagen 3D o vídeo a los usuarios de PC.

En el lado del receptor, el contenido 3D transmitido se descodifica para recuperar el contenido 3D decodificado. Se puede utilizar un decodificador 3D 141, por ejemplo, un  
 5 decodificador 3D-TV, para descifrar el contenido 3D codificado. Una pantalla 3D 143 puede representar el contenido 3D descomprimido, en un ejemplo, al crear pares de imágenes estéreo, y en otro ejemplo, por representación basada en imagen de profundidad (DIBR) basados en el contenido 2D descomprimido y su información de profundidad asociado, y proporcionar el contenido 3D a los usuarios. En otro ejemplo,  
 10 el contenido 2D puede ser extraído y decodificado por el contenido 3D codificado mediante un decodificador 2D 145, por ejemplo, un decodificador 2D-TV convencional, y el contenido 2D decodificado puede visualizarse en una pantalla 2D 147 para proporcionar contenido 2D a los usuarios.

La FIG.2 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de procesamiento de  
 15 imagen de acuerdo con diversas realizaciones.

El dispositivo de procesamiento de imagen 200 puede ser implementado por un sistema informático. En diversas formas de realización, el circuito de determinación del histograma de disparidad de intensidad, el circuito de selección, el primer circuito de determinación de factor de ponderación, el circuito de determinación de valor de  
 20 textura, el segundo circuito de determinación del factor de ponderación y el circuito de determinación del valor de disparidad modificado también pueden implementarse como módulos que se ejecutan en uno o más sistemas informáticos. El sistema informático puede incluir una CPU 201 (unidad central de procesamiento), un procesador 203, una memoria 205, una interfaz de red 207, interfaz/dispositivos de entrada 209 e

interfaz/dispositivos de salida 211. Todos los componentes 201, 203, 205, 207, 209, 211 del sistema de ordenador 200 están conectados y se comunican entre sí a través de un bus de ordenador 213.

La memoria 205 puede ser utilizada para el almacenamiento de imágenes, los valores de  
5 disparidad para las imágenes, histograma de disparidad de intensidad, valores de textura, factores de ponderación primero y segundo, y los valores de disparidad modificados utilizados y determinados de acuerdo con el método de las formas de realización. La memoria 205 puede incluir más de una memoria, como RAM, ROM, EPROM, disco duro, etc., en que algunas de las memorias se utilizan para almacenar  
10 datos y programas y otras memorias se utilizan como memorias de trabajo.

En una forma de realización, la memoria 205 puede estar configurada para almacenar instrucciones para procesar los valores de disparidad de los elementos de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen de acuerdo con diversas realizaciones. Las instrucciones, cuando son ejecutadas por la CPU 201, pueden hacer  
15 que la CPU 201 determine un histograma de disparidad de intensidad basado en la primera imagen y la segunda imagen, seleccionar una tupla de un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociado, determinar un primer factor de ponderación en función del valor de la frecuencia de la tupla seleccionada, determinar un valor de textura que representa una variación de valor de intensidad en una región vecina del elemento de  
20 imagen en la primera imagen, determinar un segundo factor de ponderación en función del valor de la textura del elemento de imagen, y determinar una modificación de valor de disparidad del elemento de imagen en función del valor de disparidad del elemento de imagen y el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad de la tupla seleccionada. La instrucción también puede hacer que la

CPU 201 almacene el histograma de disparidad de intensidad, los valores de textura, el primero y el segundo factor de ponderación, y los valores de disparidad modificados determinados de acuerdo con el método de las formas de realización en la memoria 205.

En otra forma de realización, el procesador 203 puede ser un procesador de finalidad especial, en este ejemplo, un procesador de imagen, para la ejecución de las instrucciones descritas anteriormente.

La CPU 201 o el procesador 203 pueden ser utilizados como dispositivo de procesamiento de imágenes tal como se describe en diversas formas de realización que se muestran a continuación, 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 207.

La entrada 209 puede incluir un teclado, un ratón, etc. La salida 211 puede incluir una pantalla para mostrar las imágenes procesadas en las formas de realización reseñadas más abajo.

La FIG.3 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con diversas realizaciones.

Sobre la base de la información proporcionada en una imagen 301 y un mapa de disparidad 303, se determina un histograma de disparidad de intensidad en 305. La imagen 301 y el mapa de disparidad 303 pueden ser recibidos a través de una interfaz de red, o pueden ser almacenados en un almacenamiento de datos.

La imagen 301 puede incluir una primera imagen correspondiente a una imagen del ojo izquierdo y una segunda imagen que corresponde a una imagen del ojo derecho, en cuyo caso la imagen 301 puede ser referida como un par de imágenes en estéreo. La imagen

301 puede incluir valores de intensidad de elementos de imagen en la imagen. Se entiende que la imagen 301 puede ser un video que incluye una secuencia de fotogramas de imagen. Con finalidades de simplificación, el método y el dispositivo en esta descripción se describen con respecto a las imágenes, pero se entiende que el método y el dispositivo de las realizaciones pueden aplicarse de forma similar a cada fotograma de imagen de video.

El mapa de disparidad 303 puede incluir valores de disparidad para todos los elementos de la imagen en la primera imagen con respecto a la segunda imagen. Los valores de disparidad en el mapa de disparidad 303 pueden ser estimados o determinados de acuerdo con algoritmos de estimación de la disparidad existente sobre la base de la correspondencia estereoscópica, como un algoritmo de coincidencia de bloqueo o un algoritmo de minimización de la energía global. Por ejemplo, se puede realizar una búsqueda de correspondencia para encontrar un segundo elemento de imagen en la segunda imagen correspondiente a un primer elemento de imagen en la primera imagen utilizando un bloque o ventana de adaptación que rodea a los elementos de la imagen. La similitud entre los elementos de la imagen se puede medir por una función de coste calculado, por ejemplo, basado en la suma de la diferencia al cuadrado, en la suma de la diferencia absoluta, en la correlación normalizada, etc. El elemento de imagen en la segunda imagen que da el valor mínimo de la función de coste indica una mejor coincidencia con el primer elemento de imagen en la primera imagen y puede ser determinado como el elemento de la segunda imagen correspondiente. En consecuencia, la disparidad entre estos elementos de imagen correspondientes se puede estimar como la disparidad para el primer elemento de imagen de la primera imagen.



