

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 664**

51 Int. Cl.:

G06F 15/177 (2006.01)

G06T 17/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2008 PCT/US2008/076547**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.08.2009 WO09105126**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2008 E 08872600 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2260403**

54 Título: **Transferencia de malla**

30 Prioridad:

22.02.2008 US 30796 P

28.08.2008 US 200704

28.08.2008 US 200719

28.08.2008 US 200727

28.08.2008 US 200739

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.07.2017

73 Titular/es:

PIXAR (100.0%)

1200 Park Avenue

Emeryville 94608, CA

72 Inventor/es:

DEROSE, TONY;

MEYER, MARK;

BAKSHI, SANJAY;

SANOCKI, TOM y

GREEN, BRIAN

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 626 664 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

Transferencia de malla

REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS

5 **[0001]** Esta solicitud reivindica la prioridad y las ventajas de la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º 61/030,796, presentada el 22 de febrero de 2008 y titulada "Transfer of Rigs with Temporal Coherence;" la solicitud de patente estadounidense con n.º 12/200,704, presentada el 28 de agosto de 2008 y titulada "Mesh Transfer;" la solicitud de patente estadounidense con n.º 12/200,719, presentada el 28 de agosto de 2008 y titulada "Mesh Transfer Using UV-Space;" la solicitud de patente estadounidense con n.º 12/200, 727, presentada el 28 de agosto de 2008 y titulada "Mesh Transfer in N-D Space;" y la la solicitud de patente estadounidense con
10 n.º 12/200,739, presentada el 28 de agosto de 2008 y titulada "Mesh Transfer for Shape Blending," cuyas exposiciones respectivas completas se incorporan en el presente documento como referencia en su totalidad para todos los fines.

ANTECEDENTES

15 **[0002]** La presente exposición se refiere a la animación por ordenador y a imágenes generadas por ordenador. Más en concreto, la presente exposición se refiere a técnicas para la transferencia de información desde un modelo de ordenador a otro.

20 **[0003]** Con la amplia disponibilidad de ordenadores, los animadores y los diseñadores de gráficos informáticos pueden basarse en ordenadores para asistir en el proceso de animación y de imágenes generadas por ordenador. Esto puede incluir la utilización de ordenadores para la representación de modelos físicos mediante modelos virtuales en la memoria de ordenador. Esto puede incluir también la utilización de ordenadores para facilitar la animación, por ejemplo, mediante el diseño, el posado, la deformación, el coloreado, la pintura o similares de personajes u otros elementos de una presentación de animación por ordenador.

25 **[0004]** Entre las empresas pioneras en el sector de la animación asistida por ordenador/imágenes generadas por ordenador (CGI, por sus siglas en inglés) se puede incluir a Pixar. Se conoce mejor a Pixar como Pixar Animation Studios, los creadores de películas de animación como *Toy Story* (1995) y *Toy Story 2* (1999), *Bichos, una aventura en miniatura* (1998), *Monstruos, S.A.* (2001), *Buscando a Nemo* (2003), *Los increíbles* (2004), *Cars* (2006), *Ratatouille* (2007) y otras. Además de crear películas de animación, Pixar desarrolla plataformas informáticas diseñadas especialmente para la animación por ordenador y las imágenes generadas por ordenador, que ahora reciben el nombre de RenderMan®. La utilización de RenderMan® está muy extendida en
30 la actualidad en la industria cinematográfica y los inventores han visto sus contribuciones a RenderMan® reconocidas con múltiples premios de la Academia (Academy Awards®).

35 **[0005]** Un aspecto funcional principal del *software* RenderMan® puede incluir la utilización de un "motor de renderizado" para convertir descripciones geométricas y/o matemáticas de objetos u otros modelos en imágenes. Este proceso recibe el nombre de "renderizado" en el sector. Para las películas u otros largometrajes, un usuario (p. ej., un animador u otro experto en la materia) especifica la descripción geométrica de un modelo u otros objetos, tales como personajes, decorados, fondos o similares que pueden renderizarse en imágenes. Un animador también puede especificar poses y movimientos para objetos o partes de los objetos. En algunos casos, la descripción geométrica de los objetos puede incluir un número de variables de animación y valores para dichas variables.

40 **[0006]** La producción de películas de animación y de imágenes generadas por ordenador puede conllevar el amplio uso de técnicas de gráficos informáticos para producir una imagen visualmente atractiva a partir de la descripción geométrica de un objeto o modelo que puede utilizarse para expresar un elemento de una historia. Uno de los retos en la creación de modelos para su utilización en películas de animación puede ser la compensación del deseo por una imagen visualmente atractiva de un personaje u otro objeto con los problemas
45 prácticos que conlleva la distribución de los recursos computacionales que se necesitan para producir dichas imágenes visualmente atractivas. A menudo, las descripciones geométricas de objetos o modelos en diversas etapas en un entorno de producción de película de animación pueden ser rugosas y gruesas, carentes del realismo y detalle que se esperaría de la producción final.

50 **[0007]** Un problema con el proceso de producción es el tiempo y el esfuerzo necesarios cuando un animador empieza a crear la descripción geométrica de un modelo y las variables de animación, *rigging*, variables de sombreador, datos de pintura o similares asociados a los modelos. Incluso con los modelos que carecen del detalle y el realismo que se espera de la producción final, puede llevarle desde varias horas hasta varios días a

un animador diseñar, llevar a cabo el *rigging*, posar, pintar o preparar de otro modo el modelo para un estado determinado del proceso de producción. Asimismo, aunque el modelo no ha de ser completamente realista en todas las etapas del proceso de producción, puede ser deseable que el animador o el diseñador que produce el modelo sea capaz de modificar diversos atributos del modelo en cualquier etapa. Sin embargo, la modificación del modelo durante el proceso de producción puede conllevar también mucho tiempo y esfuerzo. A menudo, puede no haber tiempo suficiente para modificaciones deseadas con el fin de mantener un calendario de lanzamiento.

[0008] En consecuencia, lo que se desea es solucionar los problemas relacionados con la transferencia de información entre mallas, algunos de los cuales se analizarán en el presente documento. De forma adicional, lo que se desea es reducir los inconvenientes relacionados con la transferencia de información entre mallas, algunos de los cuales se analizarán en el presente documento.

SUMARIO

[0009] En diversos modos de realización, pueden transferirse datos y otra información de un modelo a otro modelo. Puede crearse una correspondencia entre las mallas de los modelos que proporcione una transferencia o compartición de información para incluir todos los puntos de una malla y todos los puntos de la otra malla. La información de malla y otros datos de proximidad de la malla de un modelo pueden "introducirse" en la correspondencia para transferir los datos a su ubicación designada en la malla del otro modelo.

[0010] La correspondencia entre cada una de las mallas puede permitir a los animadores y a otros diseñadores digitales crear nuevos personajes a partir de personajes actuales que pueden tener diferentes topologías y geometrías. De forma adicional, la correspondencia puede crearse entre diferentes versiones del mismo personaje, de modo que se permite al animador implementar cambios a personajes en etapas posteriores del proceso de producción y transferir información de versiones anteriores de manera que se conserve el producto de trabajo anterior y se reduzca el tiempo y el coste de actualizar los personajes.

[0011] En algunos modos de realización, las correspondencias para compartir o transferir información entre mallas puede generarse en base a un par de redes de curvas de características. Puede crearse una correspondencia sobre una malla fuente dibujando o situando uno o más primitivos geométricos (p. ej., puntos, líneas, curvas, volúmenes, etc.) en la malla fuente y primitivos geométricos correspondientes en una malla de destino. Por ejemplo, una recopilación de "curvas de características" puede situarse en la malla fuente y de destino para dividir la malla fuente y de destino en una recopilación de "zonas de características" en "características" u otros aspectos prominentes del modelo, tales como ojos, narices o labios. Las divisiones resultantes que forman "redes de curvas de características" pueden utilizarse para construir una correspondencia total entre todos los puntos de la malla fuente y todos los puntos de la malla de destino.

[0012] En modos de realización adicionales, las redes de curvas de características que forman las divisiones resultantes pueden ser diferentes de los polígonos de tres lados (p. ej., diferentes de los triángulos), que pueden utilizarse normalmente para crear mallas. Al menos una zona asociada a la malla fuente o a la malla de destino puede estar limitada por más de tres curvas de características en el par de redes de curvas de características. Al menos una zona asociada a la malla fuente o a la malla de destino puede estar limitada por menos de tres curvas de características en el par de redes de curvas de características. La correspondencia puede generarse en base al par de redes de curvas de características en las que las zonas asociadas a la malla fuente o la malla de destino están limitadas por menos de tres o más de tres curvas de características.

[0013] En algunos modos de realización, al menos una curva de características puede definirse mediante al menos un punto que se sitúa en el interior de una cara asociada con la malla fuente o la malla de destino. Un par de redes de curvas de características puede incluir una o más curvas de características definidas por un usuario. Las curvas de características asociadas a un par de redes de curvas de características pueden deducirse de otras parametrizaciones de una malla fuente o de destino.

[0014] En diversos modos de realización, al menos una parte del par de redes de curvas de características puede crearse en base a información de parametrización asociada a una o más de las mallas. La información de parametrización puede incluir conjuntos UV, uno o más mapas, parametrizaciones armónicas u otra información a partir de la cual pueden deducirse discontinuidades. En un modo de realización, la correspondencia puede generarse mediante la creación de uno o más mapas.

[0015] En modos de realización adicionales, la correspondencia de superficie entre un modelo y otro modelo puede utilizarse para generar una correspondencia de volumen. Una correspondencia de volumen puede generarse en base a un par de superficies y al menos un par de superficies adicionales a partir de las cuales

5 puede definirse un volumen u otro espacio n-D. La correspondencia de volumen resultante puede utilizarse para compartir o transferir información entre todos los puntos en un volumen u otro espacio n-D definido para un modelo fuente y todos los puntos en un volumen u otro espacio n-D correspondiente definido para un modelo de destino. En al menos un modo de realización, la correspondencia de volumen puede construirse mediante la utilización de una correspondencia de deformación armónica.

10 **[0016]** En algunos modos de realización, un usuario puede crear una correspondencia de volumen en un modelo fuente dibujando o situando una o más curvas de características correspondientes en una malla fuente y una malla de destino. El usuario puede dibujar o situar pares de superficies correspondientes en el exterior de los modelos o en los modelos para definir un volumen u otro espacio n-D. La correspondencia de volumen puede generarse en respuesta a las curvas de características correspondientes sobre la malla fuente y de destino y los pares de superficies correspondientes que definen el volumen u otro espacio n-D.

15 **[0017]** En diversos modos de realización, pueden compartirse datos y otra información de modelos para combinarse de modo que se creen nuevos modelos o se actualicen características de modelos actuales. Puede crearse una correspondencia entre pares de mallas en una recopilación de mallas. Las correspondencias pueden permitir a un animador o diseñador compartir, mezclar o combinar información desde una pluralidad de mallas. La información de malla y otros datos en los modelos, cerca de ellos o asociados de cualquier otra forma a los mismos, puede "introducirse" en las correspondencias y combinarse o mezclarse con información de otros modelos.

20 **[0018]** En diversos modos de realización, puede determinarse información de diferencia entre una pluralidad de mallas en base a la correspondencia. La información de diferencia puede almacenarse. Por ejemplo, la información de diferencia puede generarse y almacenarse como un mapa de relieve. De forma alternativa, puede determinarse la diferencia entre un conjunto de mallas y puede generarse información indicativa de la diferencia y almacenarse como un conjunto de coeficientes de ondícula.

25 **[0019]** En todavía modos de realización adicionales, puede crearse o generarse una correspondencia entre una malla fuente y una malla de destino en base a una o más funciones armónicas. La correspondencia puede generarse de manera que los datos correspondientes a un primer punto en la malla fuente o cerca de la misma puedan compartirse o transferirse a un segundo punto en la malla de destino o cerca de la misma. La compartición de información entre dos o más mallas puede ser unidireccional o bidireccional en base a la correspondencia. De esta manera, la información puede compartirse entre dos o más mallas, tales como campos
30 escalares, variables, controles, variables de animación, datos de articulaciones, *rigging* de personajes, datos de sombreador, datos de iluminación, datos de pintura, datos de simulación, topología y/o geometría, información de remallado, información de mapas o similares.

35 **[0020]** En un modo de realización, puede proporcionarse un método implementado por ordenador para generar correspondencias para la transferencia de información entre objetos. Puede crearse, cargarse o recibirse de cualquier otra manera una primera malla u objeto de malla. Puede crearse, cargarse o recibirse de cualquier otra manera una segunda malla u objeto de malla. A continuación, puede crearse o recibirse un par de redes de curvas de características. Al menos una zona de la primera malla o al menos una zona de la segunda malla puede estar limitada por más de tres o menos de tres curvas de características en el par de redes de curvas de características. A continuación, puede generarse o establecerse de cualquier otra manera una correspondencia
40 entre la primera y la segunda malla en base a un par de redes de curvas de características.

45 **[0021]** En todavía otro modo de realización, puede generarse una correspondencia entre la primera malla y la segunda malla mediante la utilización de una o más funciones armónicas. En un modo de realización adicional, puede generarse una correspondencia en base a un par de redes de curvas de características, donde al menos una curva de características en el par de redes de curvas de características se define por medio de un punto que se sitúa en el interior de una cara asociada a una entre una primera malla o una segunda malla.

[0022] Se conseguirá una mejor comprensión de la naturaleza, las ventajas y las mejoras ofrecidas por las invenciones expuestas en el presente documento mediante referencia a las partes restantes de la presente exposición y a todos los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 **[0023]** Con el fin de describir e ilustrar mejor los modos de realización y/o los ejemplos de cualquier invención presentada en la presente exposición, puede hacerse referencia a uno o más dibujos adjuntos. Los detalles o ejemplos adicionales utilizados para describir los dibujos adjuntos no deberían interpretarse como limitaciones

del alcance de las invenciones expuestas, los modos de realización y/o ejemplos descritos a continuación, o el mejor modo comprendido a continuación de las invenciones presentadas en la presente exposición.

