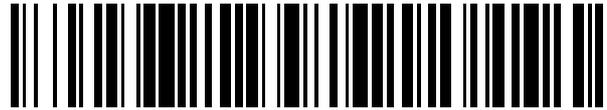


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 046**

51 Int. Cl.:

G06T 15/04 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2005 E 05766471 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **08.08.2007 EP 1816606**

54 Título: **Dispositivo de dibujo y método de dibujo**

30 Prioridad:

01.11.2004 JP 2004318362

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

16.01.2013

73 Titular/es:

**SONY COMPUTER ENTERTAINMENT INC.
(100.0%)
2-6-21, MINAMI-AOYAMA, MINATO-KU
TOKYO 107-0062, JP**

72 Inventor/es:

OHBA, AKIO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 394 046 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de dibujo y método de dibujo.

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una tecnología de tratamiento gráfico en gráficos informáticos, y, en particular, a un aparato de tratamiento gráfico y a un método para establecer una relación de correspondencia, o correlación, de un vector normal sobre una superficie de un objeto en el que se lleva a cabo el tratamiento gráfico.

10 TÉCNICA RELACIONADA

En los gráficos informáticos tridimensionales, se utiliza generalmente un modelo poligonal en el que un objeto en un espacio tridimensional es representado por múltiples polígonos. En el tratamiento gráfico de un modelo poligonal, el sombreado se lleva a cabo en una superficie de polígono en consideración a la fuente de luz, una posición del punto de vista, la reflectividad de una superficie del objeto y otros factores. A fin de crear una imagen altamente realista, se lleva a cabo también el establecimiento de una relación de correspondencia de la textura en la que se aplica una imagen de textura a una superficie de un modelo poligonal.

Si bien una imagen creada mediante la correlación de textura puede mejorar significativamente la expresividad del color, no es capaz de expresar la rugosidad de una superficie de un objeto. Como método para expresar fácilmente la rugosidad de una superficie de un objeto, existe un método denominado correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de normales, que se sirve de una idea de correlación de textura. En la correlación topológica, los vectores normales son correlacionados sobre una superficie de un objeto en el lugar de una textura, a fin de generar vectores pseudonormales sobre la superficie del objeto. Suponiendo que los vectores pseudonormales así generados coinciden con las direcciones de línea normal de la superficie del objeto, se lleva a cabo el procedimiento de sombreado y se obtienen valores de brillo de la superficie con el fin de realizar una sombra. Se crea con ello una rugosidad ficticia o simulada sobre la superficie del objeto.

En la correlación de textura, a fin de reducir la cantidad de datos de una imagen de textura, se emplea a menudo un esquema de color de índice en el que cada punto de imagen o píxel de una textura no tiene un valor de color, sino que tiene el índice del valor de color y lo convierte en un color real al hacer referencia a una tabla de consulta de color cuando se lleva a cabo la correlación de textura. En este esquema, se preparan muestras de color que definen previamente valores de color, como una tabla de consulta de color, y cada píxel de una textura almacena únicamente información de índice destinada a utilizarse para hacer referencia a la tabla de consulta de color. Cuando las muestras de color que se han de utilizar tienen 256 colores, por ejemplo, puesto que basta con que cada píxel de una textura almacene tan solo un índice con tantos bits como 8, la cantidad de datos requerida para una imagen de textura puede verse significativamente reducida, por lo que se ahorra la cantidad de memoria que es necesario utilizar para el mapa de textura.

En la Publicación de Patente japonesa divulgada al público con el N° 2002-203255, el presente Solicitante ha propuesto un método de correlación topológica que se sirve de una tabla de consulta de color utilizada para la conversión de color en la correlación de textura como tabla de referencia para vectores normales.

Si bien la correlación topológica puede expresar fácilmente la rugosidad sin tener que modelar minuciosamente una superficie de un objeto, un vector normal debe correlacionarse con cada píxel de una superficie del objeto y han de llevarse a cabo cálculos de brillo para todos los vectores normales, de lo que resulta un elevado coste de cálculo y un procedimiento que consume tiempo. Por otra parte, la cantidad de memoria que se ha de utilizar aumenta debido a que los vectores normales son almacenados basándose en píxeles. En el método de correlación topológica que utiliza una tabla de consulta de color propuesta en la Publicación de Patente japonesa divulgada al público con el N° 2002-203355, puesto que los vectores normales se cuantifican para reducir el número de vectores normales de referencia, puede evitarse el incremento del coste de los cálculos y es posible reducir la cantidad de memoria que se ha de utilizar. Aunque la cuantificación de los vectores normales ha sido capaz de solucionar los problemas de la velocidad de tratamiento y la capacidad de memoria, existe aún margen de mejora en la calidad de la imagen.

El documento EP-A-1 331 606 divulga un aparato de tratamiento gráfico que comprende una unidad de memoria de correlación de normal, una unidad de correlación de vector normal, que correlaciona vectores individuales con áreas de superficie dividida, y una unidad de reemplazo de vector normal, que reemplaza el vector normal individual por un vector normal de referencia que es el más análogo en sus características al vector individual. Por otra parte, la divulgación de Kilgard, M. J.: "A practical and robust Bump-mapping Technique for today's GPUs" (Una técnica práctica y robusta de correlación topológica para las GPUs actuales), Game Developers Conference [Conferencia de desarrolladores de juegos] 2000, 5 de julio de 2000, págs. 1 a 39, describe una nueva técnica de correlación topológica práctica y robusta.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención acomete los problemas anteriormente descritos, con el propósito general de proporcionar una tecnología de tratamiento gráfico que utilice la correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de

normales, y que presente una alta eficiencia de tratamiento y una calta calidad de imagen.

Los anteriores propósitos se consiguen mediante la materia objeto reivindicada de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

5 Con el fin de solucionar los anteriores problemas, una realización de la presente invención es un aparato de
tratamiento gráfico. El aparato comprende: una unidad de memoria de correlación de normal, que almacena una
10 pluralidad de relaciones de correspondencia o correlaciones de normal, cada una de las cuales tiene un vector
normal como elemento y una resolución diferente, sobre la base del grado o nivel de resolución; una unidad de
correlación de vector normal, que establece una correlación o relación de correspondencia de la correlación de
normal de un nivel de resolución correspondiente a un grado de detalle en el dibujo de una superficie de un objeto
15 en cuestión, con la superficie, a fin de generar un vector pseudonormal sobre la superficie; una pluralidad de tablas
de cuantificación preparadas basándose en el nivel de resolución, que almacenan un conjunto de vectores normales
de referencia que cuantifican direcciones de línea normal de la superficie y que tienen diferentes combinaciones de
valores de vector basándose en el nivel de resolución; y una unidad de reemplazo de vector normal, que se remite o
hace referencia a la tabla de cuantificación del nivel de resolución correspondiente al nivel o grado de detalle del
dibujo y reemplaza el vector pseudonormal generado sobre la superficie por uno de los vectores normales de
referencia de la tabla de cuantificación.

20 De acuerdo con esta realización, puesto que la pluralidad de correlaciones de normal que almacenan vectores
normales se han preparado basándose en el nivel de resolución, el nivel de resolución que coincide con el grado de
detalle en el dibujo de una superficie de polígono puede ser seleccionado para establecer una relación de
correspondencia de la correlación de normal con una superficie del objeto en cuestión. Por otra parte, puesto que el
vector pseudonormal se cuantifica utilizando la tabla de cuantificación preparada basándose en el nivel de
25 resolución, la cantidad de cálculos del brillo puede ser reducida y es posible también evitar un error de cuantificación
con el fin de mejorar la calidad de la imagen.

El aparato puede comprender, de manera adicional: una pluralidad de tablas de consulta preparadas basándose en
30 el nivel de resolución, índices de almacenamiento de los vectores normales de referencia que se han almacenado en
las tablas de cuantificación basándose en el nivel de resolución, y valores de brillo de la superficie que se obtienen
cuando las líneas de dirección normal de la superficie del objeto en cuestión vienen proporcionadas por los vectores
normales de referencia, en correspondencia unos con otros; y una unidad de captación de valores de brillo, que se
remite o hace referencia a la tabla de consulta del nivel de resolución correspondiente al grado de detalle en el
dibujo y capta el valor de brillo correspondiente al vector normal de referencia formado sobre la superficie.