- La imagen 301 y el mapa de disparidad 303 pueden incluir una pluralidad de valores de intensidad y una pluralidad de valores de disparidad. La determinación del histograma de disparidad de intensidad 305 incluye, para cada valor de intensidad  $I$  y cada valor de disparidad  $d$ , determinar el número de elementos de imagen que tienen el mismo valor de intensidad y el mismo valor de disparidad. Cada número determinado de elementos de imagen representa un valor de la frecuencia del valor de disparidad  $d$  para el valor de la intensidad  $I$ , lo que significa que la zona o el tamaño de la región de la misma intensidad / color  $I$  (que puede representar una región sin textura si el área es lo suficientemente grande) que tiene el mismo desplazamiento con respecto a las regiones correspondientes en la segunda imagen. De esta manera, el histograma de disparidad de intensidad proporciona una distribución de disparidad global de cada valor de intensidad en la imagen, que puede ser utilizado para relacionar valores de intensidad similares a las mismas disparidades independientes de las relaciones espaciales del elemento de imagen respectivo.
- El histograma de disparidad de intensidad se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Dhist(I, d) = \sum_{i=1}^{width} \sum_{j=1}^{height} \delta(I - I(i, j)) \cdot \delta(d - D(i, j)) \quad (1)$$

$$I \in [0, 255] \quad d \in [d_{min}, d_{max}]$$

donde

$I$  representa un valor de intensidad;

$d$  representa un valor de disparidad;

$\delta$  representa una función delta;

*width* representa el ancho de la imagen;

*height* representa la altura de la imagen; y

$D_{hist}(I, d)$  representa la frecuencia de la disparidad  $d$  para el valor de la intensidad  $I$ .

En el ejemplo anterior, el valor de la intensidad  $I$  se encuentra en el rango  $[0, 255]$

- 5 cuando el valor de la intensidad se representa en datos de 8 bits. En otras formas de realización, el valor de intensidad  $I$  puede estar en diferentes rangos si el valor de intensidad se representa mediante un número diferente de bits.  $[d_{min}, d_{max}]$  se refiere al rango de los valores de disparidad.

- La primera imagen y la segunda imagen pueden ser imágenes en escala de grises en una  
10 realización. En otra realización, la primera imagen y la segunda imagen pueden ser imágenes en color. Las realizaciones anteriores descritas en relación con el valor de intensidad son análogamente válidas para los valores RGB de imágenes en color. Del mismo modo, las imágenes en color pueden representarse utilizando otros modelos de color, como CMYK (cian, magenta, amarillo y clave) y las diversas realizaciones  
15 pueden aplicarse en consecuencia.

- Si la primera imagen y la segunda imagen son imágenes en color, el histograma de disparidad de intensidad se puede determinar para cada elemento de imagen, en el que el valor de la intensidad del elemento de imagen se toma como el promedio de sus valores R, G y B. En otra forma de realización, puede determinarse un histograma de  
20 disparidad de color rojo, un histograma de disparidad de color verde y un histograma de disparidad de color azul, respectivamente. Los histogramas de disparidad de color se pueden determinar de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
Dhist(R, d) &= \sum_{i=1}^{width} \sum_{j=1}^{height} \delta(R - I^R(i, j)) \cdot \delta(d - Depth(i, j)) \\
Dhist(G, d) &= \sum_{i=1}^{width} \sum_{j=1}^{height} \delta(G - I^G(i, j)) \cdot \delta(d - Depth(i, j)) \\
Dhist(B, d) &= \sum_{i=1}^{width} \sum_{j=1}^{height} \delta(B - I^B(i, j)) \cdot \delta(d - Depth(i, j)) \\
R, G, B &\in [0, 255] \quad d \in [d_{min}, d_{max}]
\end{aligned} \tag{2}$$

Como puede apreciarse a partir de las ecuaciones anteriores (2), para los canales R, G y B se calculan tres histogramas de disparidad de color. Por lo tanto, se obtiene la distribución de la disparidad global para cada valor R, G y B, que relaciona los valores de color similares con las mismas disparidades independientemente de sus relaciones espaciales.

Para un elemento de imagen de la primera imagen, se puede seleccionar una tupla de valor de frecuencia y un valor de disparidad asociado a 307 utilizando el histograma de intensidad de disparidad determinado. En diversas formas de realización, a partir de la pluralidad de valores de frecuencia  $Dhist(I, d)$  correspondientes al mismo valor de intensidad  $I_{(x, y)}$  del elemento de imagen en la primera imagen, se selecciona el valor máximo de frecuencia, y el valor de disparidad asociado con el valor máximo de frecuencia se selecciona en consecuencia. El valor máximo de frecuencia seleccionado puede representar a modo de ilustración el área o el tamaño más grande de las regiones en la primera imagen, que tiene el mismo valor de intensidad  $I_{(x, y)}$  que el elemento de imagen y que tiene el mismo valor de disparidad, y puede ser referido como el valor de la frecuencia dominante en este contexto. En otras palabras, el valor máximo de frecuencia seleccionado indica la ración de existencia del valor de la intensidad correspondiente en la primera imagen, lo cual es importante para determinar si el valor de intensidad correspondiente pertenece a una superficie/región dominante y uniforme en función de la intensidad o no. Si el valor de la frecuencia dominante es lo

suficientemente grande, el área de las regiones representadas de la misma puede ser una región sin textura que tiene el grado dominante de desplazamiento con respecto a la segunda imagen.

- El valor de disparidad seleccionado asociado con el valor máximo de frecuencia puede ser referido como el valor de disparidad dominante para el valor de intensidad  $I_{(x, y)}$  del elemento de imagen, que representa el desplazamiento dominante para las regiones que tienen el mismo valor de intensidad  $I_{(x, y)}$ . Por la tupla seleccionada, el elemento de imagen en la primera imagen puede estar relacionado con las regiones del mismo valor de intensidad que el elemento de imagen que tiene el desplazamiento dominante con respecto a las regiones correspondientes en la segunda imagen. En otras palabras, si el elemento de imagen tiene el mismo valor de intensidad que una región sin textura tal como se determina por el valor de la frecuencia dominante, el valor de disparidad del elemento de imagen puede estar relacionado con la disparidad dominante de la región sin textura.
- El valor de la frecuencia y el valor de disparidad asociada se pueden determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} DDF(I_{(x,y)}) &= \max(Dhist(I_{(x,y)}, d)) \\ DDC(I_{(x,y)}) &= \max_d(Dhist(I_{(x,y)}, d)) \end{aligned} \quad (3)$$

donde

- DDF (I) representa el valor de la frecuencia dominante de la tupla seleccionada, y DDC (I) representa el valor de disparidad dominante d de la tupla seleccionada.