5 La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema para crear animaciones por ordenador e imágenes de gráficos informáticos que pueden implementar o incorporar diversos modos de realización de una invención cuyos principios se pueden presentar en el presente documento;

La figura 2 es una ilustración de una malla para una cabeza de un personaje humano;

La figura 3A es una ilustración de una malla que incluye diversos datos asociados;

La figura 3B es una ilustración de una malla en diversos modos de realización con la que puede compartirse la información asociada a la malla de la figura 3A;

10 La figura 4 es un flujograma simplificado de un método en diversos modos de realización para generar una correspondencia entre mallas para compartir información entre las mallas;

La figura 5 es una ilustración de una correspondencia entre una primera zona y una segunda zona en algunos modos de realización;

15 La figura 6 ilustra una primera zona de malla y una segunda zona de malla correspondiente parametrizada sobre un hexágono normal en un modo de realización;

La figura 7 es un flujograma de un método en diversos modos de realización para la transferencia de información entre mallas mediante la utilización de redes de curvas de características;

Las figuras 8A y 8B ilustran una malla que incluye una red de curvas de características que tiene menos de tres curvas de características que definen una zona;

20 Las figuras 9A y 9B ilustran una malla que incluye una red de curvas de características que tiene más de tres curvas de características que definen una zona;

La figura 10 es un flujograma de un método en diversos modos de realización para generar una correspondencia en base a mejoras para las redes de curvas de características;

25 Las figuras 11A y 11B ilustran limitaciones interiores en dos zonas correspondientes en un modo de realización;

La figura 12 es un flujograma de un método en diversos modos de realización para generar una correspondencia entre mallas en base a información de parametrización para compartir información entre las mallas;

30 La figura 13 es un flujograma de un método en diversos modos de realización para generar una correspondencia entre mallas en base a conjuntos UV;

Las figuras 14A y 14B ilustran un modelo y su mapa UV correspondiente en un modo de realización;

La figura 15 es un flujograma simplificado de un método en diversos modos de realización para generar una correspondencia de volumen entre mallas para compartir información entre las mallas;

35 La figura 16 es una ilustración de una correspondencia de volumen entre un primer volumen y un segundo volumen en algunos modos de realización;

La figura 17 ilustra una primera malla y una segunda malla correspondiente para transferir estilos de pelo en un modo de realización;

La figura 18 es un flujograma simplificado de un método en diversos modos de realización para la mezcla de formas;

40 La figura 19 es un diagrama de bloques de una recopilación de mallas en un modo de realización;

La figura 20 es un diagrama de bloques que ilustra la mezcla de información de topología e información de geometría en un modo de realización;

Las figuras 21A, 21B y 21C ilustran una recopilación de mallas y una mezcla resultante en un modo de realización; y

5 La figura 22 es un diagrama de bloques de un diagrama de bloques de un sistema informático o dispositivo de procesamiento de información que puede utilizarse para implementar o practicar diversos modos de realización de una invención cuyos principios se pueden presentar en el presente documento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN ILUSTRATIVOS

10 **[0024]** Pueden implementarse técnicas y herramientas que ayudan en la producción de animación por ordenador y de imágenes de gráficos informáticos. Una malla puede ser la estructura que proporciona forma a un modelo. La malla de un modelo puede incluir, además de la información que especifica los vértices y las aristas, diversos datos adicionales. En diversos modos de realización, pueden compartirse grupos de peso de puntos, variables de sombreador, controles de articulaciones, variables y estilos de pelo, datos de pintura o similares, entre mallas que tienen diferentes topologías y geometrías. La información asociada a la malla de un personaje puede 15 compartirse con la malla de otro personaje o transferirse a la misma, incluso de un personaje a otro personaje completamente diferente y entre diferentes versiones del mismo personaje.

[0025] Una versión de correspondencia entre una malla fuente y una malla de destino puede proporcionar la compartición de información sobre una malla, en la misma o cerca de ella con ubicaciones designadas de otra malla. La correspondencia puede construirse entre todos los puntos sobre las superficies de las mallas, en lugar 20 de simplemente en los vértices de las mallas. En diversos modos de realización, las correspondencias pueden crearse mediante la extracción de puntos, líneas, curvas, etc. sobre una malla fuente y de los puntos, líneas, curvas, etc. asociados sobre una malla de destino. Estos pueden corresponder a características u otros aspectos prominentes de modelos proporcionados por las mallas. Las zonas creadas mediante la creación sobre las mallas puede parametrizarse de modo que se cree una correspondencia total entre todos los puntos de la malla 25 fuente y todos los puntos de la malla de destino, sin necesitar topologías y/o geometrías idénticas.

[0026] La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema 100 para crear animaciones por ordenador e imágenes de gráficos informáticos que pueden implementar o incorporar diversos modos de realización de una invención cuyos principios se pueden presentar en el presente documento. En este ejemplo, el sistema 100 incluye un ordenador de diseño 110, una librería de objetos 120, un modelador de objetos 130, un 30 simulador de objetos 140 y un renderizador de objetos 150.

[0027] El ordenador de diseño 110 puede ser cualquier PC, ordenador portátil, estación de trabajo, ordenador central, clúster o similares. La librería de objetos 120 puede ser cualquier base de datos configurada para almacenar información relacionada con objetos que pueden diseñarse, posarse, animarse, simularse, renderizarse o similares.

35 **[0028]** El modelador de objetos 130 puede ser cualquier *hardware* y/o *software* configurado para modelar objetos. El modelador de objetos 130 puede generar datos de objetos 2-D y 3-D para que se almacenen en la librería de objetos 120. El simulador de objetos 140 puede ser cualquier *hardware* y/o *software* configurado para simular objetos. El simulador de objetos 140 puede generar datos de simulación mediante la utilización de técnicas numéricas basadas en conceptos físicos. El renderizador de objetos 150 puede ser cualquier *hardware* 40 y/o *software* configurado para renderizar objetos. Por ejemplo, el renderizador de objetos 150 puede generar imágenes fijas, animaciones, secuencias de imágenes en movimiento o similares de objetos almacenados en la librería de objetos 120.

[0029] La figura 2 es una ilustración de una malla 200 para una cabeza de un modelo de personaje humano en un modo de realización. La malla 200 puede crearse o modelarse como una recopilación de caras (p. ej., triángulos, cuadriláteros u otros polígonos), formados mediante la interconexión de una recopilación de vértices. 45 En este ejemplo, una recopilación de polígonos se interconectan en el vértice 210. Los polígonos pueden interconectarse en el vértice 210 para compartir una arista (p. ej., la arista 220). Puede utilizarse cualquier número de polígonos y vértices para formar una malla 200. El número de polígonos puede depender de la preferencia del usuario, la topología deseada, la geometría, el realismo, el detalle o similares.

50 **[0030]** El movimiento de un modelo asociado a la malla 200 puede llevarse a cabo mediante el control de la malla 200, por ejemplo mediante el control de los vértices 230, 240 y 250. Los polígonos y los vértices de la malla 200 pueden animarse de forma individual mediante el desplazamiento de su ubicación en el espacio (x, y, z) para

cada fotograma expuesto de una animación por ordenador. Los polígonos y los vértices de la malla 200 también pueden moverse juntos como grupo, con el mantenimiento de una posición relativa constante. En consecuencia, por ejemplo, mediante la elevación de los vértices de la malla 200 en cantidades adecuadas en los bordes de los labios en la cabeza del personaje humano, puede formarse una expresión sonriente. De forma similar, los vértices de la malla 200 ubicados en las características o en otros aspectos prominentes del modelo creado por la malla 200 o cerca de los mismos, tales como las cejas, las mejillas, la frente, etc. pueden moverse para deformar la cabeza del personaje humano para formar una variedad de expresiones.

[0031] Además de controlar las deformaciones de los personajes, puede "unirse" información a la malla 200 para proporcionar otros fines funcionales y/o decorativos. Por ejemplo, la malla 200 puede conectarse a esqueletos, *rigging* de personajes u otros controles y variables de animaciones utilizados para animar, manipular o deformar el modelo a través de la malla 200. Asimismo, los campos de datos y/o variables que especifican el color, el sombreado, la pintura, la textura, etc. pueden ubicarse en determinados vértices o definirse sobre superficies de la malla 200. Como se ha analizado anteriormente, la construcción de la malla 200 y la ubicación de toda esta información sobre la malla 200 puede constituir un proceso muy lento. Este proceso puede limitar cuántos personajes u otros objetos pueden crearse, las topologías y geometrías de estos modelos y qué cambios pueden realizarse durante diversas etapas en la producción de animaciones, tales como largometrajes.

[0032] La figura 3A es una malla ilustrativa 310 que incluye diversos datos asociados. La malla 310 puede incluir un campo escalar 320, controles de animaciones 330, datos de topología/geometría y datos de pintor 350. El campo escalar 320 puede incluir una distribución de valores o variables sobre una parte de la malla 310. Los valores o variables asociados al campo escalar 320 pueden incluir variables de sombreador, grupos de peso de puntos, la ubicación de objetos de cabello/pelo o similares. Los datos de topología/geometría 340 pueden incluir información que define o describe un área en lo que se refiere a su disposición, estructura o nivel de detalle. Los datos de pintor 350 pueden incluir información, tal como coloreado y texturas, que un animador o diseñador sitúa en una ubicación específica sobre la malla 310.

[0033] En diversos modos de realización, pueden crearse nuevos modelos y los modelos actuales pueden actualizarse más fácilmente mediante la utilización de las técnicas de la presente exposición que permiten a los animadores superar algunas de las restricciones temporales que conlleva la creación de modelos. De forma adicional, el tiempo y el esfuerzo puesto en el diseño de un modelo puede conservarse permitiendo que el trabajo y el esfuerzo anterior llevado a cabo por el animador se comparta con otro modelo o se copie en el mismo. En algunos modos de realización, puede crearse una correspondencia que permite que se comparta la información presente en una malla o sobre la misma con otra malla. La correspondencia puede reducir el tiempo que se necesita para crear nuevos modelos o actualizar modelos actuales en etapas posteriores del proceso de producción. De esta manera, los controles de animación, el *rigging*, los datos de pintura y sombreador, etc. pueden crearse una vez en un personaje y compartirse con una versión diferente del mismo personaje o con otro personaje con una topología y geometría totalmente diferentes o transferirse a dicha versión.

[0034] En el ejemplo de la figura 3A, la malla 310 puede representar una versión inicial o preliminar de un personaje. Por ejemplo, la malla 310 puede incluir un número de polígonos que dotan a un personaje de detalle suficiente con el que puede trabajar un animador, diseñador u otro artista gráfico. El número de polígonos puede ser relativamente pequeño en comparación con el número de polígonos para una versión final o de producción del personaje que tenga el detalle y/o el realismo deseado final o realista. El tamaño relativamente pequeño de la malla 310 puede permitir al personaje asociado a la malla 310 posarse, animarse, recibir *rigging*, pintarse o renderizarse a tiempo real rápidamente, lo que permite a un animador ver resultados rápidos en una etapa temprana en el proceso de producción.

[0035] Haciendo referencia a la figura 3B, la malla 360 puede representar una versión de producción o final del personaje. La malla 360 puede incluir un número de polígonos relativamente mayor o más grande con respecto a las versiones iniciales o preliminares del personaje para proporcionar detalles más realistas en cada fotograma renderizado. En este ejemplo, la malla 360 puede incluir un campo escalar 370. El campo escalar 370 puede ser idéntico al campo escalar 320, similar al mismo o incluir de cualquier otro modo alguna relación con dicho campo. Por ejemplo, ambos pueden representar cómo se debe sombrear la cabeza del personaje o cómo debe situarse el cabello.

[0036] En diversos modos de realización, puede crearse una o más correspondencias que permitan que la información asociada a la malla 310 se comparta con la malla 360 o se transfiera a la misma fácilmente. El campo escalar 320, los controles de animaciones 330, los datos de topología/geometría 340 y/o los datos de pintor 350 pueden "introducirse" a través de una correspondencia entre la malla 310 y la malla 360. Por ejemplo, el campo escalar 320 puede transferirse a la malla 360 para crear el campo escalar 370. En consecuencia, una vez se hayan creado las correspondencias entre las mallas, cualquier información en una malla o sobre la misma

puede compartirse con otra malla. Esto puede permitir la compartición de información aunque una malla incluya topologías y geometrías diferentes de otras mallas.

5 [0037] La figura 15 es un flujograma simplificado de un método 1500 en diversos modos de realización para generar una correspondencia entre mallas para compartir información entre las mallas. El procesamiento mostrado en la figura 15 puede llevarse a cabo mediante módulos de *software* (p. ej., instrucciones o código) ejecutados por un procesador de un sistema informático, mediante módulos de *hardware* de un dispositivo electrónico o combinaciones de los mismos. La figura 15 empieza en la etapa 1510.

10 [0038] En la etapa 1520, la información se recibe mediante la especificación de una primera malla. La información puede definir que la primera malla incluya una malla integral única o incluya una recopilación de mallas conectadas. Como se ha analizado anteriormente, la primera malla puede incluir una recopilación de polígonos, interconectados en los vértices, que forman la topología y/o geometría de un modelo. La información también puede especificar variables, controles, campos, *rigging*, datos de color/iluminación o similares.

15 [0039] En la etapa 1530, la información se recibe mediante la especificación de una segunda malla. La segunda malla puede tener la misma o diferente topología o geometría que la primera malla. Por ejemplo, la segunda malla puede incluir el mismo número de polígonos que la primera malla, un número diferente de polígonos, diferentes tipos de polígonos o similares. La segunda malla puede incluir ya información de malla, tal como *rigging* de personajes, campos escalares, variables de sombreador o similares.

20 [0040] En la etapa 1540, se genera una correspondencia entre la primera y la segunda malla. La correspondencia puede incluir funciones, relaciones, correlaciones, etc. entre uno o más puntos asociados a la primera malla y uno o más puntos asociados a la segunda malla. La correspondencia puede incluir un mapeo de cada ubicación en un espacio o dentro del mismo cerca de la primera malla a una ubicación única en la segunda malla o cerca de la misma. La correspondencia puede mapear uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares, asociados al primer objeto a uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares asociados al segundo objeto.

25 [0041] En diversos modos de realización, se construye una parametrización para la malla fuente y de destino sobre un dominio común. A continuación, este dominio de parámetro común puede utilizarse para construir una correspondencia global y continua entre todos los puntos de la superficie fuente y de destino. El marco básico de la parametrización puede basarse en puntos suministrados por el usuario, curvas suministradas por el usuario, discontinuidades inferidas o similares. En algunos modos de realización, la parametrización puede incluir un conjunto de curvas de características que definen una red de curvas de características.

30

[0042] En la etapa 1550, la información se transfiere entre la primera y la segunda malla en base a la correspondencia. La información puede incluir *rigging* de personajes, datos de topología, datos de geometría, variables de sombreador, objetos de cabello, información u objetos en las proximidades de la malla, datos de pintor o similares. La transferencia puede tener lugar desde la primera malla a la segunda malla. La transferencia también puede tener lugar desde la segunda malla a la primera malla.

35

[0043] La creación de correspondencias entre mallas y la transferencia de información puede aplicarse a una gama de aplicaciones. Por ejemplo, la información puede compartirse entre personajes. Como se ha mencionado anteriormente, sin necesitar una topología de malla común, la compartición puede completarse entre mallas con mucha más flexibilidad topológica. En otro ejemplo, puede conseguirse la flexibilidad de los personajes en desarrollo. A medida que evoluciona el diseño de un personaje, la geometría y la topología de malla del personaje puede cambiar. Incluso en etapas tempranas de una producción, dichos cambios pueden ser costosos puesto que los grupos de peso de puntos, las variables de sombreador, los parámetros de estilos de pelo o similares pueden requerir una redefinición para ajustarse a las necesidades de los cambios, costes, desarrollos artísticos de producción o similares.

40

45 [0044] En todavía otro ejemplo, el nivel de detalle de un personaje puede cambiar. La malla fuente puede ser el personaje de alta resolución y la malla de destino puede ser una malla de baja resolución. La malla de baja resolución puede utilizarse para posar y exponer el personaje de manera más eficiente. En un ejemplo adicional, la animación facial entre un par de formas puede utilizar una correspondencia continua generada entre superficies. En todavía otro ejemplo adicional, mediante la utilización de la animación facial localizada en zonas definidas, puede ser posible diseñar nuevos personajes mediante la mezcla de forma local entre formas de base tomadas de un catálogo estandarizado. La figura 15 acaba en la etapa 1560.

50

[0045] La figura 16 es una ilustración de una correspondencia entre una primera zona y una segunda zona. En este ejemplo, la zona 1610 está definida por el límite 1620 y la zona 1630 está definida por el límite 1640. Las

zonas 1610 y 1630 pueden incluir ubicación y área. Por ejemplo, la zona 1610 puede estar situada en la malla 310 de la figura 3, sobre la misma o cerca de ella e incluir un punto o un área distinta de cero. Los límites 1620 y 1640 pueden incluir uno o más primitivos geométricos, tales como puntos, líneas, curvas, volúmenes o similares. La correspondencia 1650 puede crearse en diversos modos de realización para transferir la información asociada al punto 1660 que se sitúa en la zona 1610 para asociarse o mapearse al punto 1670 que se sitúa en la zona 1630. La correspondencia 1650 puede proporcionar la compartición de información unidireccional o bidireccional. De esta manera, la información puede "introducirse" a través de la correspondencia 1650 para compartirse entre la zona 1610 y la zona 1630.