35 El uso de la tabla de consulta elimina la necesidad de almacenar los valores de vectores normales de referencia
como una correlación de normal, por lo que se reduce la capacidad de memoria necesaria para el tratamiento.
Además, puesto que se preparan diferentes tablas de consulta basándose en un nivel de resolución y se utiliza la
tabla de consulta que corresponde al grado de detalle de dibujo de un objeto considerado, puede crearse una
40 imagen con una calidad de imagen coincidente con el grado de detalle de dibujo del objeto en cuestión.

También puede obtenerse un valor de brillo final de la superficie, de un modo tal que: la unidad de correlación de
vector normal selecciona las correlaciones de normal de al menos dos niveles de resolución diferentes
45 correspondientes a los grados de detalle de dibujo, y establece una relación de correspondencia de las respectivas
correlaciones de normal con la superficie, a fin de generar un vector pseudonormal para cada nivel de resolución en
la superficie; la unidad de reemplazo de vector normal se remite a las tablas de cuantificación de los al menos dos
niveles de resolución diferentes y reemplaza los vectores pseudonormales de los respectivos niveles de resolución
generados sobre la superficie por alguno de los vectores normales de referencia de las tablas de cuantificación de
50 los niveles de resolución respectivos; y la unidad de captación de valores de brillo se remite a las tablas de consulta
de los al menos dos niveles de resolución diferentes, capta los valores de brillo correspondientes a los vectores
normales de referencia de los niveles de resolución respectivos generados sobre la superficie, e interpola los valores
de brillo captados entre los al menos dos niveles de resolución diferentes.

Los valores de brillo son, de esta forma, interpolados entre los niveles de resolución utilizando las tablas de
55 cuantificación, que son diferentes de un nivel de resolución a otro, por lo que puede ser reducido el efecto de un
error de cuantificación del vector pseudonormal y es posible mejorar la calidad de la imagen.

Otra realización de la invención consiste en un método de tratamiento gráfico. El método comprende: correlacionar o
60 establecer una relación de correspondencia de una correlación de normal de un nivel de resolución correspondiente
a un nivel o grado de detalle de dibujo de una superficie de un objeto en cuestión, con la superficie, con el fin de
generar un vector pseudonormal sobre la superficie, de tal manera que la correlación de normal se selecciona de
entre una pluralidad de correlaciones de normal, cada una de las cuales tiene un vector norma como elemento y una
resolución diferente; reemplazar el vector pseudonormal por un vector normal de referencia cuantificado, al llevar a
cabo una cuantificación dependiente del nivel de resolución en el vector pseudonormal generado en la superficie; y
65 captar un valor de brillo en la superficie, bajo la suposición de que una dirección de línea normal de la superficie

viene dada por el vector normal de referencia formado en la superficie.

Aún otra realización de la invención es un programa. El programa hace que una computadora ejecute: correlacionar o establecer una relación de correspondencia de una correlación de normal de un nivel de resolución correspondiente a un nivel o grado de detalle de dibujo de una superficie de un objeto considerado, con la superficie, a fin de generar un vector pseudonormal en la superficie, de tal manera que la correlación de normal se selecciona de entre una pluralidad de correlaciones de normal, cada una de las cuales tiene un vector normal como elemento y una resolución diferente; referirse o remitirse a una tabla de cuantificación del nivel de resolución correspondiente al grado de detalle de dibujo, de entre una pluralidad de tablas de cuantificación preparadas basándose en el nivel de resolución, de tal manera que las tablas de cuantificación que almacenan un conjunto de vectores normales de referencia cuantifican direcciones de línea normal de la superficie y tienen diferentes combinaciones de valores de vector basándose en el nivel de resolución, y reemplazar el vector pseudonormal generado sobre la superficie por alguno de los vectores normales de referencia de la tabla de cuantificación; y remitirse a una tabla de consulta del nivel de resolución correspondiente al nivel o grado de detalle, de entre una pluralidad de tablas de consulta preparadas basándose en el nivel de resolución, de tal manera que las tablas de consulta almacenan índices de los vectores normales de referencia almacenados en las tablas de cuantificación basándose en el nivel de resolución y en valores de brillo de la superficie obtenidos cuando las direcciones de línea normal de la superficie del objeto en cuestión vienen dadas por los vectores normales de referencia de la misma, unos en correspondencia con otros, y captar el valor de brillo correspondiente al vector normal de referencia formado en la superficie.

A propósito, se pretende también que constituyan aspectos aplicables de la presente invención cualesquiera combinaciones de los componentes anteriores, así como cualesquiera conversiones de expresiones de la presente invención a partir de / en métodos, aparatos, sistemas, programas informáticos, estructuras de datos y similares.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama que muestra la configuración de un aparato de tratamiento gráfico de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 2 es un diagrama para describir una tabla de VQ de la Figura 1;

La Figura 3 es un diagrama para describir una CLUT [tabla de consulta de color –“color lookup table”] de la Figura 1;

La Figura 4 es un diagrama de flujo para describir un procedimiento de dibujo por parte de la correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de normales, de acuerdo con la realización;

Las Figuras 5A-5C son diagramas para describir un procedimiento en el que los valores de brillo se hacen corresponder o correlacionan con una superficie de polígono por parte de la correlación topológica; y

Las Figuras 6A-6C son diagramas para describir un procedimiento en el que los valores de brillo son correlacionados con una superficie de polígono por parte de la correlación topológica en un procedimiento de correlación MIP [mucho en poco espacio –“multum in parvo”].

MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

La Figura 1 muestra la configuración del aparato de tratamiento gráfico 100 de acuerdo con una realización de la invención. El aparato de tratamiento gráfico 100 genera datos gráficos destinados a ser visualmente presentados en un dispositivo de presentación visual, basándose en información de modelo de un objeto tridimensional, y lleva a cabo un procedimiento de correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de normales, según sea necesario para crear una rugosidad simulada en una superficie del objeto tridimensional.

Un procesador de geometría 102 lleva a cabo un tratamiento de geometría en el objeto tridimensional y genera una lista de presentación visual que comprende información de definición de polígono que incluye la forma y la posición en coordenadas de un polígono así como el valor de un nivel o grado de detalle (LOD –“level of detail”) que indica con cuánto detalle se dibuja el polímero. Para los polígonos en los que se llevará a cabo la correlación topológica, se añaden los datos que describen que estos se toman como objetivo para la correlación topológica. Si se ha de llevar a cabo o no la correlación topológica, puede determinarse por adelantado cuando se hace un modelo de un objeto, o bien puede determinarse dinámicamente durante un procedimiento de dibujo o trazado.

Un procesador 106 de correlación topológica recibe una lista de presentación visual desde el procesador de geometría 102, y lleva a cabo un procedimiento de correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de normales, en un polígono designado como objetivo para la correlación topológica, a fin de crear una rugosidad ficticia o simulada en la superficie del polígono. El procedimiento de correlación topológica se lleva a cabo: preparando por adelantado una textura que tiene un vector normal como elemento de píxel, de tal manera que el vector normal se utiliza para crear una rugosidad simulada en una superficie del polígono, correlacionar la textura con una superficie de polígono de acuerdo con un método de correlación de textura; generar un vector pseudoaleatorio en la superficie de polígono; y captar un valor de brillo de la superficie de polígono.

Un procesador gráfico 104 lee y escribe datos gráficos desde y hacia un registro 126 de almacenamiento intermedio de trama proporcionado en una unidad de memoria 124 de datos gráficos. El procesador gráfico 104 correlaciona una textura sobre una superficie de polígono y obtiene el valor de RGB [rojo-verde-azul –“red green blue”] de cada

punto de imagen o píxel de la superficie de polígono. Para un polígono en el que se ha llevado a cabo la correlación topológica por parte del procesador 106 de correlación topológica, el procesador gráfico 104 mezcla el valor de RGB obtenido con un valor de brillo obtenido por el procesador 106 de correlación topológica, a fin de llevar a cabo el sombreado, y determina el valor de RGB final, que es, a su vez, inscrito en el registro 126 de almacenamiento intermedio de trama.