En otra forma de realización, la selección de la tupla puede incluir la selección de una tupla para cada canal de color. Por ejemplo, se selecciona una primera tupla para el

histograma de disparidad de color rojo, una segunda tupla se selecciona para el histograma de disparidad de color verde, y una tercera tupla se selecciona para el histograma de disparidad de color azul. Los valores de disparidad dominantes de la tupla correspondiente para cada uno de los valores R, G, B se determinan tomando el  
 5 valor de disparidad con la máxima frecuencia a lo largo del eje de disparidad. El valor de frecuencia y el valor de disparidad asociado para las imágenes en color se pueden determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 DDC(R) &= \max_d (Dhist(R, d)) & DDF(R) &= \max (Dhist(R, d)) \\
 DDC(G) &= \max_d (Dhist(G, d)) & DDF(G) &= \max (Dhist(G, d)) \\
 DDC(B) &= \max_d (Dhist(B, d)) & DDF(B) &= \max (Dhist(B, d))
 \end{aligned} \tag{4}$$

En la ecuación anterior (4), DDC indica la disparidad dominante por mapa de color correspondiente al valor de disparidad más frecuente para cada uno de los valores R, G y B. La frecuencia de la disparidad dominante indica la ración de existencia del valor de color correspondiente, que se puede almacenar como un vector DDF (vector de frecuencia de disparidad dominante). La frecuencia dominante se utiliza para determinar si el valor R, G o B correspondiente pertenece a una superficie dominante uniforme en  
 15 función del color o no.

El primer factor de ponderación se puede determinar utilizando el valor de frecuencia de la tupla seleccionada en 309. En una forma de realización, el primer factor de ponderación se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Global\_Weight_{I(x,y)} = \begin{cases} 1 & \text{if } DDF(I_{(x,y)}) > F\_thres \\ DDF(I_{(x,y)}) / F\_thres & \text{elsewhere} \end{cases} \tag{5}$$

20 donde

$Global\_Weight_{I(x,y)}$  representa el primer factor de ponderación;

$I(x,y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen;

$DDF(I(x,y))$  representa el valor de frecuencia de la tupla seleccionada; y

$F\_thres$  representa el umbral predeterminado.

- 5 En otra forma de realización, se puede determinar un factor de ponderación respectivo en función del valor de frecuencia respectivo de la primera tupla, la segunda tupla y la tercera tupla, y puede hacerse un promedio de los tres factores de ponderación, por ejemplo, utilizando una media geométrica o una media aritmética o cualquier otro método de promedio adecuado, para obtener el primer factor de ponderación para el  
10 elemento de imagen.

El factor de ponderación respectivo se puede determinar de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} Global\_Weight_R &= \begin{cases} 1 & DDF(R) > F\_thres \\ DDF(R) / F\_thres & elsewhere \end{cases} \\ Global\_Weight_G &= \begin{cases} 1 & DDF(G) > F\_thres \\ DDF(G) / F\_thres & elsewhere \end{cases} \\ Global\_Weight_B &= \begin{cases} 1 & DDF(B) > F\_thres \\ DDF(B) / F\_thres & elsewhere \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

- Los valores de peso determinados para cada canal de color están unificados, por  
15 ejemplo, utilizando la media geométrica, para obtener un factor de ponderación global para el elemento de imagen de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Global\_Weight_{RGB} = \sqrt[3]{Global\_Weight_R \cdot Global\_Weight_G \cdot Global\_Weight_B} \quad (7)$$

El umbral predeterminado puede determinarse sobre la base de un porcentaje del tamaño de la primera imagen. Este umbral puede ser establecido por un proveedor de contenidos o un proveedor de dispositivo de imágenes en 3D, por ejemplo. Un valor ejemplar para el umbral puede establecerse como un 10% de la resolución de imagen /  
 5 vídeo de entrada. Otro ejemplo de umbral puede ser 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15% u otro porcentaje adecuado del tamaño de imagen.

El factor de ponderación global determinado anteriormente puede estar en el rango de [0-1]. Por ejemplo, si el valor de frecuencia de la tupla seleccionado es mayor que el umbral predeterminado, lo que significa que el elemento de imagen puede pertenecer a  
 10 una región sin textura o no texturada con el mismo valor de intensidad, se determina que el primer factor de ponderación para el elemento de imagen es alto, por ejemplo, que es 1. En otras palabras, si el elemento de imagen pertenece a una región sin textura, se le asigna un factor de ponderación alto. Por el contrario, si el valor de frecuencia de la tupla seleccionado no es mayor que el umbral predeterminado, lo que significa que el  
 15 elemento de imagen puede pertenecer a una región con textura, se determina que el primer factor de ponderación para el elemento de imagen es menor que 1, por ejemplo, para ser proporcional al valor de la frecuencia de la tupla seleccionada.

De acuerdo con la descripción anterior, el valor de frecuencia dominante de la tupla seleccionada se determina basándose en el histograma de disparidad de intensidad que  
 20 se calcula utilizando todos los elementos de imagen de la primera imagen, el valor de la frecuencia dominante y el primer factor de ponderación determinado a partir del mismo pueden representar una característica global del elemento de imagen en la primera imagen. En consecuencia, el primer factor de ponderación también puede ser referido como un factor de ponderación global.

En la determinación del factor de ponderación global superior, se asignan factores de ponderación inferiores para valores de intensidad que tienen baja frecuencia, que puede corresponder a la superficie con textura. Por el contrario, se asignan factores de ponderación más altos a valores de intensidad que tienen una alta frecuencia, que puede  
 5 corresponder a la superficie sin textura.

Las ecuaciones (5), (6) anteriores son una función de ponderación lineal, que se muestra en la FIG. 4. Sin embargo, se entiende que la función de ponderación no lineal también puede ser utilizada para determinar el factor de ponderación global en otras formas de realización.