[0046] Veamos un ejemplo; con una malla fuente M (p. ej., malla 310) equipada con una recopilación de campos escalares $f_1...f_n$, y con una malla de destino M' (p. ej., malla 360), los campos escalares pueden transferirse a M' de manera que se conserven las características. Esto es, los campos escalares $f'_1...f'_n$ pueden construirse sobre M' . Los campos pueden construirse mediante la utilización de la ecuación (1):

$$f'_i(p') = f_i(C(p')) \quad (1)$$

[0047] En la ecuación (1), C puede ser una correspondencia entre M y M' . Por ejemplo, $C: M' \rightarrow M$ puede ser un mapa de "conservación de características" (p. ej., un homeomorfismo o isomorfismo especial entre espacios topológicos que respeta las propiedades topológicas) de M' a M . C puede ser conservador de características por el hecho de que la correspondencia transporta "características importantes" de M' a sus características correspondientes sobre M .

[0048] En algunos modos de realización, la noción de características importantes puede capturarse mediante una recopilación de primitivos geométricos o "curvas de características" especificados por el usuario. El usuario puede dibujar o, de cualquier otro modo, situar puntos, líneas, curvas, volúmenes u otros objetos n -dimensionales sobre una malla o cerca de la misma. Las curvas pueden proporcionar diversos grados de flexibilidad; en consecuencia, nos referimos a la recopilación de primitivos como curvas de características. Estas curvas de características pueden formar una red que divide una malla en un conjunto de zonas o "zonas de características" (p. ej., las zonas 1610 y 1630 formadas por los límites 1620 y 1640, respectivamente). Una zona de características puede incluir una zona topológicamente equivalente a un disco.

[0049] Como se ha analizado anteriormente, las características pueden incluir cualquier aspecto prominente de un objeto o modelo. Por ejemplo, las características pueden incluir partes características del rostro de una persona, tales como ojos, nariz, labios, orejas o similares. Las características también pueden incluir un conjunto o recopilación de atributos, limitaciones, agrupaciones, contextos o componente. Una curva de características puede incluir uno o puntos, líneas, curvas, planos, volúmenes o similares asociados a una característica. Una curva de características puede combinarse con una o más curvas de características para crear una zona de curvas de características. Una curva de características puede encerrar una característica para formar un disco topológico. Un conjunto de curvas de características puede formar una red de curvas de características.

[0050] Por ejemplo, supongamos que R es una zona de características sobre M que está limitada por las curvas de características m denominadas $c_1 ...c_m$. Las curvas de características pueden estar ordenadas en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor de la zona. De forma similar, supongamos que R' es la zona de características correspondiente sobre M' limitada por las curvas de características $c'_1...c'_m$ correspondientes. M puede ser la primera parametrizada sobre un m -gon P_m normal en un plano. La curva c_i puede parametrizarse de forma uniforme sobre la arista i -th de P_m .

[0051] La figura 17 ilustra la zona de malla 1700A y la zona de malla correspondiente 1700B parametrizada sobre un hexágono normal en un modo de realización. En este ejemplo, la zona de malla 1700A puede estar limitada por curvas de características 1710A, 1720A, 1730A, 1740A, 1750A y 1760A que van en sentido contrario a las agujas del reloj. Puesto que la zona puede estar limitada por seis curvas de características, la zona puede estar parametrizada sobre un hexágono normal en el dominio de parámetro normal P_6 . La zona de malla 1700B puede estar limitada por curvas de características 1710B, 1720B, 1730B, 1740B, 1750B y 1760B que van en sentido contrario a las agujas del reloj. Puesto que la zona también está limitada por seis curvas de características, la zona puede estar parametrizada sobre el mismo hexágono normal en el dominio de parámetro normal P_6 .

[0052] Dicho de otro modo, si vik es el vértice k -th de c_i (en orden contrario a las agujas del reloj), la imagen del vértice k -th en el dominio de parámetro puede situarse según la siguiente ecuación (2):

$$\frac{p_i(1-k) + kp_{i+1}}{|c_i|} \quad (2)$$

[0053] En la ecuación (2), $|c_i|$ puede indicar el número de vértices en c_i , y $p_1...p_m$ puede indicar los vértices de P_m . Las imágenes paramétricas de los vértices restantes de la zona pueden determinarse, por ejemplo, mediante la minimización de la distorsión armónica sometida a estas condiciones de límites. Esto define una parametrización $\phi: P_m \rightarrow R$.

- 5 **[0054]** La zona R' puede parametrizarse de forma similar sobre P_m para crear una parametrización $\phi' P_m \rightarrow R'$. A continuación, el mapa de conservación de características C mencionado anteriormente se obtiene mediante la siguiente ecuación (3):

$$C(p') := \phi \circ \phi'^{-1}(p') \quad (3)$$

- 10 **[0055]** En consecuencia, el dominio de parámetro común P_m puede utilizarse para construir una correspondencia global y continua entre todos los puntos de la superficie fuente y de destino. En base a la correspondencia, la información puede compartirse entre la fuente y el destino. En diversos modos de realización, la información puede compartirse entre personajes, lo que proporciona la flexibilidad de desarrollar personajes, compartir la geometría y topología de malla, compartir grupos de peso de puntos, variables de sombreador, parámetros de estilo de pelo o similares. En todavía otro ejemplo adicional, mediante la utilización
15 de la animación facial localizada en zonas definidas, puede ser posible diseñar nuevos personajes mediante la mezcla de forma local entre formas de base tomadas de un catálogo estandarizado.

[0056] La figura 7 es un flujograma de un método 700 en diversos modos de realización para la transferencia de información entre mallas mediante la utilización de redes de curvas de características. La figura 7 empieza en la etapa 710.

- 20 **[0057]** En la etapa 720, se recibe una o más curvas de características asociadas a una primera malla. En un ejemplo, un usuario puede, de forma manual, dibujar o situar una o más curvas sobre la primera malla. En otro ejemplo, puede importarse o cargarse, a partir de un archivo, información que define curvas de características. En todavía otro ejemplo, puede deducirse o determinarse de cualquier otra forma información que define curvas de características a partir de parametrizaciones asociadas a la primera malla. Un usuario puede crear curvas de
25 características sobre un objeto digital o situarlas sobre un objeto físico y crearlas durante el escaneo para digitalizar el objeto físico. En la etapa 730, se genera una primera red de curvas de características en base a curvas de características asociadas a la primera malla.

- [0058]** En la etapa 740, se recibe una o más curvas de características asociadas a una segunda malla. En la etapa 750, se genera una segunda red de curvas de características en base a la una o más curvas de características asociadas a la segunda malla.
30

- [0059]** En la etapa 760, se genera una correspondencia entre la primera malla y la segunda malla mediante la utilización del par de redes de curvas de características (esto es, la primera y la segunda red de curvas de características). Como se ha analizado anteriormente, la correspondencia puede conservar las características por el hecho de que la correspondencia transporta "características importantes" de la primera malla a sus características correspondientes sobre la segunda malla.
35

[0060] En la etapa 770, la información se transfiere entre la primera y la segunda malla en base a la correspondencia. La transferencia de información puede incluir una transferencia o compartición unilateral o bilateral de información entre la primera malla y la segunda malla. La figura 7 acaba en la etapa 780.

- 40 **[0061]** Puede proporcionarse una variedad de métodos o herramientas para crear curvas de características. En un modo de realización, un usuario puede especificar un conjunto de curvas de características de manera interactiva mediante la utilización de herramientas de selección normalmente disponibles, tal como la selección del camino más corto. En todavía otros modos de realización, adecuados cuando la malla fuente tiene un conjunto UV, pueden deducirse curvas de características a partir de las discontinuidades en el conjunto UV.

- 45 **[0062]** Las figuras 8A y 8B ilustran la malla 310 que incluye una red de curvas de características que tiene menos de tres curvas de características que definen una zona en un modo de realización. Haciendo referencia a la figura 8A, la malla 310 incluye las curvas de características 810 y 820. En este ejemplo, un usuario ha dibujado la curva de características 810 y la curva de características 820 sobre la malla 310. La separación entre cada curva de características aparece ilustrada por medio de un punto sólido cerca de la parte superior de la cabeza y cerca de la base del cuello. En diversos modos de realización, puede definirse una curva de características a
50 través de al menos un punto que se sitúa en el interior de una cara de la malla 310.

[0063] Las curvas de características 810 y 820 pueden interconectarse para formar una zona de características. Haciendo referencia a la figura 8B, la zona de características 830 puede definirse por medio de la curva de características 810 y la curva de características 820. Un conjunto de zonas de curvas de características sobre la malla 310 puede definir una red de curvas de características.

5 **[0064]** Las figuras 9A y 9B ilustran la malla 310 que incluye una red de curvas de características que tiene más de tres curvas de características que definen una zona. Haciendo referencia a la figura 9A, la malla 310 incluye las curvas de características 910, 920, 930 y 940 sobre la malla 360. La separación entre cada curva de características aparece ilustrada por medio de un punto sólido cerca de la parte superior de la cabeza, sobre la nariz, en la base del cuello y cerca de la nuca. Las curvas de características 910, 920, 930 y 940 pueden
10 interconectarse para formar una zona de características. Haciendo referencia a la figura 9B, la zona 950 puede definirse por medio de las curvas de características 910, 920, 930 y 940.

[0065] En algunos modos de realización, que tienen las curvas de características indicadas sobre una malla fuente, las curvas de características correspondientes pueden construirse sobre una malla de destino. Por ejemplo, un usuario puede copiar las curvas de características fuente como curvas 3D en las proximidades geométricas irregulares de la malla de destino. Pueden utilizarse herramientas de modelado para situar los vértices de estas curvas cerca de sus ubicaciones correspondientes sobre la malla de destino. A continuación, los vértices reposicionados pueden "engancharse" sobre la malla de destino para producir las curvas de características de destino.
15

[0066] La correspondencia generada por medio del método 700 en diversos modos de realización puede proporcionar un punto de comienzo considerablemente bueno para la mayoría de características importantes, tales como los labios, las cejas y las orejas si las curvas de características están situadas de forma adecuada. En algunos modos de realización, la correspondencia puede refinarse para combinar varias características de resolución más fina, tales como los orificios nasales. La mejora de la curva de características también puede ser adecuada cuando la correspondencia necesite un ajuste considerable. Una manera de conseguir la mejora puede consistir en añadir nuevas curvas de características para dividir de manera más precisa las mallas en zonas de características. En modos de realización adicionales, pueden proporcionarse ajustes más sutiles mediante la utilización de un método ligero y flexible de añadir limitaciones de correspondencia adicionales al interior de las zonas creadas por curvas de características.
20
25

[0067] La figura 10 es un flujograma del método 1000 en diversos modos de realización para generar una correspondencia en base a mejoras para el par de redes de curvas de características. La figura 10 empieza en la etapa 1010.
30

[0068] En la etapa 1020, se recibe un par de redes de curvas de características. En la etapa 1030, se recibe una o más mejoras al par de redes de curvas de características. Las mejoras al par de redes de curvas de características pueden incluir la adición de primitivos geométricos adicionales, tales como puntos, líneas, curvas, volúmenes, etc. en el interior de zonas de características. En un ejemplo de una mejora a un par de redes de curvas de características, puede situarse un par adicional de puntos como limitaciones interiores, uno en la fuente y uno correspondiente en el destino.
35

[0069] La figura 11A ilustra limitaciones interiores en dos zonas correspondientes en un modo de realización. Haciendo referencia a la figura 11A, la zona de malla 1100A puede parametrizarse sobre un hexágono normal en un modo de realización. Una zona de malla correspondiente 1100B puede parametrizarse de forma similar sobre el mismo hexágono normal en un dominio de parámetro común. En este ejemplo, un par de puntos puede situarse en cada zona de malla 1100A y 1100B para proporcionar limitaciones interiores para refinar la correspondencia. Por ejemplo, el par de puntos puede estar centrado en el orificio nasal izquierdo de una malla fuente y una malla de destino.
40

[0070] Los puntos adicionales utilizados para especificar la limitación no necesitan ubicarse en los vértices. Las limitaciones pueden estar situadas, de forma arbitraria, sobre la malla fuente y de destino y colocadas para encontrarse en las zonas de características correspondientes. En algunas situaciones, un usuario puede desear especificar diversas limitaciones adicionales por zona. En algunos modos de realización, el usuario puede especificar aristas correspondientes, de modo que las limitaciones adicionales formen complejos celulares correspondientes.
45
50

[0071] Haciendo referencia de nuevo a la figura 10, en la etapa 1040, se genera una correspondencia en base al par de redes de curvas de características y las mejoras. Por ejemplo, una correspondencia refinada que respeta cualquier limitación interior adicional puede conseguirse mediante la introducción de una deformación intermedia $h: P_m \rightarrow P_m$ en la ecuación (3) y mostrada en la ecuación (4):

$$C(p') := \phi \circ h \circ \phi'^{-1}(p') \quad (4)$$

5 **[0072]** En algunos modos de realización, h puede construirse como una deformación armónica bidimensional. Por ejemplo, la caja para h puede ser el límite de Pm y los componentes de la caja interior corresponden a limitaciones interiores y de arista. En la etapa 1050, se almacena la correspondencia. La figura 10 acaba en la etapa 1060.

10 **[0073]** La figura 11B ilustra resultados de las limitaciones interiores en dos zonas correspondientes en un modo de realización. En este ejemplo, la zona de malla 1100A puede incluir un campo escalar 1130 que indica variables de sombreador para la ubicación del orificio nasal izquierdo de un modelo. El campo escalar 1130 puede introducirse a través de la correspondencia refinada en la zona de malla 1100B. En consecuencia, el par de puntos 1110 y 1120 puede utilizarse para refinar la ubicación o el aspecto de la ubicación del orificio nasal izquierdo de otro modelo. En este ejemplo, el punto 1120 puede situarse con el fin de desplazar o bajar la ubicación de las variables de sombreador del orificio nasal izquierdo.

15 **[0074]** En diversos modos de realización, en consecuencia, puede implementarse un nuevo método robusto y controlable para transferir datos entre mallas de topología y geometría sustancialmente diferente mediante la utilización de curvas de características. Como se ha analizado anteriormente, la entrada para el método básico puede incluir una malla fuente (p. ej., poseer un conjunto de campos escalares que se han de transferir), una red de curvas de características sobre la malla fuente, una malla de destino para recibir los datos y una red de curvas de características correspondiente sobre el destino. A partir de esta entrada, puede generarse una correspondencia entre todos los puntos continuamente distintos de las dos superficies. La información puede 20 compartirse en base a la correspondencia, de modo que cada campo escalar sobre la fuente se mapee a través de la correspondencia para definir un campo escalar sobre el destino.

25 **[0075]** La figura 12 es un flujograma de un método 1200 en diversos modos de realización para generar una correspondencia entre mallas en base a información de parametrización para compartir información entre las mallas. El procesamiento mostrado en la figura 12 puede llevarse a cabo mediante módulos de *software* (p. ej., instrucciones o código) ejecutados por un procesador de un sistema informático, mediante módulos de *hardware* de un dispositivo electrónico o combinaciones de los mismos. La figura 12 empieza en la etapa 1210.

30 **[0076]** En la etapa 1220, se recibe una primera malla y una segunda malla. Puede recibirse información que define o especifica de cualquier otro modo la primera y la segunda malla. Cada malla puede incluir una malla integral única o puede incluir una recopilación de mallas conectadas. Como se ha analizado anteriormente, la primera y la segunda malla pueden incluir una recopilación de polígonos, interconectados en los vértices, que forman la topología y/o geometría de un modelo. Cada malla también puede incluir información que puede especificar también variables, controles, campos, *rigging*, datos de color/iluminación o similares.