Los datos de imagen así almacenados en el registro 126 de almacenamiento intermedio de trama se convierten en datos de salida de vídeo y, a continuación, se suministran como entrada a un dispositivo de presentación visual, de tal manera que se presenta visualmente la imagen de un objeto sobre cuya superficie se ha creado una rugosidad simulada mediante la correlación topológica.

El procesador 106 de correlación topológica de la presente realización se sirve de la técnica de “correlación topológica con cuantificación”, en la que vectores pseudonormales generados sobre una superficie de polígono son reemplazados por vectores normales de referencia mediante la cuantificación de vectores, y se llevan a cabo cálculos de brillo únicamente en los vectores normales de referencia.

El procesador 106 de correlación topológica de la realización utiliza, de manera adicional, la técnica de la “correlación MIP” [mucho en poco espacio –“multum in parvo”], en la que se prepara una pluralidad de texturas que tienen diferentes resoluciones, y se selecciona una textura del nivel de resolución correspondiente al nivel o grado de detalle de dibujo de una superficie de polígono, a fin de correlacionarla con la superficie de polígono.

En la técnica de correlación MIP, se prepara una pluralidad de texturas de diferentes tamaños, de tal manera que se selecciona para llevar a cabo la correlación una textura que tiene la resolución que se ajusta con el valor de LOD de un polígono. En general, cuando se lleva a cabo la correlación de textura, si el área de píxeles de un polígono y el tamaño de una textura son significativamente diferentes entre sí, de tal manera que se ha de reducir la textura para que esta sea correlacionada con el polígono, se producen señales espurias en el resultado del dibujo y la calidad de la imagen se deteriora notablemente. En consecuencia, en la técnica de correlación MIP, las texturas con tamaños de la mitad, un cuarto, un octavo, etc. de la textura inicial se preparan por adelantado, y, por ejemplo, se correlaciona una textura que tiene una resolución inferior con un polígono más distante del punto de vista de la observación. Puede expresarse con ello una imagen detallada con menos parpadeo, en comparación con la correlación de textura ordinaria.

En lo que sigue se describirá en detalle la estructura del procesador 106 de correlación topológica.

Una unidad 108 de correlación de vector normal identifica un polígono sobre el que se necesita una correlación topológica, de acuerdo con la lista de presentación visual generada por el procesador de geometría 102, y correlaciona vectores normales con la superficie del polígono identificado con el fin de crear una rugosidad ficticia o simulada.

Los datos de vector normal utilizados para crear una rugosidad simulada sobre la superficie de un polígono se almacenan en una unidad de memoria 116 de correlación de normal, en forma de una textura 118. La textura 118 almacena datos de color para cada píxel cuando se utiliza en la correlación de textura ordinaria. Sin embargo, la textura 118 de esta realización se utiliza como una correlación de normal (también denominada correlación topológica) que almacena el valor del vector normal para cada píxel. La correlación de normal puede obtenerse diferenciando datos de altura que indican la rugosidad de una superficie bidimensional, y obteniendo, a continuación, los vectores normales que indican las direcciones de línea normal de los respectivos píxeles.

En la presente realización, a fin de llevar a cabo un procedimiento de correlación MIP, se preparan una pluralidad de texturas 118 basándose en un nivel de resolución (al que se hace referencia en lo que sigue como nivel de correlación MIP); se selecciona un nivel de correlación MIP de acuerdo con el valor de LOD de un polígono; y se utiliza la textura 118 correspondiente al nivel de correlación MIP para la correlación topológica.

La unidad 108 de correlación de vector normal lee la textura 118 que tiene el nivel de correlación MIP correspondiente al valor de LOD de un polígono, en la unidad de memoria 116 de correlación de normal, y correlaciona los vectores normales almacenados en la textura 118 con una superficie de polígono mediante el uso de correlación de textura ordinaria. Se añade como consecuencia de ello al vector normal original una fluctuación debida a la correlación topológica, que indica una dirección vertical de la superficie de polígono, de tal manera que se generan vectores pseudonormales en la superficie de polígono.

Una unidad 110 de reemplazo de vector normal lleva a cabo una cuantificación de vector sobre los vectores pseudonormales generados en la superficie de polígono por parte de la unidad 108 de correlación de vector normal, a fin de reemplazarlos por vectores normales de referencia. La cuantificación de vector se lleva a cabo de una manera tal que: se preparan un número predeterminado de vectores normales de referencia como vectores representativos para la posible generación de vectores pseudonormales arbitrarios sobre la superficie de un objeto tridimensional; y un vector pseudonormal dado es aproximado al vector normal de referencia más cercano. En este

caso, el número de vectores normales de referencia se establece de manera que sea menor que el número de vectores pseudonormales generados en una superficie de un objeto tridimensional.

5 Se almacenan combinaciones de vectores normales de referencia en una unidad de memoria 120 de vectores de cuantificación, en forma de tablas 121 de cuantificación de vectores (VQ –“vector quantization”), basándose en el nivel de correlación MIP. La tabla de VQ 121 es una tabla que confecciona los índices y valores de coordenadas de los vectores normales de referencia que se corresponden entre sí.

10 Por ejemplo, cuando se divide una esfera en 256 áreas y se aproxima a un poliedro que tiene 256 caras, la combinación de vectores normales de referencia de una tabla de VQ 121 comprende 256 vectores normales que indican las direcciones verticales de las caras divididas respectivas. Existe una arbitrariedad a la hora de escoger los 256 vectores normales de referencia; si la topología de un poliedro se modifica cuando se divide la esfera en 256 áreas, es posible obtener 256 vectores normales de referencia diferentes. Por lo tanto, se selecciona una combinación diferente de vectores normales de referencia para cada nivel de correlación MIP, y las tablas de VQ 121 son proporcionadas basándose en el nivel de correlación MIP. Si existen ocho niveles de correlación MIP, del nivel 0 al nivel 7, por ejemplo, se proporcionan ocho tablas de VQ 121. En este ejemplo, se supone que el nivel 0 tiene la resolución más alta y que los niveles 1 a 7 tienen, en este orden, resoluciones más bajas.

20 La Figura 2 ilustra la tabla de VQ 121 del nivel de correlación MIP 0. Los valores de coordenadas tridimensionales de los vectores normales de referencia (x_1, y_1, z_1) a ($x_{256}, y_{256}, z_{256}$) se hacen corresponder a los índices de los vectores normales de referencia 1 a 256, respectivamente. Similarmente, para cada uno de los otros niveles de correlación MIP 1 a 7, la tabla de VQ 121 se ajusta de tal manera que hace que los valores de coordenadas tridimensionales de los vectores normales de referencia correspondan a los índices de la misma, de modo que los valores de coordenadas de los vectores normales de referencia de los respectivos niveles de correlación MIP difieren unos de otros. El uso de diferentes combinaciones de vectores normales de referencia basados en el nivel de correlación MIP puede absorber un error de cuantificación provocado por la cuantificación de vectores.

30 El número de vectores normales de referencia puede modificarse dependiendo de los niveles de correlación MIP. Por ejemplo, a medida que la resolución disminuye, la precisión puede verse reducida si se reduce el número de vectores normales de referencia, de tal manera que la tabla de VQ 121 del nivel 0 de correlación MIP se ajusta para que tenga 256 vectores normales de referencia, la del nivel 1 de correlación MIP, de manera que tenga 128 vectores, la del nivel 2 de correlación MIP, para que tenga 64 vectores, y así sucesivamente. Por ejemplo, puesto que se permite que un objeto distante o un objeto no evidente o irrelevante tenga una pobre calidad de imagen, puede seleccionarse la tabla de VQ 121 de un nivel de resolución bajo de manera que utilice un menor número de vectores normales de referencia, por lo que se reduce el coste de tratamiento en lo tocante al coste de la calidad de imagen; para un objeto cercano o un objeto evidente o de relevancia, se selecciona la tabla de VQ 121 de un alto nivel de resolución con el fin de utilizar un gran número de vectores normales de referencia, de tal manera que la calidad de imagen pueda ser mejorada con la expresión de la rugosidad en detalle.

40 La unidad 110 de reemplazo de vector normal selecciona el nivel de correlación MIP correspondiente al valor de LOD de un polígono, y se remite a la tabla de VQ 121 de este nivel de correlación MIP al objeto de convertir un vector pseudonormal generado en la superficie del polígono en el vector normal de referencia más cercano al vector pseudonormal.