10 La determinación del histograma de intensidad-disparidad 305, la selección de tupla 307 y la primera determinación de factor de ponderación 309 proporcionan una información global en función de las características globales de la imagen 301.

En otro aspecto, las características locales de la imagen 301 también pueden ser consideradas tal como se describe a continuación.

15 Se realiza una detección de la textura 311 basándose en la imagen 301. La detección de textura se utiliza para clasificar las regiones sin textura y las regiones con textura uniformes. Con el fin de detectar las regiones uniformes, se aplica un filtro de detección de bordes a la imagen 301. En una forma de realización, se puede aplicar un filtro horizontal y un filtro vertical al elemento de imagen para detectar el borde y la variación  
 20 de color a lo largo de la dirección horizontal y la dirección vertical, respectivamente, y por lo tanto pueden ser utilizados para medir la calidad de la textura del elemento de imagen.

El filtro horizontal y el filtro vertical puede ser un filtro de 2x2, un filtro de 3x3, ... o un filtro de NxN. El filtro horizontal puede determinar la del varianza del valor de



intensidad a lo largo de un eje horizontal en la primera imagen, y el filtro vertical puede determinar la varianza de intensidad a lo largo de un eje vertical en la primera imagen.

El filtro horizontal y el filtro vertical en conjunto proporcionan la información de la varianza del valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen en la

- 5 primera imagen. Una mayor varianza del valor de intensidad puede indicar que el elemento de imagen está posicionado en o cerca de una región con textura, mientras que una varianza menor del valor de intensidad puede indicar que el elemento de imagen está colocado en una región sin textura que tiene valores de intensidad uniformes.

La FIG. 5 muestra un ejemplo de un filtro horizontal de 3x3 y un filtro vertical de 3x3.

- 10 La salida de los respectivos filtros se puede determinar de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{hor}(x, y) = & -I(x-1, y-1) - I(x-1, y) - I(x-1, y+1) \\ & + I(x+1, y-1) + I(x+1, y) + I(x+1, y+1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ver}(x, y) = & -I(x-1, y-1) - I(x, y-1) - I(x+1, y-1) \\ & + I(x-1, y+1) + I(x, y+1) + I(x+1, y+1) \end{aligned} \quad (8)$$

Donde

$\text{hor}(x, y)$  representa el filtro horizontal;

- 15  $\text{ver}(x, y)$  representa el filtro vertical;

$I(x, y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen en  $(x, y)$ .

El valor de la intensidad  $I(x, y)$  puede ser tomado como el promedio de los valores R, G, B del elemento de imagen en  $(x, y)$ .

El valor de textura del elemento de imagen puede estar determinado por la media geométrica de la intensidad de los bordes horizontal y vertical, por ejemplo, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Texture}(x, y) = \sqrt{\text{hor}(x, y) \cdot \text{ver}(x, y)} \quad (9)$$

5 donde *Texture* (*x*, *y*) representa el valor de la textura del elemento de imagen en (*x*, *y*).

El valor de textura determinado para el elemento de imagen de acuerdo con la realización anterior es alto cuando la variación del valor de intensidad a lo largo de ambos ejes horizontal y vertical es alta. De forma ilustrativa, un valor de textura más alto indica que el elemento de imagen está situado en o cerca de una región con textura,  
10 y viceversa.

De acuerdo con la descripción anterior, el valor de textura se determina localmente dentro de una ventana de NxN que rodea el elemento de imagen, y que por lo tanto puede representar una característica local del elemento de imagen.

Tal como se ilustra en la FIG. 6, los valores de textura determinados de acuerdo con la  
15 ecuación (9) para todos los elementos de imagen pueden formar un mapa de textura 610.

El valor de textura determinado en las realizaciones anteriores puede ser suavizado utilizando un filtro, por ejemplo un filtro box blur, un filtro de suavizado gaussiano, o un filtro de mediana, etc. con el fin de reducir el efecto de las interferencias.

20 En un ejemplo ilustrativo, se utiliza un filtro boxer para suavizar, debido a su mayor eficiencia. Tal como se muestra en la FIG. 6, el filtro box proporciona un promedio por encima de una ventana rectangular 601 que rodea el elemento de imagen x 601. A continuación, se determina una textura integral 620 del valor de textura de conformidad

con la ecuación (10) más abajo. Seguidamente, se determina un valor medio dentro de una ventana arbitraria 601 (tamaño de  $W \times H$ ) mediante la realización de operaciones aritméticas ( $P_4 + P_1 - P_2 - P_3$ ) sobre los cuatro elementos de la imagen  $P_1, P_2, P_3, P_4$  en las cuatro esquinas de la ventana 601 de acuerdo con la ecuación (11) a continuación, como

5 también se ilustra en la FIG. 6. Dado que sólo se requieren tres operaciones para cada tamaño de ventana, la complejidad de la operación es independiente del tamaño de ventana. El valor de textura final para el elemento de imagen se obtiene mediante la ecuación proporcionada en (11).

$$Int\_Tex(x, y) = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y Texture(i, j) \quad (10)$$

$$Texture(x, y) = ((Int\_Tex(x - W/2, y - H/2) + Int\_Tex(x + W/2, y + H/2) - Int\_Tex(x + W/2, y - H/2) - Int\_Tex(x - W/2, y + H/2)) / W * H) \quad (11)$$

10 En una forma de realización, el valor de textura suavizado anterior puede estar todavía más linealmente a escala, en la gama de [0-255] para simplificar. El suavizado y escalado del valor de textura pueden llevarse a cabo en el bloque de detección de textura 311.

Dependiendo del valor de textura determinado para el elemento de imagen de la primera

15 imagen, se determina un segundo factor de ponderación en 313. Un valor de textura suficientemente alto puede indicar que el elemento de imagen está situado en o cerca de una región de textura. Dado que los valores de disparidad estimados utilizando los métodos existentes son fiables en superficies con textura, puede que no sea necesario ningún procesamiento adicional en estas regiones y el segundo factor de ponderación se

20 puede determinar que es 0. Por otro lado, un valor bajo de textura puede indicar que el elemento de imagen está situado en una región sin textura, y el segundo factor de

ponderación se determina que es alto, por ejemplo, que es inversamente proporcional al valor de la textura. Un ejemplo del valor de textura determinado en base al umbral predefinido se muestra en la FIG. 7.