35 **[0077]** En la etapa 1230, se recibe información de parametrización. La información de parametrización puede incluir información que proporciona una identificación de parámetros asociados a un objeto. Por ejemplo, una parametrización puede incluir un conjunto completo de coordenadas efectivas o grados de libertad de un sistema, proceso o modelo. La parametrización de una línea, superficie o volumen, por ejemplo, puede implicar la identificación de un conjunto de coordenadas a partir de las cuales cualquier punto (sobre la línea, superficie o volumen, en los mismos o cerca de ellos) puede identificarse de forma única por medio de un conjunto de números.

40 **[0078]** En un ejemplo, la información de parametrización puede incluir un conjunto o mapa UV. Un mapa UV puede transformar un objeto 3D en una imagen 2D. La imagen 2D puede denominarse normalmente textura o mapa de textura. Las coordenadas XYZ para el objeto 3D original en el espacio de modelado pueden parametrizarse sobre coordenadas UV del objeto 2D transformado. En otros ejemplos, la información de parametrización puede incluir uno o más mapas, parametrizaciones armónicas o similares.

45 **[0079]** En la etapa 1240, se genera un par de redes de curvas de características en base a la información de parametrización. Por ejemplo, una o más particiones, divisiones o parametrizaciones pueden identificarse sobre la primera malla, a partir de las cuales puede determinarse o deducirse un conjunto de curvas de características. Sobre la segunda malla, puede determinarse un conjunto de correspondencia de curvas de características. Cada conjunto de curvas de características puede crear una red de curvas de características.

50 **[0080]** En la etapa 1250, se genera una correspondencia entre la primera y la segunda malla en base al par de redes de curvas de características. La correspondencia puede incluir funciones, relaciones, correlaciones, etc. entre uno o más puntos asociados a la primera malla y uno o más puntos asociados a la segunda malla. La correspondencia puede incluir un mapeo de cada ubicación en un espacio o dentro del mismo cerca de la

primera malla a una ubicación única en la segunda malla o cerca de la misma. La correspondencia puede mapear uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares, asociados al primer objeto a uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares asociados al segundo objeto.

5 **[0081]** En diversos modos de realización, la correspondencia puede representarse por medio de una parametrización construida para la malla fuente y de destino sobre un dominio común. Este dominio de parámetro común puede proporcionar una correspondencia global y continua entre todos los puntos de la superficie fuente y de destino. Como se ha analizado anteriormente, la correspondencia puede basarse en redes de curvas de características que pueden, en parte, crearse automáticamente en base a información de parametrización a partir de puntos suministrados por el usuario, curvas suministradas por el usuario, otras discontinuidades o similares. La figura 12 acaba en la etapa 1260.

[0082] La figura 13 es un flujograma del método 1300 en diversos modos de realización para generar una correspondencia entre mallas en base a conjuntos UV. La figura 13 empieza en la etapa 1310.

15 **[0083]** En la etapa 1320, se recibe una malla. Por ejemplo, la figura 14A ilustra la malla 1410 en un modo de realización. La malla 1410, en este ejemplo, aparece como un cubo. Haciendo referencia de nuevo a la figura 13, en la etapa 1330, se recibe un conjunto UV. La figura 14B ilustra el mapa UV 1420 asociado a la malla 1410.

20 **[0084]** En la etapa 1340 de la figura 13, se recibe una o más curvas de características definidas por el usuario. En la etapa 1350, se determina una o más curvas de características en base al conjunto UV (p. ej., el mapa UV 1420). En la etapa 1360, se genera una red de curvas de características en base a las curvas de características definidas por el usuario y las curvas de características determinadas a partir del conjunto UV. La figura 13 acaba en la etapa 1370.

[0085] En diversos modos de realización, puede ser normal que una malla fuente posea un conjunto UV que parametriza zonas que están sombreadas de forma separada. Por ejemplo, cada cara de la malla de cubo 1410 mostrada en la figura 14A puede sombreadarse de forma separada.

25 **[0086]** Cuando un conjunto UV está presente sobre una malla fuente, las zonas UV pueden utilizarse como dominios paramétricos para utilizarse con el fin de construir una correspondencia global y continua entre todos los puntos de la superficie fuente y de destino. Por consiguiente, pueden deducirse curvas de características para "cubrir" los límites de las zonas UV. Es decir, si el conjunto UV es discontinuo sobre una arista V_iV_j de la malla fuente M , entonces exactamente una curva de características contiene V_iV_j .

30 **[0087]** Una vez se han establecido las curvas de características correspondientes sobre la malla de destino M' , en algunos modos de realización, el conjunto UV puede transferirse a M' en dos etapas:

1. Transferencia de valores UV a lo largo de curvas de características. Los valores UV pueden transferirse mediante la utilización de interpolación lineal simple a lo largo de las aristas de curva de características de M' , recogiendo valores UV correspondientes de la curva de características asociada sobre M .

35 2. Suavizar armónicamente valores UV sobre la malla de destino en el interior de cada zona UV. Esto puede conseguirse mediante la utilización de las herramientas de suavizado UV de Maya. Para cada zona UV Ω , puede establecerse un par de parametrizaciones $\Omega \rightarrow M$ y $\varphi: \Omega \rightarrow M'$ a partir de las cuales puede definirse de nuevo la correspondencia C como en la ecuación (3) o como refinado mediante la utilización de una o más limitaciones interiores.

40 **[0088]** En diversos modos de realización, un algoritmo de inferencia de curva de características puede basarse en un análisis de una estructura auxiliar llamada complejo de unión. El complejo de unión puede consistir en un conjunto de aristas, una por arista de unión de la malla fuente M . Una arista puede ser una arista de unión si su vértice org o dest tiene valores de atributo diferentes con respecto a las dos caras que se encuentran en la arista.

45 **[0089]** Una vez esté construido el complejo de unión, pueden identificarse y procesarse "vértices críticos" uno a uno. Un vértice crítico puede incluir un vértice con una cantidad diferente a dos aristas de unión de incidente. Los vértices críticos pueden representar extremos de curva de características. Una vez se han procesado los vértices críticos, todavía puede haber uno o más bucles cerrados. Para cada uno de estos, puede elegirse un vértice arbitrario como el extremo de curva de características y el bucle se traza hasta que se cierre sobre el mismo.

50 **[0090]** Por ejemplo, en el siguiente pseudocódigo, supongamos que `criticalSet` es el conjunto de vértices críticos, que `edgeSet` es el conjunto de aristas sin procesar en el complejo de unión y que `full(v)` es el mapa desde los vértices de unión hasta los vértices en la malla completa:

```

-- procesar vértices críticos
para cada v en criticalSet
    para cada arista e incidente hasta v
        si e en edgeSet
5          -- crear una nueva curva con e como primera arista
          c = nueva curva con full(v) como el primer punto
          vNext = otro incidente de vértice hasta e
          añadir full(vNext) a c
          eliminar e de edgeSet
10         mientras (vNext no en criticalSet)
            e = otra arista única en edgeSet
            incidente a vNext
            eliminar e de edgeSet
            vNext = otro incidente de vértice a e
15         añadir full(vNext) a c
-- procesar bucles no críticos
mientras edgeSet no está vacío
    e = alguna arista en edgeSet
    eliminar e de edgeSet
20    vStart = v = org e
    c = nueva curva
    añadir full(v) a c
    mientras (dest e != v)
        añadir full(dest e) a c
25    avanzar e
    eliminar e de edgeSet
    añadir full(dest e) a c

```

30 **[0091]** En diversos modos de realización, en consecuencia, puede implementarse un nuevo método robusto y controlable para transferir datos entre mallas de topología y geometría sustancialmente diferente mediante la utilización de curvas de características. Como se ha analizado anteriormente, la entrada para el método básico puede incluir una malla fuente (p. ej., poseer un conjunto de campos escalares que se han de transferir), una red de curvas de características sobre la malla fuente, una malla de destino para recibir los datos y una red de curvas de características correspondiente sobre el destino. A partir de esta entrada, puede generarse una correspondencia entre todos los puntos continuamente distintos de las dos superficies. La información puede 35 compartirse en base a la correspondencia, de modo que cada campo escalar sobre la fuente se mapee a través de la correspondencia para definir un campo escalar sobre el destino.

40 **[0092]** La figura 15 es un flujograma simplificado de un método 1500 en diversos modos de realización para generar una correspondencia de volumen entre mallas para compartir información entre las mallas. El procesamiento mostrado en la figura 15 puede llevarse a cabo mediante módulos de *software* (p. ej., instrucciones o código) ejecutados por un procesador de un sistema informático, mediante módulos de *hardware* de un dispositivo electrónico o combinaciones de los mismos. La figura 15 empieza en la etapa 1510.

45 **[0093]** En la etapa 1510, se recibe un par de superficies. Por ejemplo, puede recibirse información especificando una superficie o zona de una malla fuente y una superficie o zona correspondiente de una malla de destino. El par de superficies puede ser creado por un usuario o determinado en base a una o más discontinuidades, parametrizaciones o similares. Las curvas de características pueden utilizarse para dividir una malla fuente y una malla de destino en un par de redes de curvas de características. El par de superficies puede identificarse en el par de redes de curvas de características.

50 **[0094]** En la etapa 1520, se genera una correspondencia de superficie en base al par de superficies. La correspondencia de superficie puede incluir funciones, relaciones, correlaciones, etc. entre uno o más puntos asociados a una primera superficie y uno o más puntos asociados a una segunda superficie. La correspondencia de superficie puede incluir un mapeo de cada ubicación sobre la primera superficie a una ubicación única sobre la segunda superficie. La correspondencia puede mapear uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares, asociados al primer objeto a uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares asociados al segundo objeto.

55 **[0095]** En diversos modos de realización, se construye una parametrización para la malla fuente y de destino sobre un dominio común. A continuación, este dominio de parámetro común puede utilizarse para construir la correspondencia de superficie global y continua entre todos los puntos de la superficie fuente y de destino. El marco básico de la parametrización puede basarse en puntos suministrados por el usuario, curvas suministradas

por el usuario, discontinuidades inferidas o similares. En algunos modos de realización, la parametrización puede incluir un conjunto de curvas de características que definen una red de curvas de características.

5 **[0096]** En la etapa 1530, se genera una correspondencia de volumen en base a la correspondencia de superficie. La correspondencia de volumen puede incluir funciones, relaciones, correlaciones, etc. entre uno o más puntos asociados a un primer volumen u otro espacio n-D y uno o más puntos asociados a un segundo volumen o espacio n-D. La correspondencia de volumen puede incluir un mapeo de cada ubicación sobre el primer volumen y dentro del mismo a una ubicación única sobre el segundo volumen o dentro del mismo. La correspondencia puede mapear uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos, volúmenes, espacios n-D, espacios (n-1)-D o similares, asociados a un primer objeto a uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos, volúmenes, espacios n-D, espacios (n-1)-D o similares correspondientes asociados a un segundo objeto.

15 **[0097]** En algunos modos de realización, la correspondencia de volumen puede incluir una correspondencia de deformación armónica. La correspondencia de deformación armónica puede proporcionar no negatividad y ubicación interior para técnicas de deformación de volumen mediante la utilización de una estructura flexible topológica, llamada caja, que puede consistir en una malla tridimensional cerrada. La caja puede aumentarse de forma opcional con vértices interiores adicionales, aristas y caras para controlar de forma más precisa el comportamiento interior de la deformación. Las coordenadas armónicas pueden ser coordenadas baricéntricas generalizadas que pueden extenderse a cualquier dimensión, proporcionando no negatividad en situaciones extremadamente cóncavas y que tienen magnitudes que disminuyen con la distancia como se ha medido en la caja. La figura 15 acaba en la etapa 1550.

20 **[0098]** La figura 16 es una ilustración de una correspondencia de volumen entre el volumen 1610 y el volumen 1620. En este ejemplo, puede construirse un cubo para representar el volumen 1610. En el volumen 1610 se encuentra un objeto de malla con forma de una cabeza humana. Puede construirse un cubo correspondiente para representar el volumen 1620. La correspondencia de volumen puede proporcionar un mapeo de cada ubicación en el volumen 1610 o sobre el mismo a una ubicación única en el volumen 1620 o sobre el mismo. En 25 un ejemplo, el punto 1630A puede mapearse a través de la correspondencia de volumen al punto 1630B.

[0099] En consecuencia, puede compartirse o transferirse de cualquier otro modo información entre una primera malla y una segunda malla en base a la correspondencia de volumen. La información puede incluir *rigging* de personajes, datos de topología, datos de geometría, variables de sombreador, objetos de cabello, información u objetos a una proximidad a la malla, los datos de pintor o similares que puede encontrarse en un objeto, cerca 30 del mismo, sobre el mismo, dentro del mismo, que sobresale del mismo o se extiende hacia el mismo. La transferencia de información puede tener lugar desde una primera malla a una segunda malla. La transferencia también puede tener lugar desde la segunda malla a la primera malla.

[0100] La figura 17 ilustra una primera malla y una segunda malla correspondiente para transferir estilos de pelo en un modo de realización. Como se muestra en la figura 17, la malla 1710 se forma para representar una 35 cabeza de un personaje humano. Un animador u otro artista puede construir un estilo de pelo 1720 (p. ej., un mohicano) para el personaje. El estilo de pelo 1720 puede incluir objetos lineales, campos, variables, información de iluminación o similares, por ejemplo, para representar el cabello, su posición relativa a la malla 1710, la posición de los cabellos individuales u objetos entre sí, cómo interactúa el cabello con otros objetos o similares. En este ejemplo, el estilo de pelo 1720 puede situarse en la parte superior de la malla 1710, sustancialmente en 40 el centro.

[0101] En un modo de realización, la ubicación o posición de las variables de cabello u objetos de cabello asociados al estilo de pelo 1720 pueden compartirse con otros objetos o transferirse de cualquier otra manera a los mismos mediante la utilización de una correspondencia de superficie. Un primer conjunto de curvas de características puede crearse o situarse de cualquier otra manera sobre la malla 1710 para crear una primera red 45 de curvas de características. Un segundo conjunto correspondiente de curvas de características puede crearse o situarse de cualquier otra manera sobre la malla 1730 para crear un segundo conjunto de curvas de características. Puede generarse una correspondencia de superficie que mapee puntos o ubicaciones sobre la malla 1710 a puntos o ubicaciones sobre la malla 1730. La información en un punto sobre la malla 1710 o cerca del mismo puede transferirse a un punto correspondiente sobre la malla 1730.

50 **[0102]** En modos de realización adicionales, el estilo de pelo 1720 puede compartirse con otros objetos o transferirse de cualquier otro modo a los mismos mediante la utilización de una correspondencia de volumen. Por ejemplo, la correspondencia de superficie entre la malla 1710 y 1730 puede permitir el mapeo de los puntos en los que se conectan los objetos de cabello a la malla 1710 y, en consecuencia, se asocian a una división creada por la primera red de curvas de características. La correspondencia de superficie puede ser la extensión en una 55 o más dimensiones mediante la utilización de puntos, líneas, curvas, superficies, zonas de superficie u otros primitivos geométricos y objetos que pueden situarse con respecto a una superficie asociada a la malla 1710

para construir volúmenes u otros espacios n-D. Los volúmenes u otros espacios n-D correspondientes pueden construirse para la malla 1730. Puede crearse una correspondencia de volumen en base a la correspondencia de superficie que mapea puntos o ubicaciones en un primer volumen o espacio n-D a puntos únicos o ubicaciones en un volumen o espacio n-D correspondiente.