45 La unidad de memoria 120 de vector de cuantificación almacena tablas de consulta de color (a las que se hace referencia más adelante como CLUTs (“color lookup tables”) 122, cada una de las cuales almacena los índices y los valores de brillo de los vectores normales de referencia en la tabla de VQ 121, en correspondencia unos con otros. Si se supone que una dirección de línea normal de una superficie de un objeto constituye un vector normal de referencia en la tabla de VQ 121, es posible calcular un valor de brillo de la superficie mediante la realización de un procedimiento de sombreado, suponiendo el tipo y la posición de una fuente de luz. La CLUT 122 es una tabla que hace corresponder los valores de brillo así calculados a los índices de los vectores normales de referencia. Puesto que las tablas de VQ 121 se proporcionan basándose en un nivel de correlación MIP, las CLUTs 122 también se proporcionan basándose en un nivel de correlación MIP.

55 La Figura 2 ilustra la CLUT 122 del nivel de correlación MIP 0. Se almacenan los índices 1 a 256 de los vectores normales de referencia y los valores de brillo correspondientes α_1 a α_{256} . Basándose en los valores de coordenadas de los vectores normales de referencia contenidos en la tabla de VQ 121 del nivel de correlación MIP 0 que se ha representado en la Figura 2, se llevan a cabo cálculos de brillo en los respectivos vectores normales de referencia y los valores de brillo resultantes son almacenados en correspondencia con los índices de los vectores normales de referencia. Se hace referencia a la CLUT 122 para obtener los valores de brillo correspondientes a los índices de los vectores normales de referencia del nivel de correlación MIP 0. Para los otros niveles de correlación MIP 1 a 7, similarmente, se calculan los valores de brillo para los vectores normales de referencia respectivos, y se almacenan en correspondencia con los índices de los mismos.

65 Una unidad 112 de captación de valores de brillo se remite a la CLUT 122 del nivel de correlación MIP

correspondiente al valor de LOD de un polígono, y capta los valores de brillo correspondientes a los vectores normales de referencia formados sobre la superficie del polígono. La unidad 112 de captación de valores de brillo envía los datos que describen los valores de brillo de la superficie del polígono, los cuales se han determinado por correlación topológica, al procesador gráfico 104.

5 Cuando se lleva a cabo el establecimiento de una relación de correspondencia de textura de correlación MIP, la calidad de imagen se ve a menudo degradada. Esto es debido a que, puesto que los niveles de correlación MIP son discretos, cuando los niveles de correlación MIP cambian sobre una superficie de un objeto, las resoluciones de las texturas que se han de correlacionar cambian abruptamente. Además, cuando un objeto sobre el que se ha correlacionado una textura se desplaza en la dirección de la profundidad, los niveles de correlación MIP cambian con la profundidad, de tal manera que las resoluciones de las texturas que se han de correlacionar cambian abruptamente. Por lo tanto, se produce un parpadeo en la superficie del objeto y la apariencia visual a menudo se deteriora.

10 Para evitar estos problemas, es común en la correlación MIP que las texturas de diferentes niveles de correlación MIP se interpolen suavemente entre los niveles de correlación MIP, a fin de crear una textura intermedia. Se utiliza, por tanto, en la correlación de textura por parte de la correlación MIP, una filtración en tres líneas, o trilineal, en la que se llevan a cabo interpolaciones lineales no solo entre los valores de píxel situados en las direcciones longitudinal y lateral, sino también entre niveles jerárquicos de resoluciones de correlación MIP.

15 En la presente realización, se adopta el procedimiento de correlación MIP que utiliza filtración trilineal para la correlación topológica con cuantificación. Puesto que la correlación topológica convencional manipula directamente vectores normales, el procedimiento de cálculo necesita ser llevado a cabo directamente entre los vectores normales con el fin de interpolar entre los niveles de correlación MIP, de tal modo que el procedimiento ha venido siendo complejo y difícil de manejar. Como la correlación topológica con cuantificación es una técnica que se sirve de CLUTs 122 en las que los vectores normales de referencia cuantificados y los valores de brillo son almacenados en correspondencia unos con otros, sin embargo, es exactamente la misma que la correlación de textura ordinaria en cuanto a su estructura, de tal manera que la tecnología relacionada de la correlación de textura, tal como la correlación MIP, pueda ser directamente utilizada. Se describirá en lo que sigue el funcionamiento del procesador 20 106 de correlación topológica que lleva a cabo un procedimiento de correlación MIP utilizando filtración trilineal.

25 El procesador 106 de correlación topológica se remite al valor de LOD de un polígono y selecciona dos niveles de correlación MIP correspondientes a este valor de LOD con el fin de generar una interpolación trilineal utilizando las texturas de los dos niveles de correlación MIP.

30 Por ejemplo, cuando los valores de LOD adoptan los valores de 0 a 63, se hacen corresponder sesenta y cuatro etapas de valores de LOD a ocho etapas de nivel de correlación MIP de 0 a 7. Si los valores de LOD que tienen números de multiplicación de ocho, es decir, 0, 8, 16, ..., 56 se hacen corresponder a los niveles de correlación MIP 0, 1, 2, ..., 7, respectivamente, un valor de LOD que no sea un número múltiplo de ocho pertenece a los valores intermedios existentes entre dos niveles de correlación MIP adyacentes. En consecuencia, dado un valor de LOD, se seleccionan los dos niveles de correlación MIP adyacentes que hacen posible que el valor de LOD pertenezca a los valores intermedios situados entremedias.

35 La unidad 108 de correlación de vector normal selecciona las texturas 118 de los dos niveles de correlación MIP adyacentes seleccionados de acuerdo con el valor de LOD de un polígono, y hace correlacionar cada uno de ellos con una superficie de polígono, por lo que se generan vectores pseudonormales de los dos niveles de correlación MIP sobre la superficie del polígono.

40 La unidad 110 de reemplazo de vector normal se sirve de las tablas de VQ 121 de los dos niveles de correlación MIP adyacentes seleccionados de acuerdo con el valor de LOD del polígono, para reemplazar los vectores pseudonormales de los respectivos niveles de correlación MIP generados en la superficie del polígono, por vectores normales de referencia. Se forman, con ello, los dos vectores normales de referencia correspondientes a los dos niveles de correlación MIP adyacentes, sobre la superficie del polígono.

45 La unidad 112 de captación de valores de brillo se sirve de los CLUTs 122 de los dos niveles de correlación MIP adyacentes seleccionados de acuerdo con el valor de LOD del polígono, para captar los valores de brillo correspondientes a los índices de los vectores normales de referencia de los respectivos niveles de correlación MIP formados sobre la superficie del polígono. Se captan, con ello, en los dos niveles de correlación MIP, los valores de brillo para un punto de imagen o píxel del polígono sobre el que se lleva a cabo la correlación topológica.

50 La unidad 112 de captación de valores de brillo lleva a cabo, de manera adicional, una interpolación lineal entre los niveles de correlación MIP sobre los valores de brillo de los mismos, a fin de obtener un valor de brillo final correspondiente al valor de LOD del polígono. Si un valor de LOD es, por ejemplo, 3, puesto que los valores de LOD 0 y 8 se corresponden, respectivamente, con los niveles de correlación MIP 0 y 1, se capta o adquiere un valor de brillo correspondiente a un valor de LOD de 3 dividiendo la diferencia entre los valores de brillo obtenidos en los

niveles de correlación MIP 0 y 1 con una relación de 3:5.

5 Los valores de brillo son, de esta forma, interpolados entre los niveles de correlación MIP, por lo que puede evitarse el deterioro de la calidad de la imagen que se produce cuando los niveles de correlación MIP cambian sobre la superficie de un objeto o cuando un objeto se desplaza en la dirección de la profundidad. Además, puesto que la interpolación se lleva a cabo entre niveles de correlación MIP mediante el uso de las tablas de VQ 121 que son diferentes de acuerdo con los niveles de correlación MIP, es posible reducir el efecto de un error de cuantificación provocado por la cuantificación vectorial realizada en vectores pseudonormales.

10 La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de trazado o dibujo de la correlación topológica llevado a cabo por el aparato de tratamiento gráfico 100 que tiene la estructura anterior. El diagrama de flujo se describirá con referencia a las Figuras 5A-5C y a las Figuras 6A-6C, según se requiera.