En una forma de realización, el segundo factor de ponderación se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Local(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } Texture(x, y) > T\_thres \\ \frac{1}{Texture(x, y) + c} & \text{elsewhere} \end{cases} \quad (12)$$

donde

$Local(x, y)$  representa el segundo factor de ponderación determinado para el elemento de imagen  $(x, y)$ ;

$Texture(x, y)$  representa el valor de textura;

$c$  representa una constante próxima a 0; y

$T\_thres$  representa un umbral predefinido.

De acuerdo con la descripción anterior, el valor de textura representa una característica local del elemento de imagen. Por lo tanto, el segundo factor de ponderación determinado a continuación puede ser denominado como un factor de ponderación local.

Una vez determinados el primer factor de ponderación y el segundo factor de ponderación, la disparidad modificada se puede determinar en consecuencia a 315. La tupla seleccionada, el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación y el mapa de disparidad 303 se introducen en el bloque de determinación de disparidad modificado 315.

En una forma de realización, el valor de disparidad modificado se determina que converge con el valor de disparidad de la tupla seleccionada, si el primer factor de ponderación y el segundo factor de ponderación son próximos a 1. A modo de ilustración, el primer factor de ponderación y el segundo factor de ponderación más  
 5 altos indican que el elemento de imagen se encuentra en o cerca de una región sin textura, y por lo tanto el valor de disparidad modificado se determina que es o está próximo al valor de disparidad de la tupla seleccionado, de manera que el valor de disparidad igual o similar al valor de disparidad dominante se asigna a los elementos de imagen en o cerca de la región sin textura.

- 10 En una forma de realización, el valor de disparidad modificado se determina que es igual o próximo al valor de disparidad del elemento de imagen, si el primer factor de ponderación o el segundo factor de ponderación es igual a o se aproxima a 0. A modo de ilustración, el primer factor de ponderación o el segundo factor de ponderación menores pueden indicar que el elemento de imagen se encuentra en o cerca de una  
 15 región de textura, y por lo tanto, el valor de disparidad del elemento de imagen se puede mantener.

El primer factor de ponderación y el segundo factor de ponderación pueden unificarse para obtener el factor de ponderación global para el elemento de imagen, que indica la intensidad del promedio de disparidad. Se proporciona un promedio de intensidad  
 20 mayor para el elemento de imagen que se encuentra en regiones sin textura, cuya estimación de disparidad puede ser poco fiable. En una forma de realización, el factor de ponderación global puede determinarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Weight(x, y) = Global\_Weight_{I(x, y)} * Local(x, y) \quad (13)$$

De acuerdo con la ecuación anterior, se toma en cuenta el primer factor de ponderación determinado a partir de la distribución del histograma de disparidad de intensidad global para el valor de la intensidad  $I(x, y)$  (es decir, el promedio de los valores R, G, B) y la medida de la textura local para adquirir un factor de ponderación global que indica la solidez del promedio en relación con la disparidad dominante. El factor de ponderación global favorece a las regiones sin textura que tienen una distribución de color de alta frecuencia, y supera las regiones con textura con una distribución del color de baja frecuencia. En consecuencia, las regiones sin textura dominantes en las imágenes se enfocan.

- 10 El valor de disparidad modificado para el elemento de imagen puede determinarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{(x,y)}' = |1 - Weight_{(x,y)}| * D_{(x,y)} + Weight_{(x,y)} * DDC(I_{(x,y)}) \quad (14)$$

donde

$Global\_Weight_{I(x,y)}$  representa el primer factor de ponderación;

- 15  $Local(x, y)$  representa el segundo factor de ponderación;

$I(x, y)$  representa el valor de intensidad del elemento de imagen;

$DDC(I_{(x,y)})$  representa el valor de disparidad asociado de la tupla seleccionada; y

$D_{(x,y)}$  representa el valor de disparidad del elemento de imagen;

$D_{(x,y)}'$  representa el valor de disparidad modificado del elemento de imagen.

- 20 En una forma de realización,  $DDC(I_{(x,y)})$  se determina de acuerdo con la ecuación (3) anterior.

En otra forma de realización,  $DDC(I(x, y))$  se determina tomando un promedio del valor de disparidad dominante para los respectivos colores R, G, B de acuerdo con la siguiente ecuación

$$DDC\left(\frac{R+G+B}{3}\right) = \frac{DDC(R) + DDC(G) + DDC(B)}{3} \quad (15)$$

- 5 De acuerdo con la forma de realización anterior, para el elemento de imagen con un factor de ponderación global alto, el valor de disparidad modificado converge con la disparidad dominante del valor de intensidad correspondiente. Por lo tanto, a las regiones sin textura con distribuciones de color de alta frecuencia se les asignan los mismos valores de disparidad que son dominantes para ese valor de intensidad. Por otro
- 10 lado, los valores de disparidad se conservan o mantienen para las superficies con textura para las que el factor de ponderación global es pequeño y próximo a 0. Por lo tanto, se consigue un filtrado de mapa de disparidad contenido adaptativo, que conserva la distribución de la disparidad en regiones fiables y modifica la distribución de la disparidad de las regiones sin textura no fiables.
- 15 El elemento de imagen descrito en las realizaciones anteriores puede ser un píxel. En otra forma de realización, el elemento de imagen puede incluir una pluralidad de píxeles, como un bloque de elementos de imagen o cualquier objeto que incluya una pluralidad de elementos de imagen. El valor de disparidad, la tupla seleccionada, el primer factor de ponderación, el valor de textura, el segundo factor de ponderación, y el
- 20 valor de disparidad modificado pueden determinarse para cada píxel o para cada bloque de píxeles en consecuencia. El histograma de disparidad de intensidad se puede determinar para cada píxel de la primera imagen o de la segunda imagen. El histograma de disparidad de intensidad también se puede determinar para cada bloque de píxeles, en

el que el valor de intensidad de cada bloque de píxeles puede ser tomado como un valor medio de la intensidad del bloque.