5 **[0103]** Por ejemplo, la superficie 1740 puede posicionarse con respecto a la malla 1710. En base a toda la malla 1710 o a una parte de la misma (p. ej., la superficie o zona por debajo del estilo de pelo 1720) y en la superficie 1740 puede construirse un volumen u otro espacio n-D. Una superficie correspondiente 1750 puede posicionarse con respecto a la malla de destino 1730. En base a toda la malla 1730 o a una parte de la misma (p. ej., una zona de superficie sobre el cuero cabelludo en el que se desea colocar los cabellos) y en la superficie 1750
10 puede construirse un volumen correspondiente u otro espacio n-D. La información asociada al estilo de pelo 1730, tal como variables de torsión o elasticidad puede transferirse entre los volúmenes o espacios n-D correspondientes en base a la correspondencia de volumen para crear el estilo de pelo 1760. Otras transformaciones, tales como ajuste de escala, rotación, traslación o similares pueden tener lugar durante la transferencia o después de la misma.

15 **[0104]** En consecuencia, la creación de correspondencias de volumen entre mallas y la transferencia de información puede aplicarse a una gama de aplicaciones. Por ejemplo, la información puede compartirse entre personajes. Como se ha mencionado anteriormente, sin necesitar una topología de malla común, la compartición puede completarse entre mallas con mucha más flexibilidad topológica. En otro ejemplo, puede conseguirse la flexibilidad de los personajes en desarrollo. A medida que evoluciona el diseño de un personaje, la geometría y la
20 topología de malla del personaje puede cambiar. Pueden hacerse cambios a las variables, los parámetros de estilo de pelo, prendas de vestir o similares y transferirse entre los modelos.

[0105] La figura 18 es un flujograma simplificado del método 1800 en diversos modos de realización para la mezcla de formas. El procesamiento mostrado en la figura 18 puede llevarse a cabo mediante módulos de *software* (p. ej., instrucciones o código) ejecutados por un procesador de un sistema informático, mediante
25 módulos de *hardware* de un dispositivo electrónico o combinaciones de los mismos. La figura 18 empieza en la etapa 1810.

[0106] En la etapa 1820, se recibe una recopilación de mallas. La recopilación puede incluir una o más mallas o referencias a un conjunto de mallas. La recopilación puede incluir mallas para modelos que tienen topologías, geometrías o similares idénticas, similares o diferentes.

30 **[0107]** En la etapa 1830, se generan correspondencias entre pares de mallas. Cada correspondencia entre un par de mallas puede incluir funciones, relaciones, correlaciones, etc. entre uno o más puntos asociados a una primera malla y uno o más puntos asociados a una segunda malla. La correspondencia puede incluir un mapeo de cada ubicación en un espacio o dentro del mismo cerca de la primera malla a una ubicación única sobre la segunda malla o cerca de la misma. La correspondencia puede mapear uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares, asociados al primer objeto a uno o más puntos, curvas, superficies, zonas, objetos o similares asociados al segundo objeto. La correspondencia puede incluir una correspondencia de superficie y/o una correspondencia de volumen.
35

[0108] En diversos modos de realización, se construye una parametrización para los pares de mallas sobre un dominio común. A continuación, este dominio de parámetro común puede utilizarse para construir una correspondencia global y continua entre todos los puntos de la superficie fuente y de destino. El marco básico de la parametrización puede basarse en puntos suministrados por el usuario, curvas suministradas por el usuario, discontinuidades inferidas o similares. En algunos modos de realización, la parametrización puede incluir un conjunto de curvas de características que definen una red de curvas de características.
40

[0109] La figura 19 es un diagrama de bloques de la recopilación 1900 de mallas en un modo de realización. En este ejemplo, la recopilación 1900 puede incluir las mallas 1910, 1920 y 1930. Las mallas 1910 y 1920 pueden tener una topología idéntica o sustancialmente similar (como indica la forma rectangular común). La malla 1930 puede tener una topología diferente que las mallas 1910 y 1920 (como indica una forma circular).
45

[0110] Se genera una correspondencia para cada par en la recopilación. Por ejemplo, la correspondencia 1940 puede crearse entre las mallas 1910 y 1920, la correspondencia 1950 puede crearse entre las mallas 1910 y 1930, y la correspondencia 1960 puede crearse entre las mallas 1920 y 1930. Las correspondencias pueden crearse mediante la utilización de redes de curvas de características en las que una o más curvas de características pueden ser creadas por parte de un usuario o determinarse automáticamente en respuesta a la información de parametrización asociada a una malla. Las correspondencias pueden incluir una o más correspondencias de superficie y/o una o más correspondencias de volumen.
50

5 **[0111]** Haciendo referencia de nuevo a la figura 18, en la etapa 1840, la información asociada a una pluralidad de mallas se combina en base a las correspondencias. Por ejemplo, la información asociada a las mallas 1910 y 1920 en la recopilación 1900 puede combinarse en base a la correspondencia 1940. En diversos modos de realización, la información de tipo A de la malla 1910 puede combinarse con la información de tipo A de la malla 1920 para crear la información mezclada de tipo A. La información de la malla 1910 puede sumarse, promediarse o procesarse mediante cualquier otro procedimiento con la información de la malla 1920 para generar información semejante de tipo A. En modos de realización adicionales, la información de tipo A de la malla 1910 puede combinarse con la información de tipo B de la malla 1920 para crear información mezclada de un conjunto de tipo A y B.

10 **[0112]** En consecuencia, pueden crearse correspondencias entre pares de mallas en una recopilación de mallas. La información asociada a una pluralidad de mallas puede "introducirse" a través de las correspondencias y mezclarse o combinarse de cualquier otro modo para crear combinaciones de datos que reflejen nuevas topologías, geometrías, campos escalares, estilos de pelo o similares que pueden transferirse a una malla de nuevos modelos o actuales. De este modo, la información puede compartirse, combinarse y mezclarse entre mallas que pueden incluir topologías y geometrías diferentes de otras mallas en una recopilación. La figura 18 acaba en la etapa 1850.

20 **[0113]** La figura 20 es un diagrama de bloques que ilustra la mezcla de información de topología e información de geometría en un modo de realización. En este ejemplo, la información de topología 2010 de la malla 1910 de la figura 19 se introduce a través de la correspondencia 1940 con la malla 1920. La información de geometría 2020 de la malla 1930 se introduce a través de la correspondencia 1960 con la malla 1920.

25 **[0114]** La función de mezclado 2030 recibe información de topología 2010 e información de geometría 2020 para su aplicación a la malla 1920. Puesto que las correspondencias 1940 y 1960 proporcionan correspondencias totales entre todos los puntos entre las mallas 1910 y 1920, y entre las mallas 1930 y 1920, respectivamente, la función de préstamo 2030 puede aplicar información mezclada o combinada a los puntos correspondientes sobre la malla 1920. La función de mezclado 2030 puede incluir uno o más valores, parámetros, atributos o similares para controlar la ponderación, el ajuste de escala o la transformación del mezclado o transferencia de tipos comunes o diferentes tipos de información de otras mallas.

30 **[0115]** Las figuras 21A, 21B y 21C ilustran una recopilación de mallas y una mezcla resultante en un modo de realización. Haciendo referencia a la figura 21A, el personaje humano 2105 puede representarse mediante la utilización de la malla 2110. La malla 2110 puede incluir una primera topología y proporcionar la geometría al personaje 2105. Por ejemplo, el personaje 2105 puede parecer alto y delgado. La malla 2110 puede incluir una red de curvas de características 2115. La red de curvas de características 2115 puede incluir un conjunto de curvas de características (p. ej., líneas negras con flechas en las líneas) que dividen la malla 2115 en una recopilación de zonas de características.

35 **[0116]** Haciendo referencia a la figura 21B, el personaje humano 2120 puede representarse mediante la utilización de la malla 2125. La malla 2125 puede incluir una segunda topología (es decir, una topología diferente de la primera topología del personaje 2105) y proporcionar la geometría del personaje 2120. Por ejemplo, el personaje 2120 puede parecer bajo y fornido. La malla 2125 puede incluir una red de curvas de características 2130. La red de curvas de características 2130 puede incluir un conjunto de curvas de características que dividen la malla 2125 en una recopilación de zonas de características.

45 **[0117]** En la figura 21C, el personaje humano 2140 puede crearse mediante la utilización de una mezcla de información de los personajes 2105 y 2120. El personaje 2140 puede representarse mediante la malla 2145. En un ejemplo, puede generarse una correspondencia entre la malla 2105 y la malla 2145 mediante la utilización de una red de curvas de características 2115 y una red de curvas de características correspondiente situada sobre la malla 2145. Puede generarse otra correspondencia entre la malla 2120 y la malla 2145 mediante la utilización de la red de curvas de características 2130 y una red de curvas de características correspondiente situada sobre la malla 2145. La misma red de curvas de características situada sobre la malla 2145 puede utilizarse para crear las correspondencias. De forma alternativa, pueden utilizarse redes de curvas de características diferentes.

50 **[0118]** Mediante la utilización de una o más correspondencias entre la malla 2105 y la malla 2145, la primera topología del personaje 2105 puede transferirse a la malla 2145 del personaje 2140. La primera información de topología del personaje 2105 puede mezclarse con la información de geometría transferida a partir del personaje 2120 mediante la utilización de una o más correspondencias para crear el personaje 2140. Por ejemplo, un usuario o animador puede utilizar una correspondencia para mezclar la primera topología del personaje 2105 con un 60 % de la geometría del personaje 2120 para crear el personaje 2140.

[0119] En diversos modos de realización, en consecuencia, la información de una pluralidad de mallas en una recopilación puede mezclarse o combinarse mediante la utilización de correspondencias entre los pares de las mallas. La información combinada puede utilizarse para crear combinaciones de datos que reflejen nuevas topologías, geometrías, campos escalares, estilos de pelo o similares que pueden transferirse a una malla de nuevos modelos o actuales. De este modo, la información puede compartirse, combinarse y mezclarse entre mallas que pueden incluir topologías y geometrías diferentes de otras mallas en una recopilación.

[0120] La figura 22 es un diagrama de bloques de un sistema informático 2200 que puede utilizarse para implementar o practicar diversos modos de realización de una invención cuyos principios se pueden presentar en el presente documento. La figura 22 es meramente ilustrativa de un sistema informático de uso general o dispositivo de procesamiento de información específica para un modo de realización que incorpora una invención cuyos principios pueden presentarse en el presente documento y no limita el alcance de la invención como se enumera en las reivindicaciones. Un experto en la materia reconocería otras variaciones, modificaciones y alternativas.

[0121] En un modo de realización, el sistema informático 2200 puede incluir un monitor 2210, un ordenador 2220, un teclado 2230, un dispositivo de entrada de usuario 2240, interfaces informáticas 2250 o similares. El monitor 2210 puede, normalmente, incluir dispositivos de presentación familiares, tales como un monitor de televisión, un tubo de rayos catódicos (CRT, por sus siglas en inglés), una pantalla de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés) o similares. El monitor 2210 puede proporcionar una interfaz para el dispositivo de entrada de usuario 2240, tal como incorporar tecnologías de pantalla táctil.

[0122] El ordenador 2220 puede, normalmente, incluir componentes de ordenador familiares, tales como un procesador 2260 y una o más memorias o dispositivos de almacenamiento, tales como memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés) 2270, una o más unidades de disco 2280, unidad de procesamiento gráfico (GPU, por sus siglas en inglés) 2285 o similares. El ordenador 2220 puede incluir bus de sistema 2290 que interconecta los componentes citados anteriormente y que proporciona funcionalidad, tal como comunicación entre dispositivos.

[0123] En modos de realización adicionales, el ordenador 2220 puede incluir uno o más microprocesadores (p. ej., de núcleo único y multinúcleo) o microcontroladores, tales como los procesadores PENTIUM, ITANIUM o CORE 2 de Intel de Santa Clara, California y los procesadores ATHLON, ATHLON XP y OPTERON de Advanced Micro Devices de Sunnyvale, California. Además, el ordenador 2220 puede incluir uno o más hipervisores o sistemas operativos, tales como WINDOWS, WINDOWS NT, WINDOWS XP, VISTA o similares de Microsoft o Redmond, Washington, SOLARIS de Sun Microsystems, LINUX, UNIX y el sistema operativo basado en UNIX.

[0124] En diversos modos de realización, el dispositivo de entrada de usuario 2240 puede, normalmente, incorporarse como un ratón de ordenador, una bola de desplazamiento, una almohadilla táctil, un *joystick*, un control remoto inalámbrico, una tableta gráfica, un sistema de comando de voz, un sistema de seguimiento de ojos o similares. El dispositivo de entrada de usuario 2240 puede permitir a un usuario del sistema informático 2200 seleccionar objetos, iconos, texto, *widgets* de interfaz de usuario u otros elementos de interfaz de usuario que aparecen en el monitor 2210 a través de un comando, tal como un *click* de un botón o similares.

[0125] En algunos modos de realización, las interfaces informáticas 2250 pueden, normalmente, incluir una interfaz de comunicaciones, una tarjeta Ethernet, un módem (teléfono, satélite, cable, RSDI), una unidad de línea de abonado digital (DSL) (asíncrona), una interfaz FireWire, una interfaz USB o similares. Por ejemplo, las interfaces informáticas 2250 pueden acoplarse a una red de ordenadores, a un bus FireWire, un concentrador USB o similares. En otros modos de realización, las interfaces informáticas 2250 pueden estar integradas físicamente como *hardware* en la placa base del ordenador 2220, pueden implementarse como un programa de *software*, tal como DSL soft o similares, o pueden implementarse como una combinación de los mismos.

[0126] En diversos modos de realización, el sistema informático 2200 puede incluir también *software* que permita comunicaciones a través de una red, tal como internet, mediante la utilización de uno o más protocolos de comunicaciones, tales como los protocolos HTTP, TCP/IP, RTP/RTSP o similares. En algunos modos de realización, pueden utilizarse también otros *software* de comunicaciones y/o protocolos de transferencia, por ejemplo IPX, UDP o similares, para comunicarse con servidores a través de la red o con un dispositivo directamente conectado al sistema informático 2200.

[0127] La RAM 2270 y la unidad de disco 2280 son ejemplos de artículos legibles por máquina o soportes legibles por ordenador configurados para almacenar información, como programas informáticos, código informático ejecutable, código fuente legible por humanos, código de sombreador, motores de renderizado o similares, y datos, tales como archivos de imágenes, modelos que incluyen descripciones geométricas de

objetos, descripciones geométricas ordenadas de objetos, descripciones procedimentales de modelos, archivos de descriptor de escenas o similares. Otros tipos de soportes de almacenamiento legibles por ordenador o soportes accesibles mediante máquina tangible incluyen disquetes, discos duros extraíbles, soportes de almacenamiento óptico, tales como CD-ROM, DVD y códigos de barras, memorias con semiconductores tales como memorias *flash*, memorias de sólo lectura (ROM), memorias volátiles respaldadas por batería, dispositivos de almacenamiento en red o similares.

[0128] En algunos modos de realización, la GPU 2285 puede incluir cualquier unidad de procesamiento gráfico convencional. La GPU 2285 puede incluir una o más unidades de procesamiento vectorial o paralelo que el usuario puede programar. Dichas GPU pueden estar comercialmente disponibles en NVIDIA, ATI y otros vendedores. En este ejemplo, la GPU 2285 puede incluir uno o más procesadores gráficos 2293, un número de memorias y/o registros 2295 y un número de búferes de trama 2297.