15 El procesador 106 de correlación topológica capta o adquiere una lista de presentación visual que incluye información de definición de un polígono, procedente del procesador de geometría 102 (S10 [etapa 10]).

20 Si la lista de presentación visual captada incluye polígonos que constituyen el objeto de la correlación topológica (S en la S12), el procesador 106 de correlación topológica lleva a cabo procedimientos de correlación topológica S14 a S22. Cuando se toman como objetivo una pluralidad de polígonos para la correlación topológica, los procedimientos de correlación topológica se llevan a cabo en todos esos polígonos. Si no se toma como objetivo ningún polígono para la correlación topológica (N en la S12), no se lleva a cabo ningún procedimiento de correlación topológica, sino que se realiza tan solo un procedimiento de dibujo ordinario S24.

25 El hecho de que se lleve a cabo o no la correlación topológica sobre un polígono puede determinarse de acuerdo con el valor de LOD del polígono. Por ejemplo, cuando el valor de LOD es relativamente pequeño o cuando se necesita realizar el dibujo o trazado con un alto grado de detalle, puede llevarse a cabo la correlación topológica, en tanto que, cuando el valor de LOD es relativamente grande o cuando el dibujo puede llevarse a cabo con un bajo grado de detalle, es posible omitir la correlación topológica.

30 El procesador 106 de correlación topológica selecciona el nivel de correlación MIP que se ajusta al valor de LOD del polígono (S14). Cuando se lleva a cabo una interpolación entre niveles de correlación MIP, se seleccionan los dos niveles de correlación MIP adyacentes a entremedias de los cuales pertenece el valor de LOD. Cuando no se lleva a cabo una interpolación entre niveles de correlación MIP, se selecciona uno de los niveles de correlación MIP, concretamente el más próximo al valor de LOD.

35 La unidad 108 de correlación de vector normal lee la textura 118 del nivel de correlación MIP relevante en la unidad de memoria 116 de correlación de normal y correlaciona los vectores normales almacenados en la textura 118 con la superficie del polígono por medio de un método de correlación de textura (S16).

40 La Figura 5A ilustra una superficie de polígono sobre la que son correlacionados los vectores normales basándose en los píxeles. En este ejemplo, la superficie del polígono tiene una forma rectangular en la que hay seis por seis píxeles dispuestos tanto en la dirección longitudinal como en la dirección lateral, con el resultado de los treinta y seis píxeles totales. Los vectores normales almacenados en la textura 118 son correlacionados con los respectivos píxeles y combinados con los vectores normales iniciales N del polígono, por lo que se determinan los vectores pseudonormales N' de los respectivos píxeles. El dibujo muestra el vector pseudonormal N' de cada píxel de la superficie del polígono. En lo que sigue se describirá un método específico para calcular un vector pseudonormal N'.

50 Si se describe un punto P(x, y, z) de la superficie del polígono en unas coordenadas paramétricas (s, t), el punto queda descrito como sigue: $P = [x(s, t), y(s, t), z(s, t)]$. Puesto que los vectores tangentes en la dirección s y en la dirección t vienen dados por P_s y P_t , el vector normal N en el punto P viene dado por $N = P_s \times P_t$, donde P_s y P_t indican, respectivamente, las derivadas parciales con respecto a s y a t, y el símbolo x indica el producto vectorial.

55 Si un valor de correlación topológica se denota por B y las coordenadas de un punto de una correlación topológica correlacionado con un punto P(s, t) de la superficie del polígono, se denotan por (u, v), el vector pseudonormal N' situado en el punto P tras la correlación topológica se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$N' = N + D$$

60
$$D = \{B_u(N \times P_t) - B_v(N \times P_s)\} / |N|$$

En la ecuación anterior, B_u y B_v son las derivadas parciales del valor B de correlación topológica con respecto a la dirección u y a la dirección v, respectivamente.

65 A continuación, la unidad 110 de reemplazo de vector normal se remite a la tabla de VQ 121 del nivel de correlación

- 5 MIP relevante para cuantificar los vectores pseudonormales N' generados en la superficie del polígono en vectores normales de referencia, y asigna los índices de los vectores normales de referencia a los respectivos píxeles (S18). La unidad 110 de reemplazo de vector normal lleva a cabo una cuantificación mediante el reemplazo de cada uno de los vectores pseudonormales N' por el vector normal de referencia más próximo N_q^* de la tabla de VQ 121. El vector normal de referencia más próximo N_q^* se obtiene calculando el producto interno (N', N_q) entre un vector pseudonormal N' y cada vector normal de referencia N_q contenido en la tabla de VQ 121, y seleccionando el valor más pequeño del valor del producto interno normalizado $(N', N_q)/|N'|/|N_q|$.
- 10 La Figura 5B ilustra la superficie de polígono que tiene los píxeles, sobre la que se han correlacionado los índices de los vectores normales de referencia N_q^* . Los índices de los vectores normales de referencia N_q^* son asignados a los respectivos píxeles de la superficie del polígono. Los valores de coordenadas de los vectores normales de referencia N_q^* son almacenados en la tabla de VQ 121 y únicamente se proporciona a la superficie de polígono la información de índice de los vectores normales de referencia N_q^* , de tal manera que es posible reducir la capacidad de memoria para almacenar la información del polígono.
- 15 A continuación, la unidad 112 de captación de valores de brillo se remite a la CLUT 122 del nivel de correlación MIP relevante y lee los valores de brillo α correspondientes a los índices de los vectores normales de referencia N_q^* formados en la superficie del polígono, a fin de asignarlos a los respectivos píxeles (S20).
- 20 La Figura 5C ilustra el polígono que tiene los píxeles sobre los que se han hecho correlacionar los valores de brillo. Los valores de brillo α correspondientes a los índices de los vectores normales de referencia N_q^* son asignados a los respectivos píxeles.
- 25 La unidad 112 de captación de valores de brillo lleva a cabo, de manera adicional, una interpolación en los valores de brillo entre niveles de correlación MIP según sea necesario (S22). Cuando se seleccionan dos niveles de correlación MIP, en las etapas S16 a S20, la generación de vectores pseudonormales, la conversión en los vectores normales de referencia, así como la captación o adquisición de valores de brillo correspondientes a los índices de los vectores normales de referencia, se llevan a cabo para cada uno de los dos niveles de correlación MIP. La unidad 112 de captación de valores de brillo lleva a cabo una interpolación lineal entre los valores de brillo captados en los niveles de correlación MIP, utilizando una relación de división interior que depende del valor de LOD para calcular un valor de brillo final.
- 30 Las Figuras 6A a 6C ilustran la correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de normales, de un procedimiento de correlación MIP. La Figura 6A ilustra la correlación topológica que utiliza la textura del nivel de correlación MIP 0. La textura del nivel de correlación MIP 0 se hace corresponder o correlaciona con una superficie 130a de polígono, por lo que los vectores pseudonormales N' son generados en correspondencia con los seis por seis píxeles dispuestos en las direcciones longitudinal y lateral. El vector pseudonormal N' de cada píxel se cuantifica a un vector normal de referencia N_q^* mediante el uso de la tabla de VQ 121 del nivel de correlación MIP 0. El vector normal de referencia N_q^* se convierte, adicionalmente, en un valor de brillo α mediante el uso de la CLUT 122a del nivel de correlación MIP 0, por lo que se genera una correlación 132a de valores de brillo en la que los valores de brillo son asignados a los respectivos píxeles.
- 35 La Figura 6B ilustra la correlación topológica que utiliza la textura del nivel de correlación MIP 1. La textura del nivel de correlación MIP 1 se hace corresponder o correlaciona con una superficie 130b de polígono, por lo que los vectores pseudonormales N' se generan en correspondencia con los cuatro por cuatro píxeles dispuestos en las direcciones longitudinal y lateral. El vector pseudonormal N' de cada píxel es cuantificado a un vector normal de referencia N_q^* mediante el uso de la tabla de VQ 121 del nivel de correlación MIP 1. El vector normal de referencia N_q^* se convierte, de manera adicional, en un valor de brillo α mediante el uso de la CLUT 122b del nivel de correlación MIP 1, por lo que se genera una correlación 132c de valores de brillo en la que los valores de brillo son asignados a los respectivos píxeles.
- 40 La Figura 6C ilustra la correlación topológica que utiliza la textura del nivel de correlación MIP 2. La textura del nivel de correlación MIP 2 se hace corresponder o correlaciona con una superficie 130c de polígono, por lo que los vectores pseudonormales N' se generan en correspondencia con los dos por dos píxeles dispuestos en las direcciones longitudinal y lateral. El vector pseudonormal N' de cada píxel es cuantificado a un vector normal de referencia N_q^* mediante el uso de la tabla de VQ 121 del nivel de correlación MIP 2. El vector normal de referencia N_q^* se convierte, de manera adicional, en un valor de brillo α mediante el uso de la CLUT 122c del nivel de correlación MIP 2, por lo que se genera una correlación 132c de valores de brillo en la que los valores de brillo son asignados a los respectivos píxeles.
- 45 Si el valor de LOD de un polígono se encuentra, por ejemplo, entre los niveles de correlación MIP 0 y 1, la unidad 112 de captación de valores de brillo lleva a cabo una interpolación lineal entre las correlaciones 132a y 32b de valores de brillo de los respectivos niveles de correlación MIP 0 y 1 utilizando una relación de división interior que depende del valor de LOD, con el fin de generar una correlación de valores de brillo intermedia, por lo que se obtienen los valores de brillo de la superficie del polígono.
- 50
- 55
- 60
- 65