Los valores de disparidad modificados para todos los elementos de imagen en la primera imagen pueden formar un mapa de disparidad modificado 317, que se utiliza,  
5 por ejemplo, por un generador de imagen, junto con la imagen 301 para proporcionar una imagen/vídeo en 3D para su visualización.

La FIG.8 muestra un sistema de formación de imágenes de acuerdo con una forma de realización.

El sistema de formación de imágenes 800 recibe una imagen 301, que puede ser un par  
10 de imágenes estéreo o un video estéreo como se describe en la FIG. 3 más arriba.

El sistema de formación de imágenes 800 incluye un estimador de disparidad 810 para estimar un valor de disparidad para cada elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen. El estimador de disparidad 810 puede generar un mapa de disparidad 303 de acuerdo con diversos métodos descritos con respecto al  
15 mapa de disparidad 303 anteriormente.

El sistema de formación de imágenes 800 incluye un dispositivo de procesamiento de imágenes 820 para modificar el mapa de disparidad 317 con el fin de determinar el mapa de disparidad modificado 317. El dispositivo de procesamiento de imagen 820 puede llevar a cabo el procesamiento de imágenes de acuerdo con el método descrito en  
20 la FIG. 3 más arriba.

Un generador de imágenes 830 puede recibir la imagen 301 y el mapa de disparidad modificado 317 y generar la imagen 301 para la visualización en 3D.



El sistema de formación de imágenes 800 puede estar incluido en un televisor 3D o un ordenador, por ejemplo.

El método y el aparato de diversas realizaciones proporcionan una solución a los mapas de disparidad propensos al error mediante el análisis de las características locales y globales de las imágenes. Se calcula un histograma de intensidad de disparidad para determinar la frecuencia de existencia de cada valor de intensidad y sus valores de disparidad más encontrados. Puede determinarse un factor de ponderación global sobre la base de la frecuencia de existencia, de tal manera que el coeficiente de ponderación más alto se da a los valores de intensidad con una frecuencia más alta. Las características de textura se determinan para clasificar las regiones con textura y las regiones sin textura. Sobre la base de las características de textura, se determina un factor de ponderación local de tal manera que se asigna un factor de ponderación local alto a las regiones con textura y un factor de ponderación local bajo es asignado a las regiones sin textura. El factor de ponderación global y el factor de ponderación local se combinan para obtener un factor de ponderación general, que es alto sólo para las superficies sin textura que tienen una distribución de color frecuente. El mapa de disparidad modificado se consigue mediante un promedio ponderado del mapa de disparidad inicial y los valores de disparidad dominantes por valor de intensidad, a través del factor de ponderación global determinado por el análisis local y global. Por lo tanto, un filtrado de mapa de disparidad basado en el contenido se consigue mediante la asignación de valores de disparidad dominantes para regiones de color de alta frecuencia sin textura y no modificando el tipo restante de regiones.

El ámbito de la invención está por lo tanto indicado por las reivindicaciones adjuntas.

## Reivindicaciones

1. Un método para procesar un valor de disparidad para un elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen, en que el método comprende:

determinar un histograma de disparidad de intensidad, que incluye, para cada valor de intensidad de una pluralidad de valores de intensidad y cada valor de disparidad de una pluralidad de valores de disparidad, un valor de frecuencia que indica el número de elementos de imagen que tienen el valor de intensidad respectivo y el mismo valor de disparidad;

seleccionar una tupla de un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociado, para los cuales el valor de frecuencia cumple un criterio predefinido;

determinar un primer factor de ponderación en función del valor de frecuencia de la tupla seleccionada;

determinar un valor de textura para el elemento de imagen, en que el valor de textura representa una variación de valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen de la primera imagen;

determinar un segundo factor de ponderación en función del valor de textura del elemento de imagen; y

determinar un valor de disparidad modificado para el elemento de imagen en función del valor de disparidad para el elemento de imagen y el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad de la tupla seleccionada.

2. El método de la reivindicación 1, en el que

la selección de la tupla del valor de frecuencia y el valor de disparidad asociado comprende:

seleccionar el valor máximo de frecuencia de la pluralidad de valores de frecuencia determinados para un valor de intensidad del elemento de imagen en la primera imagen,  
5 y seleccionar el valor de disparidad asociado con el valor máximo de frecuencia.

3. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que

el primer factor de ponderación se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Global\_Weight_{I(x,y)} = \begin{cases} 1 & \text{if } DDF(I_{(x,y)}) > F\_thres \\ DDF(I_{(x,y)}) / F\_thres & \text{elsewhere} \end{cases}$$

donde

10  $Global\_Weight_{I(x,y)}$  representa el primer factor de ponderación;

$I(x, y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen;

$DDF(I_{(x,y)})$  representa el valor de la frecuencia de la tupla seleccionada; y

$F\_thres$  representa el umbral predeterminado.

4. El método de la reivindicación 3, en el que

15 el umbral predeterminado se determina en base a un porcentaje del tamaño de la primera imagen.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que

determinar el valor de textura para el elemento de imagen comprende la aplicación de un filtro horizontal y un filtro vertical para el elemento de imagen de acuerdo con la

20 siguiente ecuación:

$$Texture(x, y) = \sqrt{hor(x, y) \cdot ver(x, y)}$$

donde

$$hor(x, y) = -I(x-1, y-1) - I(x-1, y) - I(x-1, y+1) \\ + I(x+1, y-1) + I(x+1, y) + I(x+1, y+1)$$

$$ver(x, y) = -I(x-1, y-1) - I(x, y-1) - I(x+1, y-1) \\ + I(x-1, y+1) + I(x, y+1) + I(x+1, y+1)$$

donde

5 *Texture* (*x*, *y*) representa el valor de textura;

*hor* (*x*, *y*) representa el filtro horizontal;

*ver* (*x*, *y*) representa el filtro vertical;

*I* (*x*, *y*) representa el valor de la intensidad del elemento de imagen en (*x*, *y*).