[0129] Como se ha indicado, la figura 22 es simplemente representativa de un sistema informático de uso general o dispositivo de procesamiento de datos específicos capaz de implementar o incorporar diversos modos de realización de una invención presentados en la presente exposición. Muchas otras configuraciones de *hardware* y/o de *software* pueden resultar evidentes para los expertos en la materia, que son adecuadas para su utilización en la implementación de una invención presentada en la presente exposición o con diversos modos de realización de una invención presentada en la presente exposición. Por ejemplo, un sistema informático o dispositivo de procesamiento de datos puede incluir configuraciones de escritorio, portátiles, de montaje en bastidor o de tableta. De forma adicional, un sistema informático o dispositivo de procesamiento de información puede incluir una serie de ordenadores conectados en red o clústeres/cuadrículas de dispositivos de procesamiento paralelos. En todavía otros modos de realización, un sistema informático o dispositivo de procesamiento de información puede técnicas descritas anteriormente implementadas en un chip o una placa de procesamiento auxiliar.

[0130] Diversos modos de realización de cualquiera de las invenciones o de más de una de las mismas cuyos principios pueden presentarse en la presente exposición, pueden implementarse en forma de lógica en *software*, *firmware*, *hardware* o una combinación de los mismos. La lógica puede almacenarse en o sobre una memoria accesible mediante máquina, un artículo legible mediante máquina, un soporte tangible legible por ordenador, un soporte de almacenamiento legible por ordenador u otro soporte legible mediante máquina/ordenador como un conjunto de instrucciones adaptadas para ordenar a una unidad de procesamiento central (CPU, por sus siglas en inglés, o procesador) de una máquina lógica que realice un conjunto de etapas que pueden estar expuestas en diversos modos de realización de una invención presentada en la presente exposición. La lógica puede formar parte de un programa de *software* o producto de programa informático a la vez que los módulos de código son operativos con un procesador de un sistema informático o un dispositivo de procesamiento de información cuando se ejecutan para llevar a cabo un método o proceso en diversos modos de realización de una invención presentada en la presente exposición. En base a la presente exposición y a los principios que se presentan en el presente documento, un experto en la materia apreciará otros modos, variaciones, modificaciones, alternativas y o métodos para implementar en *software*, *firmware*, *hardware* o combinaciones de los mismos cualquiera de las operaciones o funcionalidades expuestas de diversos modos de realización de una o más de las invenciones presentadas.

[0131] Los ejemplos, implementaciones y diversos modos de realización expuestos, de cualquiera de esas invenciones cuyos principios pueden presentarse en esta exposición son simplemente ilustrativos para transmitir con claridad razonable a los expertos en la materia los principios de la presente exposición. Puesto que estas implementaciones y modos de realización pueden describirse con referencia a ilustraciones ejemplares o figuras específicas, diversas modificaciones o adaptaciones de los métodos y/o estructuras específicas descritos pueden resultar evidentes para los expertos en la materia. Todas dichas modificaciones, adaptaciones o variaciones que se basan en la presente exposición y estos principios, que se encuentran en el presente documento, y a través de los cuales los principios han avanzado la técnica, se deben considerar en el alcance de la una o más invenciones cuyos principios pueden presentarse en la presente exposición. Por consiguiente, las presentes descripciones y dibujos no deberían considerarse como limitativos, puesto que se entiende que una invención presentada en una exposición no se limita de ninguna manera a aquellos modos de realización ilustrados específicamente.

[0132] En consecuencia, la descripción anterior y cualquier dibujo, ilustración y figura adjuntos pretenden ser ilustrativos pero no restrictivos. El alcance de cualquier invención presentada en la presente exposición debería, por consiguiente, determinarse no solamente con referencia a la descripción anterior y aquellos modos de realización mostrados en las figuras, sino que debería determinarse con referencia a las reivindicaciones pendientes.

5 Un aspecto de la presente invención da a conocer un método implementado por ordenador para la generación de correspondencias para la transferencia de información entre objetos, comprendiendo el método la recepción de una primera malla; la recepción de una primera red de curvas de características asociada a la primera malla; la recepción de una segunda malla; la recepción de una segunda red de curvas de características asociada a la segunda malla; y la generación de una correspondencia entre la primera malla y la segunda malla mediante la utilización de una o más funciones armónicas en respuesta a la primera red de curvas de características asociadas a la primera malla y la segunda red de curvas de características asociada a la segunda malla.

10 Un aspecto de la presente invención da a conocer un método implementado por ordenador para la generación de correspondencias para la transferencia de información entre objetos, comprendiendo el método la recepción de un primer par de superficies; la generación de una correspondencia de superficie en base al par de superficies; y la generación de una correspondencia de volumen en base a la correspondencia de superficie.

En un modo de realización el método también comprende la transferencia de información entre volúmenes asociados al par de superficies en base a la correspondencia de volumen.

15 En un modo de realización, la generación de la correspondencia de volumen comprende la generación de la correspondencia de volumen en respuesta a un segundo par de superficies.

En un modo de realización el método comprende también la generación de una correspondencia de mejora armónica en base al segundo par de superficies.

20 En un modo de realización, la generación de la correspondencia de superficie comprende la generación de la correspondencia de superficie en base a un par de redes de curvas de características asociadas al par de superficies.

En un modo de realización, el método también comprende la recepción de un conjunto de limitaciones asociadas al par de superficies; y donde la generación de la correspondencia de volumen comprende la generación de la correspondencia de volumen en base al conjunto de limitaciones.

25 En un aspecto la presente invención proporciona un método implementado por ordenador para la generación de correspondencias para la transferencia de información entre recopilaciones de objetos, comprendiendo el método la recepción de una recopilación de mallas, teniendo la recopilación de mallas al menos 2 topologías; la generación de una correspondencia entre todos los pares en la recopilación de mallas; y la combinación de información asociada a una pluralidad de mallas en la recopilación de mallas en base a la correspondencia.

30 En un modo de realización la combinación de la información asociada a la pluralidad de mallas en la recopilación de mallas comprende la combinación de la forma asociada a dos o más mallas en la recopilación de mallas.

En un modo de realización la combinación de la información asociada a la pluralidad de mallas en la recopilación de mallas comprende la combinación de la geometría asociada a dos o más mallas en la recopilación de mallas.

En un modo de realización el método comprende también la generación de una malla de salida en base a la información combinada.

35 En un modo de realización, la generación de la correspondencia entre todos los pares en la recopilación de mallas comprende la generación de la correspondencia entre cada malla en la recopilación de mallas y una malla de salida en la recopilación de mallas.

En un modo de realización, la generación de la correspondencia entre todos los pares en la recopilación de mallas comprende la generación de la correspondencia en base a una o más funciones armónicas.

40 En un modo de realización, la generación de la correspondencia entre todas las pinturas en la recopilación de mallas comprende la generación de la correspondencia en base a un conjunto de redes de curvas de características asociadas a las mallas.

45 En un modo de realización, el conjunto de redes de curvas de características comprende al menos una curva de características que está definida por al menos un punto que se sitúa en el interior de una cara asociada a una de las mallas en la recopilación de mallas.

Un aspecto de la presente invención proporciona un método para detallar diferencias entre objetos, comprendiendo el método la recepción de una recopilación de mallas, teniendo la recopilación de mallas al menos 2 topologías; la generación de una correspondencia entre todos los pares en la recopilación de mallas; y la combinación de información asociada a una pluralidad de mallas en la recopilación de mallas en base a la correspondencia; la determinación de información de diferencia en base a la correspondencia; y el almacenamiento de la información de diferencia.

5

En un modo de realización, el almacenamiento de la información de diferencia comprende el almacenamiento de la información de diferencia como un mapa de relieve.

En un modo de realización, el almacenamiento de la información de diferencia comprende el almacenamiento de la información de diferencia como un conjunto de coeficientes de ondícula.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por ordenador para generar correspondencias para la transferencia de información entre objetos, comprendiendo el método:
 - 5 la recepción de una primera malla y una segunda malla;
 - la recepción de un par de redes de curvas de características asociadas a la primera malla y la segunda malla, al menos una curva de características en una primera red de curvas de características del par de redes de curvas de características creada por un usuario sobre la primera malla o cerca de la misma de forma separada de la geometría de la primera malla y en correspondencia de curva con al menos una curva de características en la segunda red de curvas de características del par de redes de curvas de características creada sobre la segunda malla o cerca de la misma por un usuario de forma separada de la geometría de la segunda malla,
 - 10 donde al menos una curva de características en al menos una red de curvas de características del par de redes de curvas de características está definida por medio de un punto que se sitúa en el interior de una cara asociada a una entre la primera malla o la segunda malla, o
 - 15 donde al menos una parte de las curvas de características en al menos una red de curvas de características en el par de redes de curvas de características se determina en respuesta a al menos una parametrización 2D asociada a una superficie de la primera malla o la segunda malla; y
 - 20 la generación de una correspondencia de superficie entre la al menos una superficie de la primera malla y al menos una superficie de la segunda malla en base a correspondencias de curva entre curvas de características en el par de redes de curvas de características.
 - , a través de lo cual se crea una correspondencia total entre todos los puntos de la malla fuente y
 - 25 todos los puntos de la malla de destino.
2. El método de la reivindicación 1 donde la generación de la correspondencia entre la primera y la segunda malla comprende la generación de información que define la correspondencia de modo que los datos correspondientes a un primer punto asociado a la primera malla se transfieran para corresponder con un segundo punto asociado a la segunda malla.
- 30 3. El método de la reivindicación 1 donde la generación de la correspondencia entre la primera y la segunda malla comprende la generación de la correspondencia en base a una o más funciones armónicas.
4. El método de la reivindicación 1 donde la recepción del par de redes de curvas de características comprende la recepción de una o más curvas de características definidas por un usuario asociadas a la primera o segunda red de curvas de características.
- 35 5. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
 - la transferencia de información asociada a la primera malla hacia la segunda malla en base a la correspondencia.
- 40 6. El método de la reivindicación 5 donde la transferencia de la información entre la primera malla y la segunda malla comprende la transferencia de uno o más entre datos de articulación, datos de sombreador, datos de iluminación, datos de simulación, geometría, información de remallado o información de mapa.
7. El método de la reivindicación 1 donde la segunda malla comprende la primera malla.
8. El método de la reivindicación 1, que también comprende:
 - 45 la actualización de un objeto en respuesta a la copia de información asociada a la primera malla hacia la segunda malla en base a la correspondencia.
9. El método de la reivindicación 1 donde la al menos una parte del par de redes de curvas de características se determina en respuesta a la información de parametrización que comprende un conjunto UV.

10. El método de la reivindicación 1 donde la al menos una parte del par de redes de curvas de características se determina en respuesta a la información de parametrización que comprende uno o más mapas.
- 5 11. El método de la reivindicación 1 donde la al menos una parte del par de redes de curvas de características se determina en respuesta a la información de parametrización que comprende parametrización armónica.
12. El método de la reivindicación 1 donde la generación de la correspondencia comprende la generación de un conjunto de mapas.
- 10 13. Un soporte legible por ordenador que tiene código informático para que controle que un ordenador lleva a cabo el método de cualquier reivindicación anterior.
14. Un sistema para la generación de correspondencias para la transferencia de información entre objetos, comprendiendo el sistema:
- 15 un procesador; y
una memoria acoplada al procesador, estando configurada la memoria para almacenar un conjunto de instrucciones que, cuando se ejecutan por medio del procesador, son operativas con el procesador para llevar a cabo un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