Diferentes niveles de correlación MIP utilizan diferentes tablas de VQ 121 para cuantificar los vectores pseudonormales N' , de tal manera que incluso vectores pseudonormales N' idénticos son cuantificados a diferentes vectores normales de referencia N_q . De acuerdo con ello, los valores de brillo también dan como resultado valores ligeramente diferentes unos de otros. El hecho de realizar la interpolación entre niveles de correlación MIP para obtener un valor de brillo puede reducir un error de cuantificación causado por la cuantificación de un vector pseudonormal. Esto es debido a que el uso de una pluralidad de niveles de correlación MIP es equivalente al uso de diferentes combinaciones de vectores normales de referencia y, por lo tanto, a hacer sustancialmente la granularidad o finura de la cuantificación fina mediante el incremento del número de vectores normales de referencia.

Una vez que se ha completado el procedimiento de correlación topológica para los polígonos tomados como objetivo de la correlación topológica, el procesador gráfico 104 inscribe datos gráficos de los polígonos en el registro 126 de almacenamiento intermedio de tramas de acuerdo con la lista de presentación visual (S24). En un polígono sobre el que se han correlacionado valores de brillo por parte de la correlación topológica, los valores de brillo son reflejados en esta textura, en la que el sombreado se lleva a cabo de acuerdo con los valores de brillo, gracias a lo cual se expresa una rugosidad simulada. Cuando no se ha establecido ninguna relación de correspondencia o correlación de una textura con una superficie de polígono, el procesador gráfico 104 puede configurarse de manera que inscriba los valores de brillo obtenidos del procesador 106 de correlación topológica directamente en el registro 126 de almacenamiento intermedio de tramas, como los valores de RGB [rojo-verde-azul –“red green blue”], sin ningún tratamiento.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, puesto que la correlación topológica se lleva a cabo correlacionando los vectores normales basándose en los píxeles, una imagen de un polígono puede ser expresada finamente en cuanto a rugosidad superficial. Por otra parte, puesto que el uso de la correlación topológica con cuantificación permite calcular los valores de brillo tan solo para un número de vectores normales de referencia menor que el de los vectores normales que se han de correlacionar, el coste del cálculo para el procedimiento de sombreado puede ser reducido significativamente y la velocidad de tratamiento de la correlación topológica puede ser aumentada. Por otra parte, puesto que se utiliza la CLUT en la que puede hacerse referencia a los valores de brillo correspondientes a través de los índices de los vectores normales de referencia, la capacidad de memoria necesaria para la correlación topológica puede ser reducida.

Por otra parte, de acuerdo con la realización, se prepara una correlación de normal para cada nivel de correlación MIP por adelantado, y se selecciona la correlación de normal del nivel de correlación MIP correspondiente al valor de LOD de una superficie de polígono para llevar a cabo la correlación topológica, por lo que puede crearse una imagen de correlación topológica con una resolución que depende del valor de LOD.

Por otra parte, de acuerdo con la realización, puesto que se utiliza el procedimiento de correlación MIP que emplea filtración en tres líneas, o trilineal, es posible evitar el ruido de cuantificación que se produce cuando cambian los niveles de correlación MIP. Además, puesto que se utilizan diferentes combinaciones de vectores normales de referencia en diferentes niveles de correlación MIP para cuantificar vectores pseudonormales, puede evitarse el deterioro de una imagen provocado por un error de cuantificación en la cuantificación de vectores, si se interpolan las texturas entre los niveles de correlación MIP. La correlación topológica con cuantificación puede reducir la cantidad de cálculos con el fin de aumentar la velocidad de tratamiento, y, de manera adicional, la interpolación entre niveles de correlación MIP es capaz de absorber un error de cuantificación al objeto de mejorar la calidad de la imagen.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la correlación topológica con cuantificación de la correlación, incluso si los vectores normales que se han de correlacionar se han ajustado de manera suficientemente fina, la carga del procedimiento de correlación topológica se determina por el número de vectores normales de referencia, de tal manera que es posible un tratamiento a alta velocidad al tiempo que se mantiene la finura de la imagen. El procedimiento de correlación topológica puede ser llevado a cabo, de esta forma, en tiempo real incluso si un objeto se desplaza o cambia la posición de una fuente de luz.

Además, la correlación topológica con cuantificación que utiliza la CLUT es muy consistente con el procedimiento de correlación MIP. La adopción del procedimiento de correlación MIP por la filtración trilineal a la correlación topológica con cuantificación puede reducir el efecto causado por un error de cuantificación en la cuantificación de vectores, por lo que se mejora la calidad de imagen de la correlación topológica.

Hasta este punto, la presente invención se ha descrito en combinación con la realización de la misma. La realización se ha proporcionado únicamente a modo de ilustración. Se comprenderá por los expertos de la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones a combinaciones de los anteriores componentes y procedimientos, y que es también la intención que todas esas modificaciones estén comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

En la realización anterior, se ha llevado a cabo una correlación topológica, o de simulación de relieve por modificación de normales, basándose en la superficie de un polígono, pero es posible llevar a cabo la correlación

topológica en la superficie de un objeto basándose en una unidad más grande, por ejemplo, basándose en un objeto.

- 5 En la realización anterior, se ha preparado una combinación de vectores normales de referencia que indican las direcciones de línea normal de las respectivas superficies divididas obtenidas por la división de una esfera en 256 áreas, y se han calculado por adelantado los valores de brillo para la combinación de vectores normales de referencia, con el fin de almacenarlos en la CLUT. Los vectores normales de referencia pueden ser generados dinámicamente durante la correlación topológica. Alternativamente, cada vez que se establece una relación de correspondencia de una correlación topológica sobre una superficie de polígono y se obtienen vectores
- 10 pseudonormales, los vectores pseudonormales pueden ser cuantificados al objeto de obtener vectores normales de referencia, para los cuales pueden calcularse los valores de brillo a fin de almacenarlos en la CLUT. Si bien lleva tiempo realizar la cuantificación y calcular los valores de brillo según una pauta polígono por polígono, puede optimizarse el procedimiento para cada polígono, con lo que se mejora la calidad de la imagen.
- 15 En la realización anterior, suponiendo que el tipo y la posición de una fuente de luz no cambian, los valores de brillo son captados utilizando la CLUT generada una vez que se han llevado a cabo los cálculos de brillo. Cuando el tipo o la posición de una fuente de luz cambia, para actualizar la CLUT, pueden llevarse a cabo de nuevo los cálculos de brillo cada vez que ello suceda.
- 20 El número de vectores normales de referencia puede determinarse cuando se obtiene un modelo de un objeto, de acuerdo con la precisión requerida para la correlación topológica con cuantificación y los requisitos de la calidad de imagen final. En general, el número de vectores normales de referencia se determina por medio de un compromiso entre la cantidad de cálculos y la calidad de la imagen. Alternativamente, cuando las necesidades de calidad de imagen cambian de acuerdo con las circunstancias, el número de vectores normales de referencia puede ser
- 25 modificado dinámicamente. El número de vectores normales de referencia puede cambiarse también de acuerdo con los valores de LOD. A medida que aumenta el grado de detalle de un polígono, por ejemplo, la precisión de la correlación topológica puede ajustarse incrementando el número de vectores normales de referencia.
- 30 En la descripción anterior, los valores de brillo se han interpolado entre dos niveles de correlación MIP, pero puede obtenerse un valor de brillo final correspondiente al valor de LOD de un polígono interpolando valores de brillo obtenidos de tres o más niveles de correlación MIP. Puesto que la función de interpolación entre los niveles de correlación MIP es una opción, esta puede ser omitida en caso necesario, de acuerdo con factores tales como, por ejemplo, los requisitos de calidad de imagen y de rendimiento del tratamiento.
- 35 **APLICABILIDAD INDUSTRIAL**
La presente invención es aplicable en el campo del tratamiento gráfico.