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además  
10 suavizar el valor de textura determinado utilizando un filtro.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,

en que el segundo factor de ponderación se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Local(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } Texture(x, y) > T\_thres \\ \frac{1}{Texture(x, y) + c} & \text{elsewhere} \end{cases}$$

donde

$Local(x, y)$  representa el segundo factor de ponderación determinado para el elemento de imagen  $(x, y)$ ;

$Texture(x, y)$  representa el valor de textura;

5  $c$  representa una constante cercano a 0; y

$T\_thres$  representa un umbral predefinido.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en que

el valor de disparidad modificado se determina para converger con el valor de disparidad de la tupla seleccionada, si el primer factor de ponderación y el segundo

10 factor de ponderación se aproximan a 1.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en que

el valor de disparidad modificado se determina que es igual o cercano al valor de disparidad del elemento de imagen, si el primer factor de ponderación o el segundo factor de ponderación son iguales o próximos a 0.

15 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en que

el valor de disparidad modificado para el elemento de imagen se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{(x,y)}' = |1 - Weight_{(x,y)}| * D_{(x,y)} + Weight_{(x,y)} * DDC(I_{(x,y)})$$

donde

$$Weight(x, y) = Global\_Weight_{I(x,y)} * Local(x, y)$$

20

donde

$Global\_Weight_{I(x,y)}$  representa el primer factor de ponderación;

$Local(x,y)$  representa el segundo factor de ponderación;

$I(x,y)$  representa el valor de la intensidad del elemento de imagen;

5  $DDC(I_{(x,y)})$  representa el valor de disparidad asociada de la tupla seleccionada; y

$D_{(x,y)}$  representa el valor de disparidad del elemento de imagen;

$D_{(x,y)}'$  representa el valor de disparidad modificado del elemento de imagen.

**11.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,

10 en que el elemento de imagen comprende un elemento de imagen o un bloque de elementos de imagen.

**12.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,

en que determinar el histograma de disparidad de intensidad comprende determinar un histograma de disparidad de color rojo, un histograma de disparidad de color verde y un histograma de disparidad de color azul.

15 **13.** El método de la reivindicación 12, en el que la selección de la tupla de un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociado comprende la selección de una primera tupla para el histograma de disparidad de color rojo, una segunda tupla para el histograma de disparidad de color verde y una tercera tupla para el histograma de disparidad de color azul.

**14.** Un dispositivo de procesamiento de imágenes para procesar un valor de disparidad para un elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen, en que el dispositivo comprende:

un circuito de determinación de histograma de disparidad de intensidad configurado para determinar, para cada valor de intensidad de una pluralidad de valores de intensidad y cada valor de disparidad de una pluralidad de valores de disparidad, un valor de frecuencia que indica el número de elementos de imagen que tienen el valor de intensidad respectivo y el mismo valor de disparidad;

un circuito de selección configurado para seleccionar una tupla de un valor de frecuencia y un valor de disparidad asociado, para los que el valor de frecuencia cumple un criterio predefinido;

un primer circuito de determinación de factor de ponderación configurado para determinar un primer factor de ponderación en función del valor de frecuencia de la tupla seleccionada;

un circuito de determinación de valor de textura configurado para determinar un valor de textura para el elemento de imagen, en que el valor de textura representa una variación de valor de intensidad en una región vecina del elemento de imagen en la primera imagen;

un segundo circuito de determinación de factor de ponderación configurado para determinar un segundo factor de ponderación en función del valor de la textura del elemento de imagen; y

un circuito de determinación del valor de disparidad modificado configurado para determinar un valor de disparidad modificado para el elemento de imagen en función

del valor de disparidad para el elemento de imagen y el primer factor de ponderación, el segundo factor de ponderación, y el valor de disparidad de la tupla seleccionada.

**15.** Un sistema de generación de imágenes, que comprende:

- un estimador de disparidad para estimar un valor de disparidad para cada elemento de imagen en una primera imagen con respecto a una segunda imagen;
- un dispositivo de procesamiento de imágenes para modificar el valor de disparidad para cada elemento de imagen de acuerdo con la reivindicación 14; y
- un generador de imágenes para la generar la primera imagen y la segunda imagen en función de los valores de disparidad modificados.



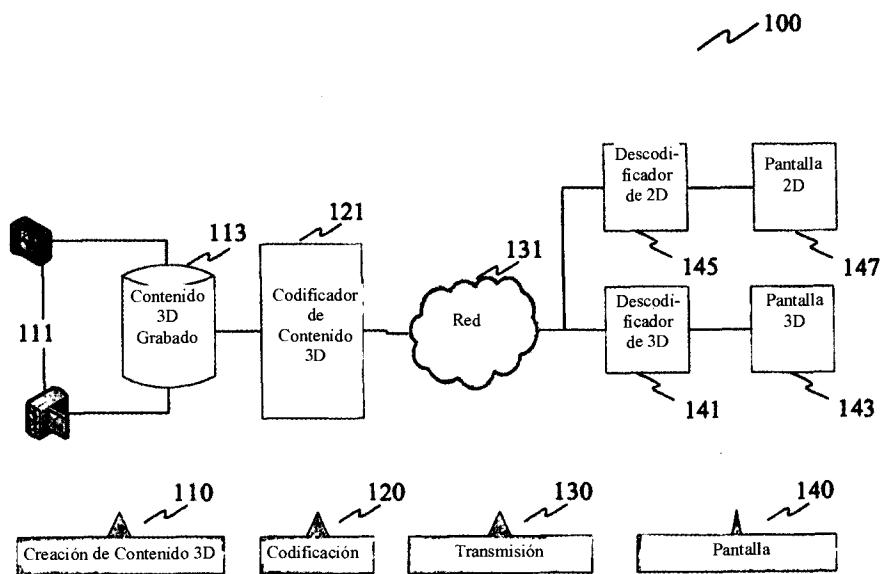
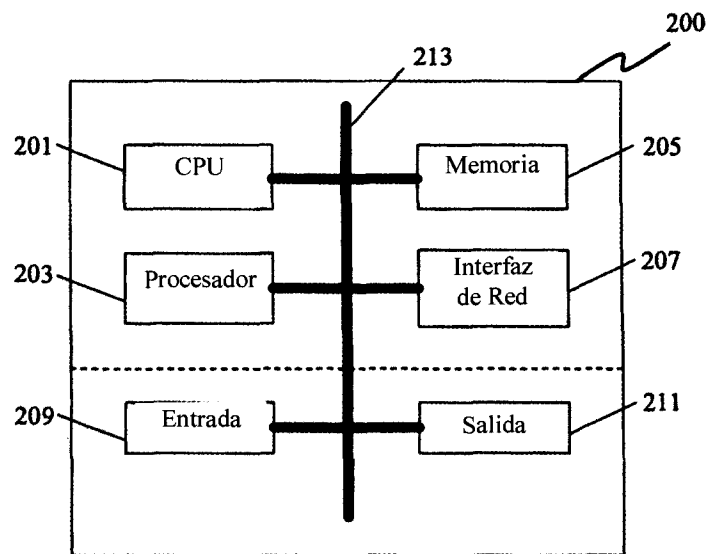
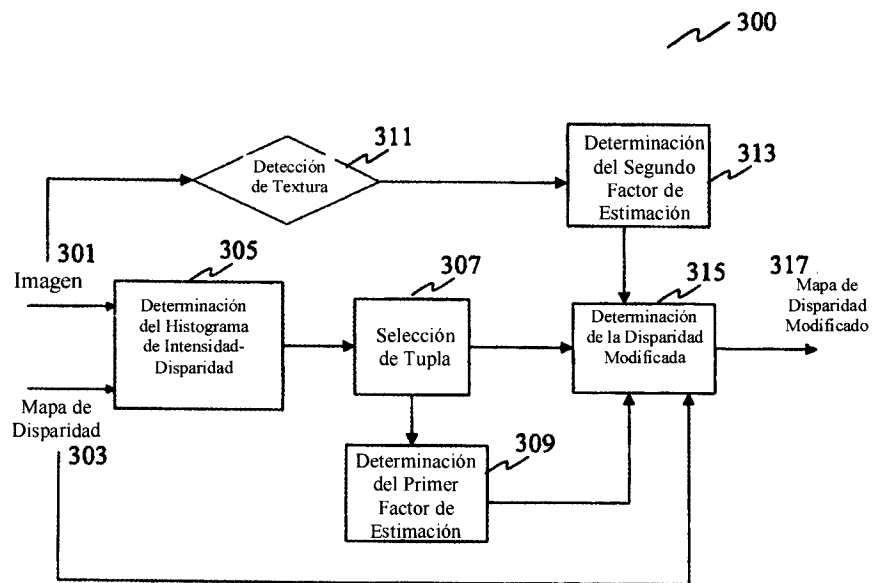