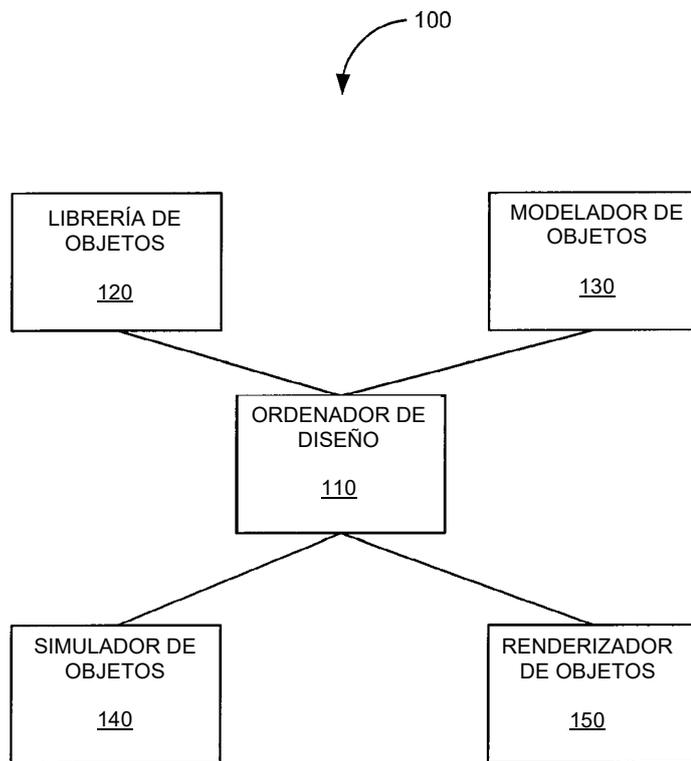


FIG. 1

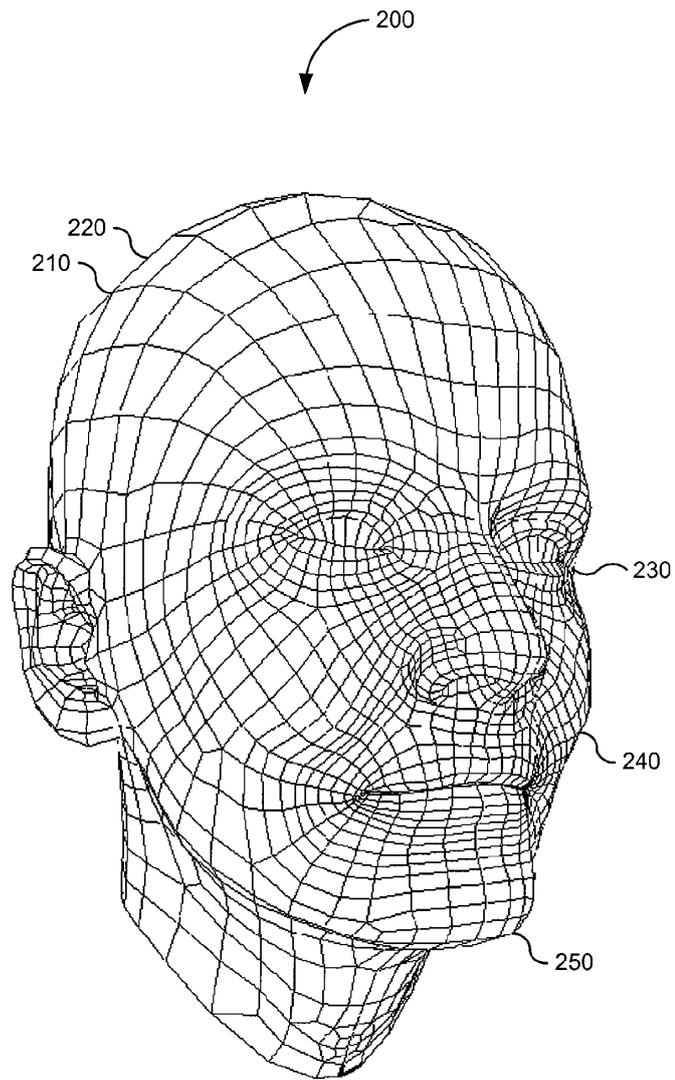


FIG. 2

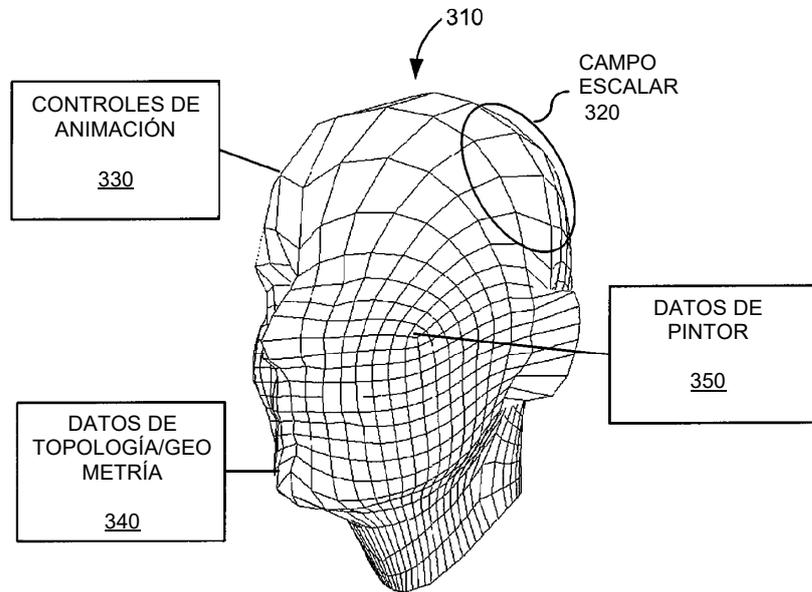


FIG. 3A

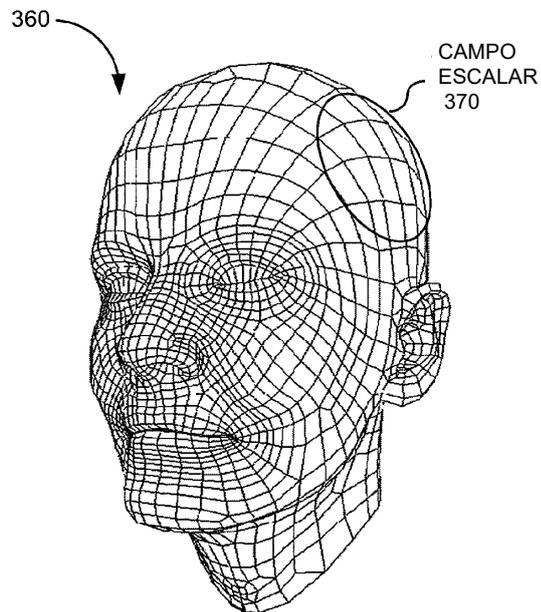


FIG. 3B

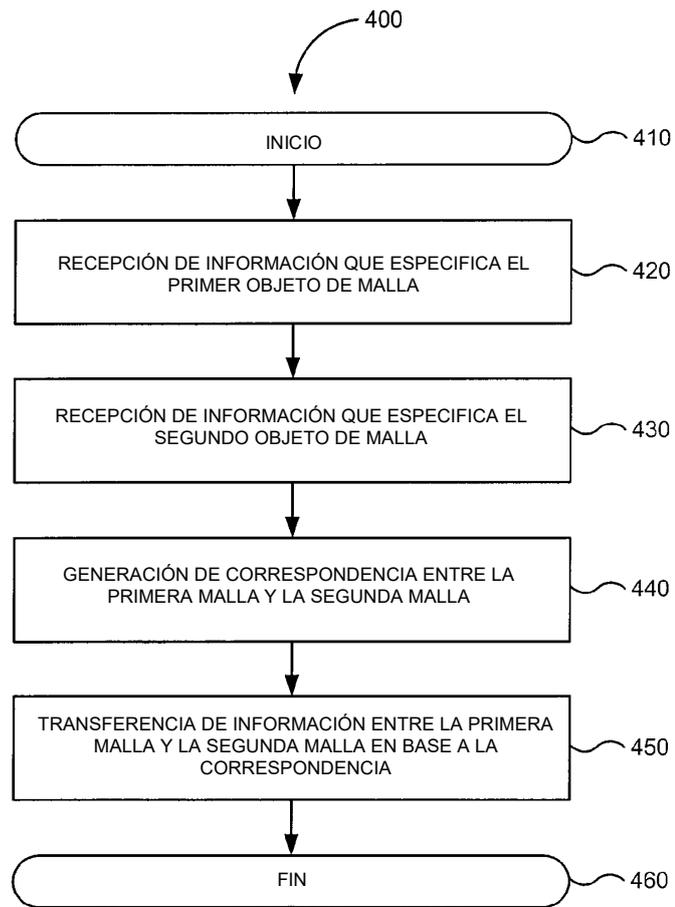


FIG. 4

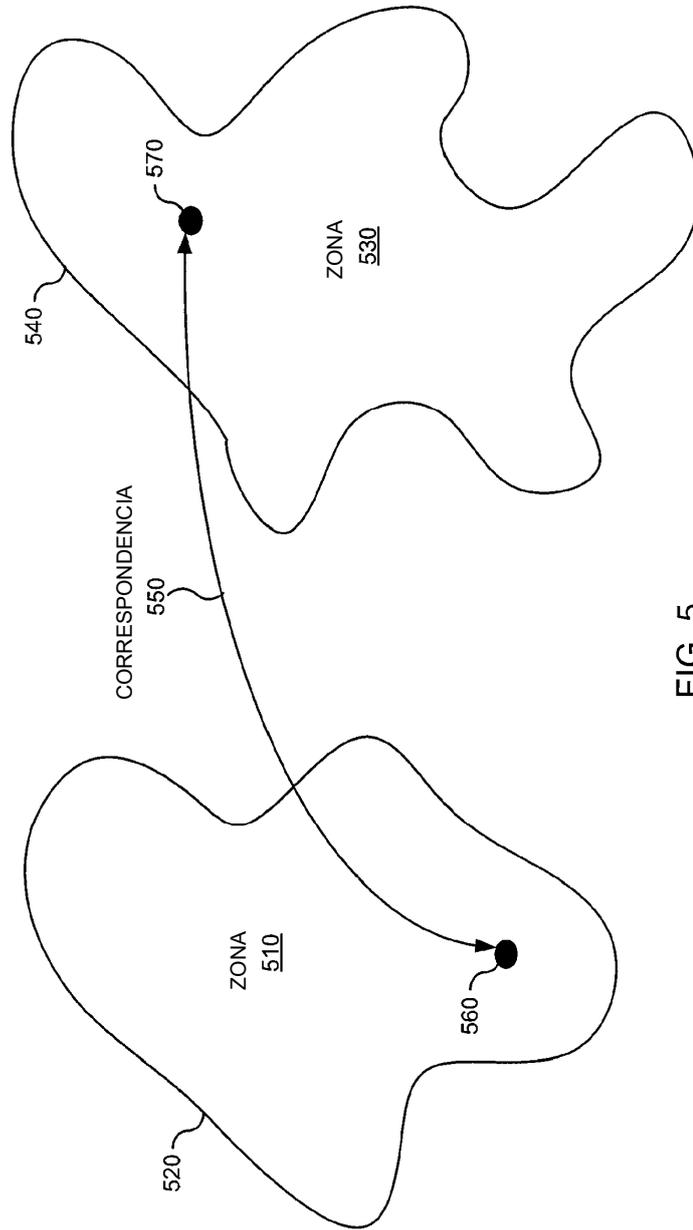


FIG. 5

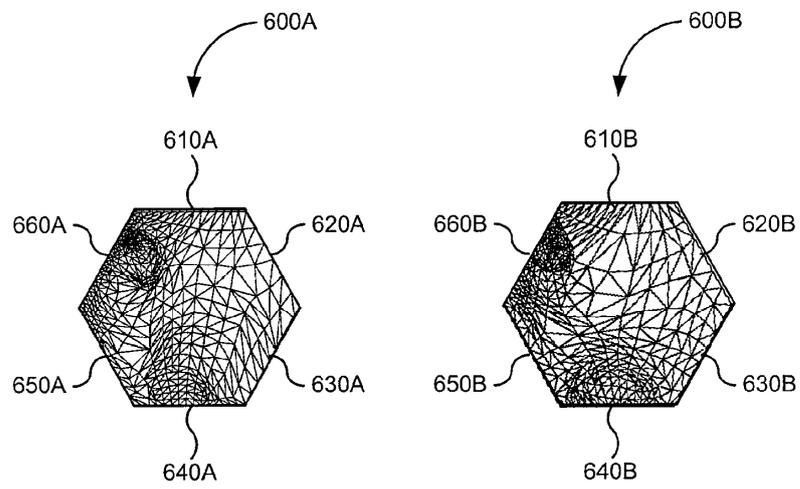


FIG. 6

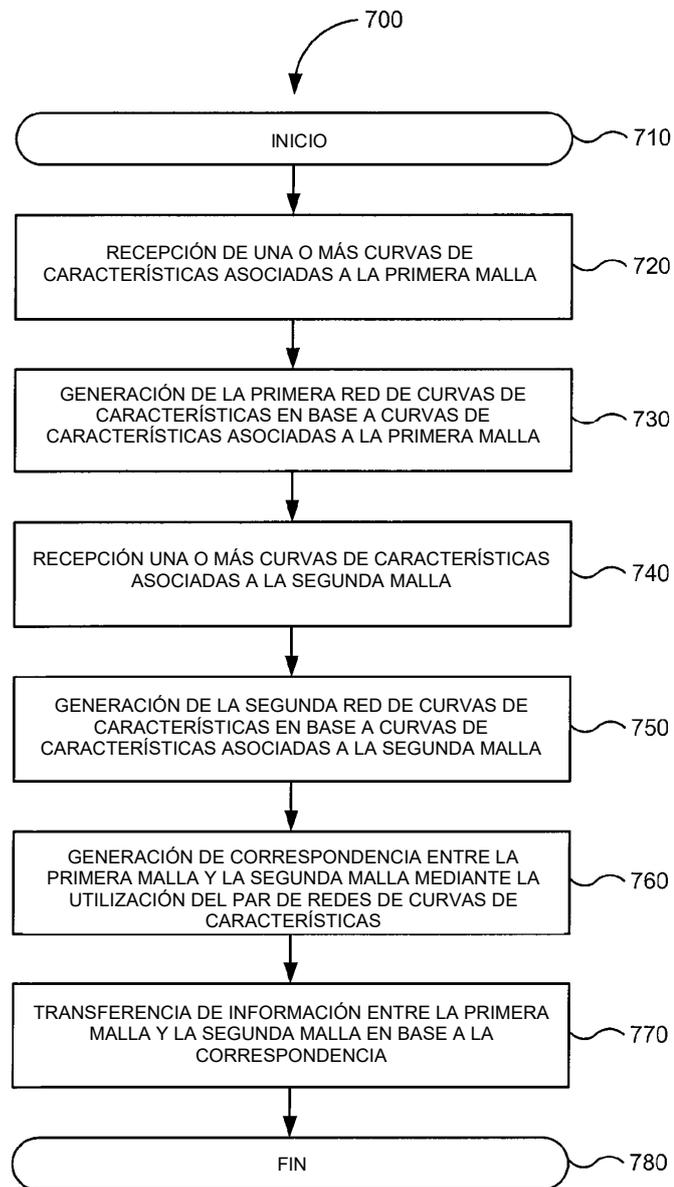


FIG. 7

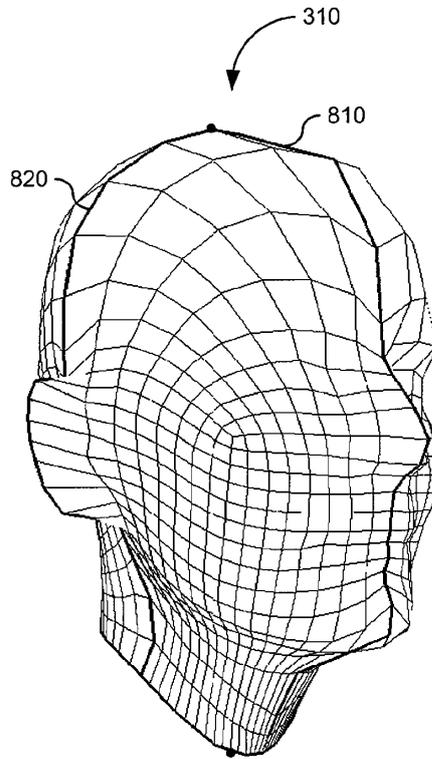


FIG. 8A

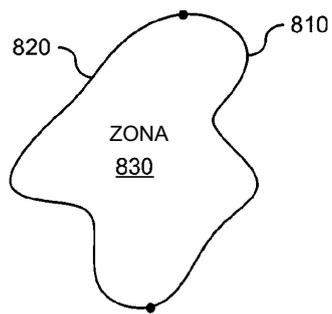


FIG. 8B

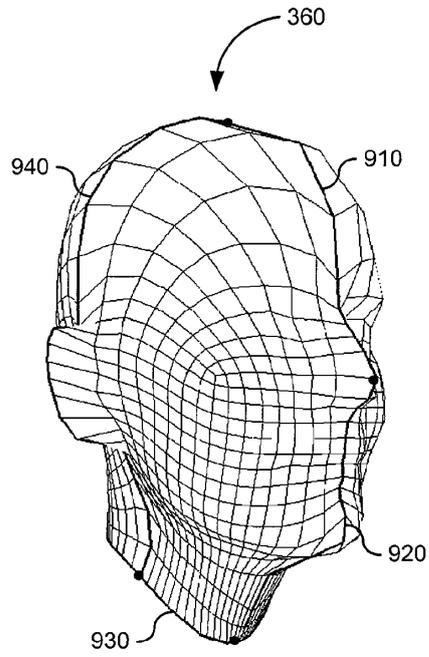


FIG. 9A

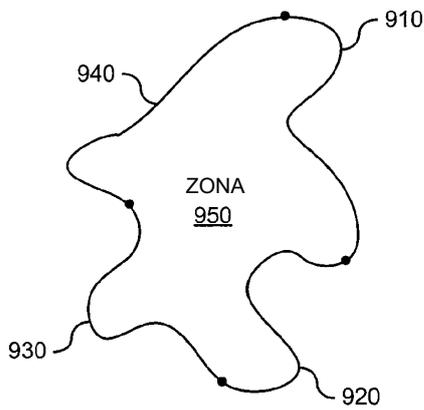


FIG. 9B