REIVINDICACIONES

1.- Un aparato de tratamiento gráfico (100) que comprende:

5 una unidad de memoria (116) de correlación de normal, que almacena una pluralidad de relaciones de correspondencia o correlaciones de normales, cada una de las cuales tiene un vector normal como elemento y diferente resolución, basándose en un cierto nivel o grado de resolución;
 10 una unidad (108) de correlación de vector normal, que establece una correlación o relación de correspondencia de la correlación de normal de un nivel de resolución correspondiente a un grado de detalle de una superficie de un objeto en cuestión, con una superficie, a fin de generar un vector pseudonormal sobre la superficie;
 15 una pluralidad de tablas de cuantificación (121), preparadas basándose en el nivel de resolución, las cuales almacenan un conjunto de vectores normales de referencia que cuantifican direcciones de línea normal de la superficie y que tienen diferentes combinaciones de valores de vector basándose en el nivel de resolución; y
 una unidad (110) de reemplazo de vector normal, que hace referencia o se remite a la tabla de cuantificación (121) del nivel de resolución correspondiente al grado de detalle de dibujo, y reemplaza el vector pseudonormal generado sobre la superficie por uno de los vectores normales de referencia contenidos en la tabla de cuantificación (121).

20 2.- El aparato de tratamiento gráfico (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el número de los vectores normales de referencia almacenados en las tablas de cuantificación (121) preparadas basándose en el nivel de resolución, depende del nivel de resolución.

25 3.- El aparato de tratamiento gráfico (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el cual el número de los vectores normales de referencia almacenados en la tabla de cuantificación (121) se ajusta de manera que sea menor que el número de los vectores pseudonormales diferentes generados sobre la superficie del objeto en cuestión.

30 4.- El aparato de tratamiento gráfico (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende adicionalmente:

35 una pluralidad de tablas de consulta (120), preparadas basándose en el nivel de resolución, que almacenan índices de los vectores normales de referencia almacenados en las tablas de cuantificación (121) basándose en el nivel de resolución, así como valores de brillo de la superficie obtenidos cuando las direcciones de línea normal de la superficie del objeto en cuestión vienen dadas por los vectores normales de referencia, en correspondencia unos con otros; y
 40 una unidad (112) de captación de valores de brillo, que hace referencia o se remite a la tabla de consulta (120) del nivel de resolución correspondiente al nivel de detalle de dibujo, y capta o adquiere el valor de brillo correspondiente al vector normal de referencia formado sobre la superficie.

5.- El aparato de tratamiento gráfico de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual:

45 la unidad (116) de correlación de vector normal selecciona las correlaciones de normales de al menos dos niveles de resolución diferentes correspondientes a los grados de detalle de dibujo, y correlacionan o establecen una relación de correspondencia de las respectivas correlaciones de normales con la superficie con el fin de generar un vector pseudonormal para cada nivel de resolución sobre la superficie;
 la unidad (108) de reemplazo de vector normal se remite a las tablas de cuantificación de los al menos dos niveles de resolución diferentes y reemplaza los vectores pseudonormales de los respectivos niveles de resolución generados sobre la superficie por alguno de los vectores normales de referencia de las tablas de
 50 cuantificación (121) de los respectivos niveles de resolución; y
 la unidad (112) de captación de valores de brillo se remite a las tablas de consulta (120) de los al menos dos niveles de resolución diferentes, capta los valores de brillo correspondientes a los vectores normales de referencia de los respectivos niveles de resolución generados en la superficie, e interpola los valores de brillo captados entre los al menos dos niveles de resolución diferentes, a fin de adquirir con ello un valor de brillo
 55 final de la superficie.

6.- El aparato de tratamiento gráfico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el número de los vectores normales de referencia almacenados en las tablas de cuantificación (121) preparadas basándose en el nivel de resolución, se incrementa a medida que el nivel de resolución se hace más alto.

7.- Un método de tratamiento gráfico que comprende:

65 correlacionar o establecer una relación de correspondencia de una correlación de normal de un nivel de resolución correspondiente a un nivel o grado de detalle de dibujo de una superficie de un objeto en cuestión, con la superficie, con el fin de generar un vector pseudonormal sobre la superficie, de tal modo que la

5 correlación de normal se selecciona de entre una pluralidad de correlaciones de normales, cada una de las cuales tiene un vector normal como elemento y una resolución diferente;
reemplazar el vector pseudonormal por un vector normal de referencia cuantificado, al llevar a cabo una cuantificación que tiene diferentes combinaciones de vectores dependiendo del nivel de resolución en el vector pseudonormal generado sobre la superficie; y
adquirir o captar un valor de brillo de la superficie bajo la suposición de que una dirección de línea normal de la superficie viene dada por el vector normal de referencia formado sobre la superficie.

10 8.- El método de tratamiento gráfico de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual la captación o adquisición del valor de brillo incluye remitirse a una tabla de consulta (120) que almacena índices de los vectores normales de referencia cuantificados así como los valores de brillo de la superficie del objeto en cuestión, en correspondencia unos con otros, de tal modo que los valores de brillo se obtienen bajo la suposición de que las direcciones de línea normal de la superficie vienen dadas por los vectores normales de referencia, y captar un valor de brillo correspondiente al vector normal de referencia formado sobre la superficie.

15 9.- El método de tratamiento gráfico de acuerdo con la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el cual:

20 a la hora de generar el vector pseudonormal, se seleccionan las correlaciones de normales de al menos dos niveles de resolución diferentes correspondientes a los grados de detalle de dibujo, y cada correlación de normal se hace corresponder, o correlaciona, con la superficie con el fin de generar un vector pseudonormal para cada nivel de resolución sobre la superficie;
para el reemplazo por el vector normal de referencia, se llevan a cabo diferentes cuantificaciones basándose en la resolución, en los vectores pseudonormales de los al menos dos niveles de resolución generados en la superficie, a fin de reemplazar los vectores pseudonormales de los respectivos niveles de resolución por
25 vectores normales de referencia; y
a la hora de captar el valor de brillo, se captan o adquieren los valores de brillo de la superficie basándose en el nivel de resolución, bajo la suposición de que las direcciones de línea normal de la superficie vienen dadas por los vectores normales de referencia de los al menos dos niveles de resolución diferentes generados en la superficie, y los valores de brillo captados se interpolan entre los al menos dos niveles de resolución
30 diferentes con el fin de adquirir un valor de brillo final de la superficie.

35 10.- Un programa informático, de tal manera que el programa informático está configurado para hacer que una computadora lleva a cabo etapas del método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, cuando se hace funcionar en una computadora.