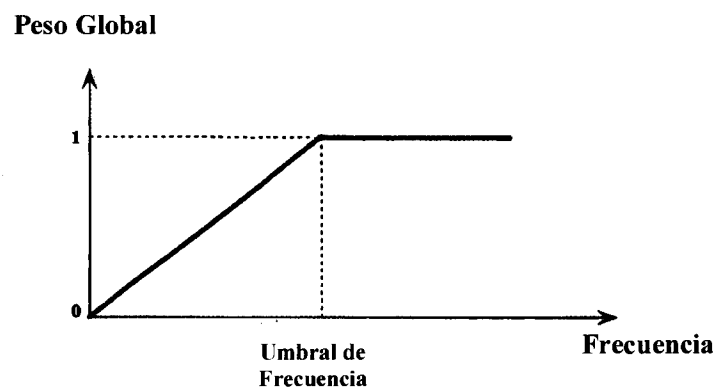
Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

**Filtro Horizontal**

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

**Filtro Vertical**

**Fig. 5**

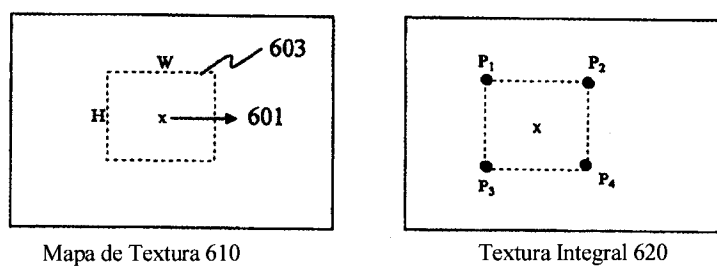


Fig. 6

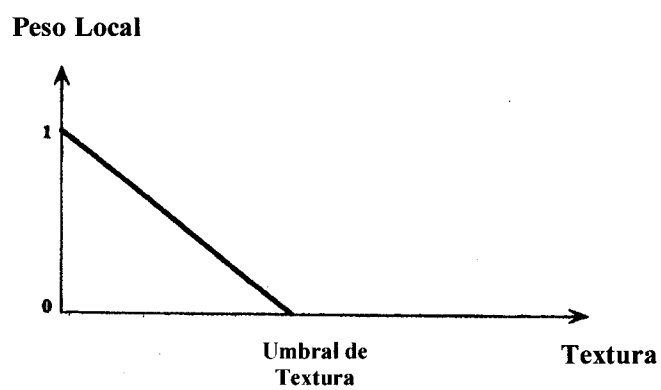


Fig. 7

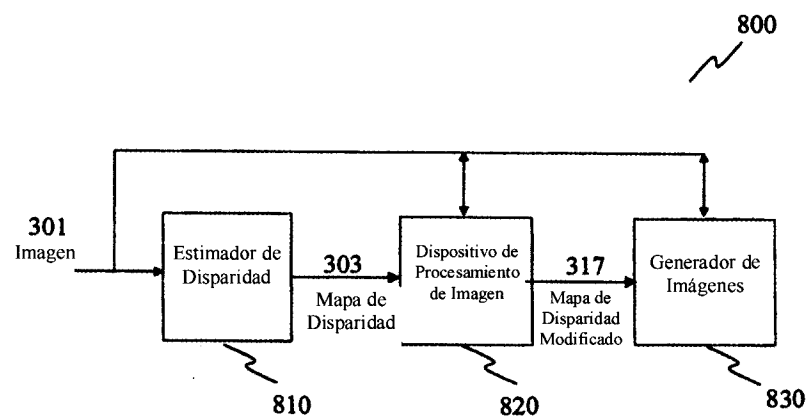


Fig. 8

## REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

*Esta lista de referencias citada por el solicitante es solamente para facilitar la lectura.*

*No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha tenido un cuidado extremado a la hora de recopilar las referencias, no pueden descartarse errores u omisiones, y la EPO declina cualquier responsabilidad a este respecto.*

### Documentos de patente citados en la descripción:

- EP 2293586 A1 [0005]
- EP 1968329 A2 [0006]