FIG. 1

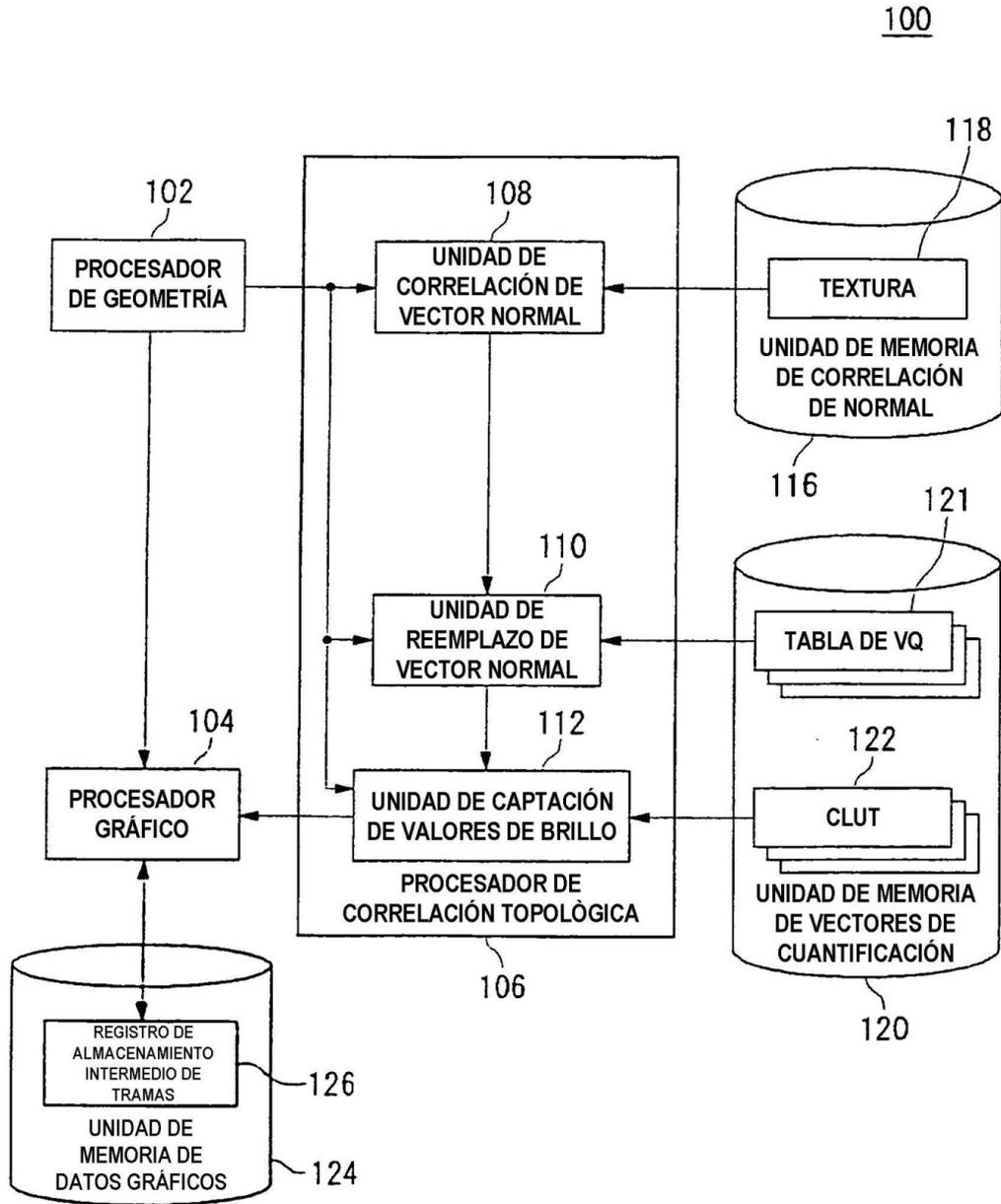


FIG.2

121

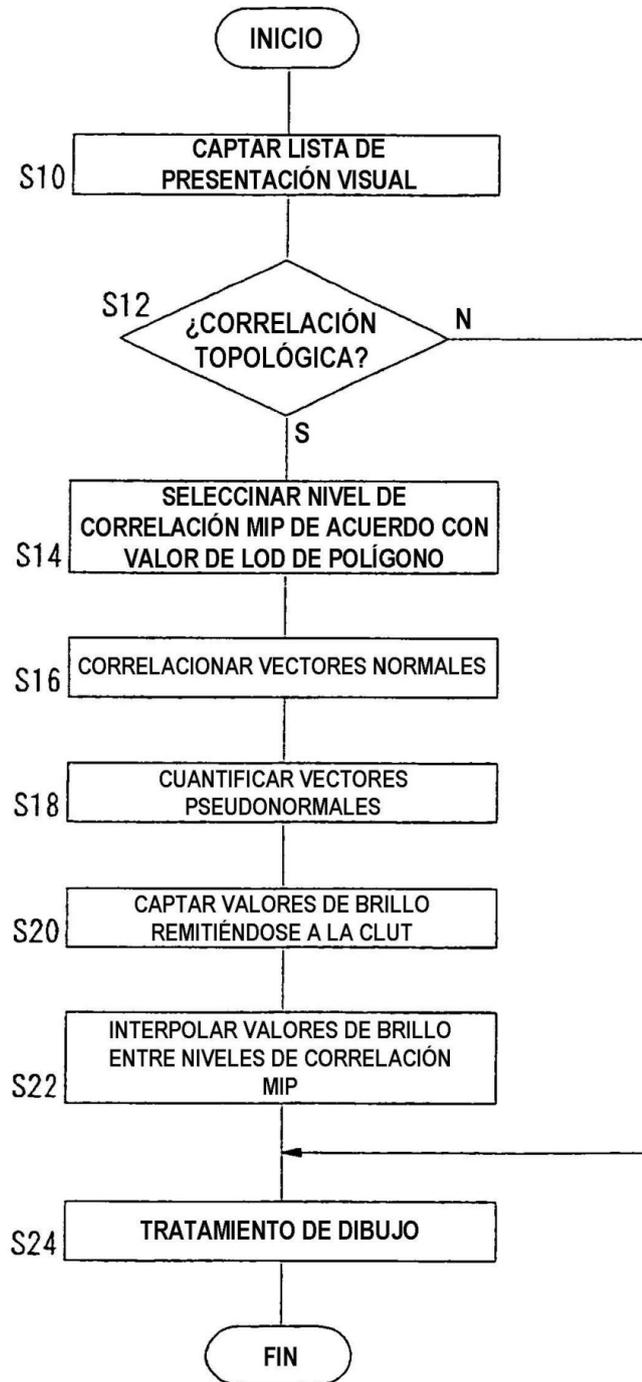
NIVEL 0			
ÍNDICE	COORDENADA x-	COORDENADA y-	COORDENADA z-
1	x1	y1	z1
2	x2	y2	z2
3	x3	y3	z3
4	x4	y4	z4
5	x5	y5	z5
⋮	⋮	⋮	⋮
256	x256	y256	z256

FIG.3

122

NIVEL 0	
ÍNDICE	VALOR DE BRILLO
1	$\alpha 1$
2	$\alpha 2$
3	$\alpha 3$
4	$\alpha 4$
5	$\alpha 5$
⋮	⋮
256	$\alpha 256$

FIG.4



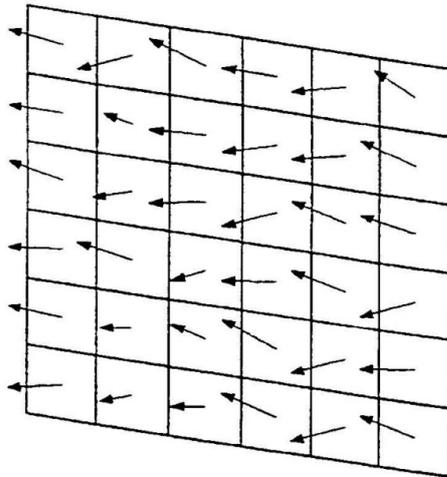


FIG.5A

2	1	2	3	2	7
1	5	1	5	1	5
3	1	3	1	3	1
1	6	1	6	1	6
7	8	7	7	4	7
8	4	2	4	8	4

FIG.5B

$\alpha 2$	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha 3$	$\alpha 2$	$\alpha 7$
$\alpha 1$	$\alpha 5$	$\alpha 1$	$\alpha 5$	$\alpha 1$	$\alpha 5$
$\alpha 3$	$\alpha 1$	$\alpha 3$	$\alpha 1$	$\alpha 3$	$\alpha 1$
$\alpha 1$	$\alpha 6$	$\alpha 1$	$\alpha 6$	$\alpha 1$	$\alpha 6$
$\alpha 7$	$\alpha 8$	$\alpha 7$	$\alpha 7$	$\alpha 4$	$\alpha 7$
$\alpha 8$	$\alpha 4$	$\alpha 2$	$\alpha 4$	$\alpha 8$	$\alpha 4$

FIG.5C