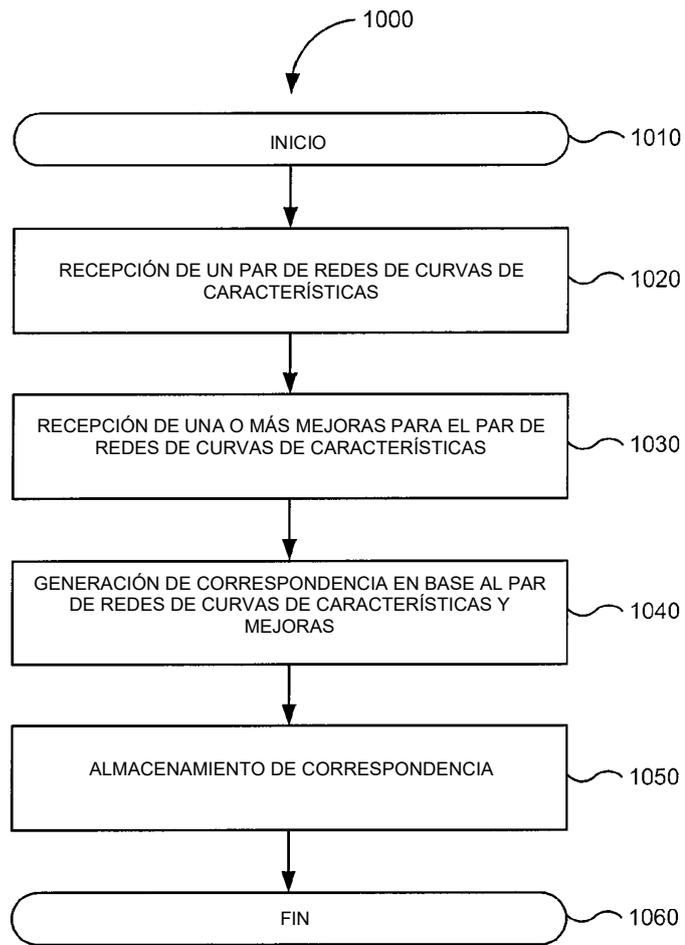


FIG. 10

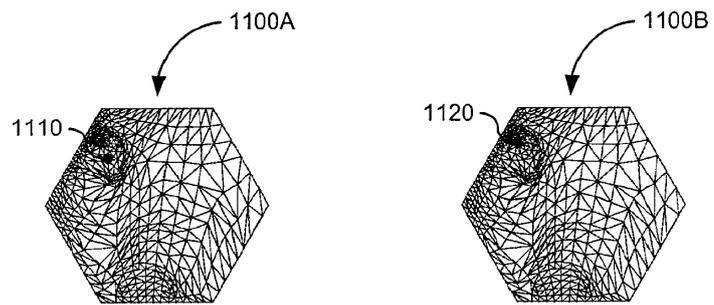


FIG. 11A

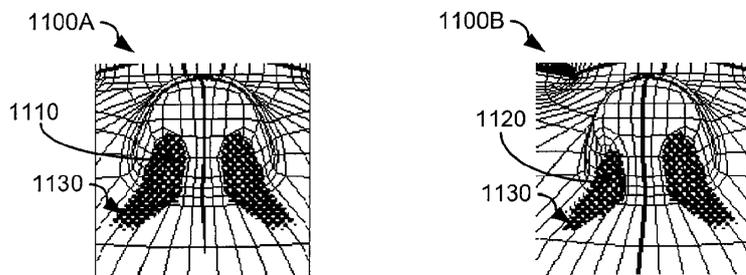


FIG. 11B

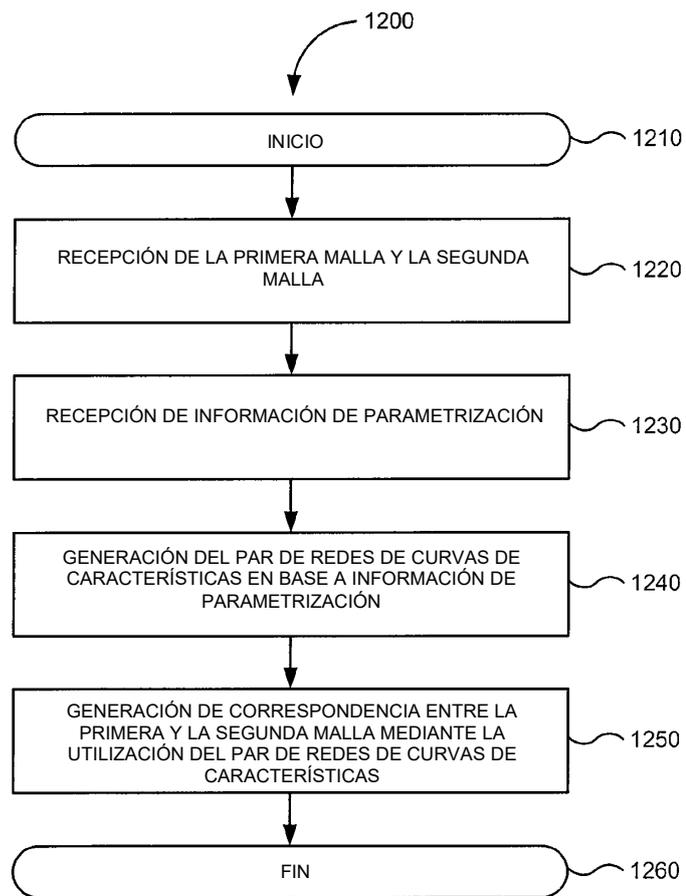


FIG. 12

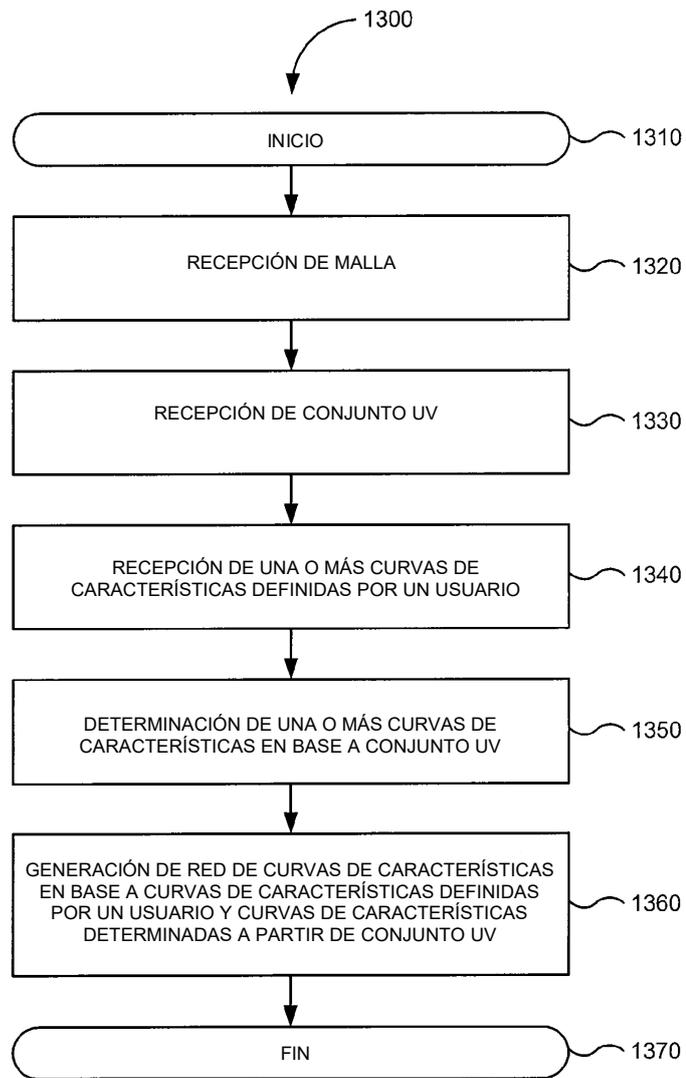


FIG. 13

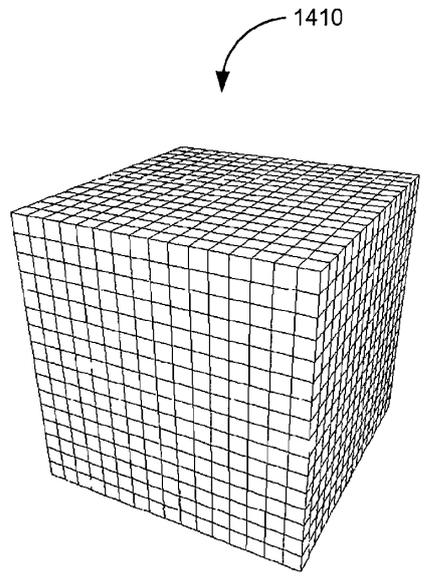


FIG. 14A

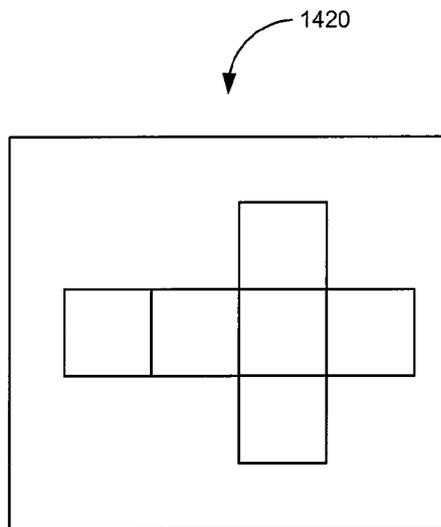


FIG. 14B

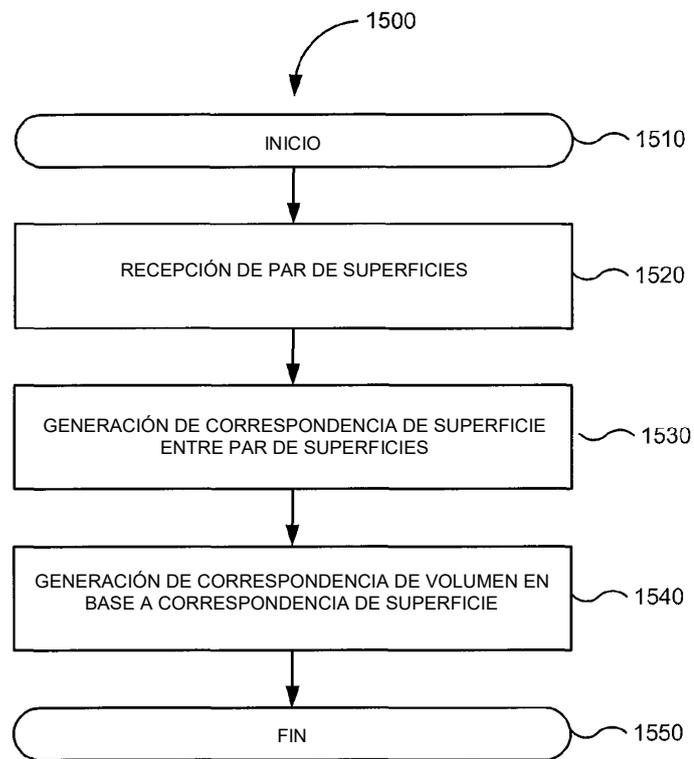


FIG. 15

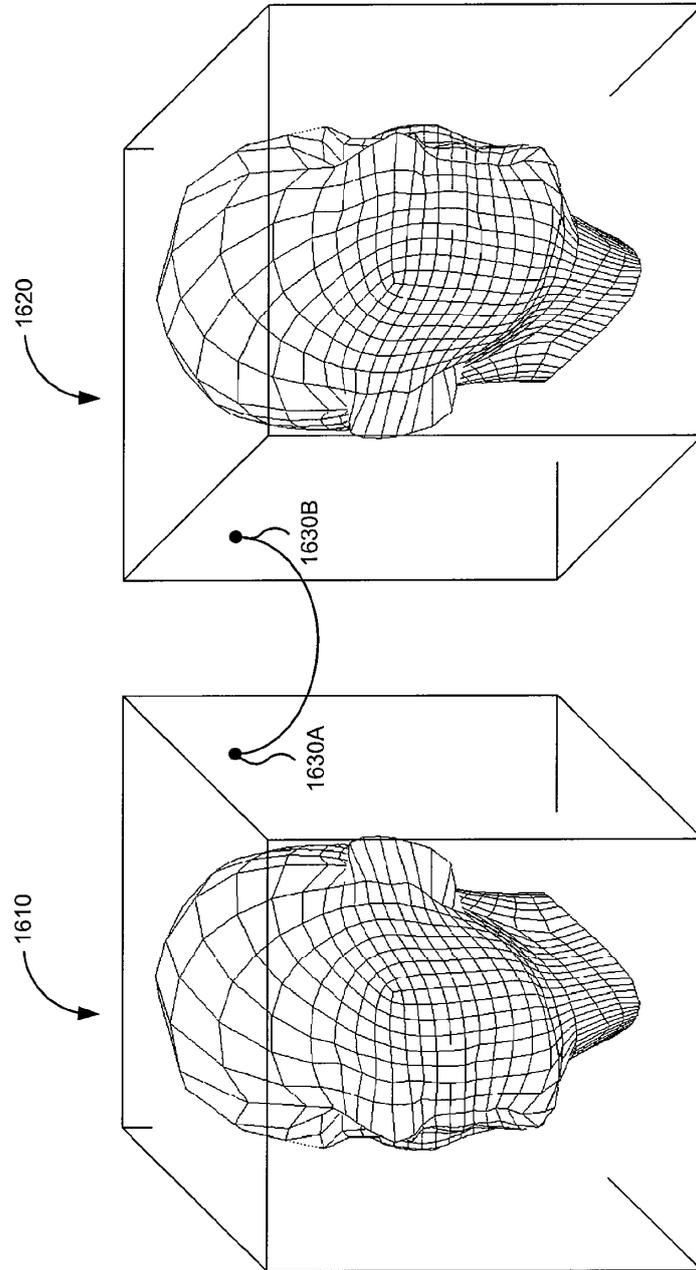


FIG. 16

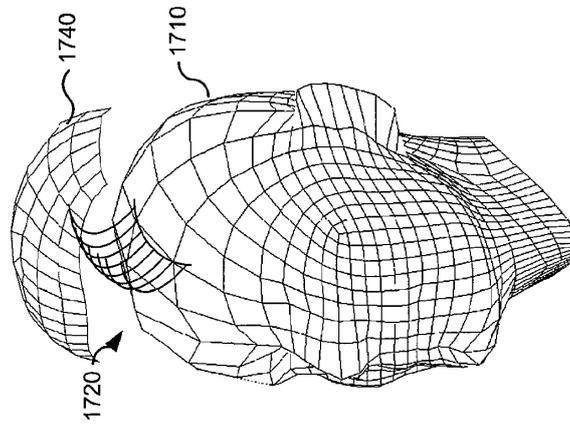
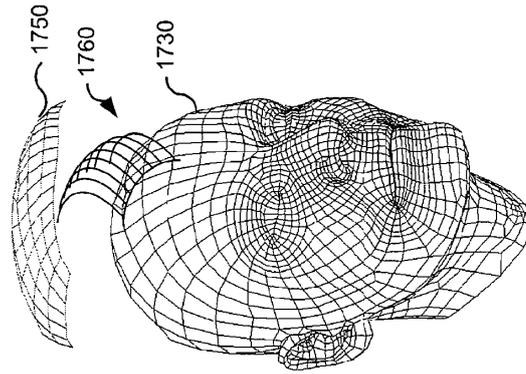


FIG. 17

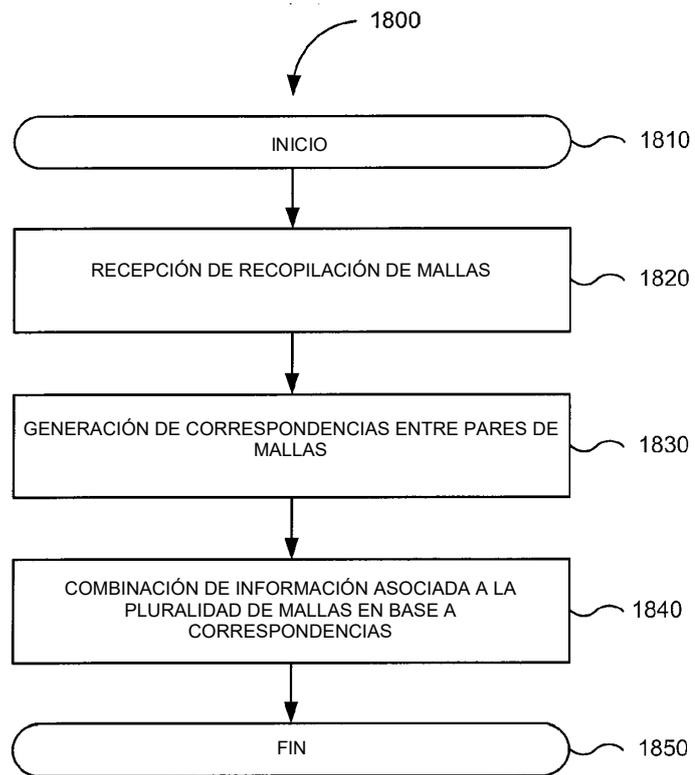


FIG. 18

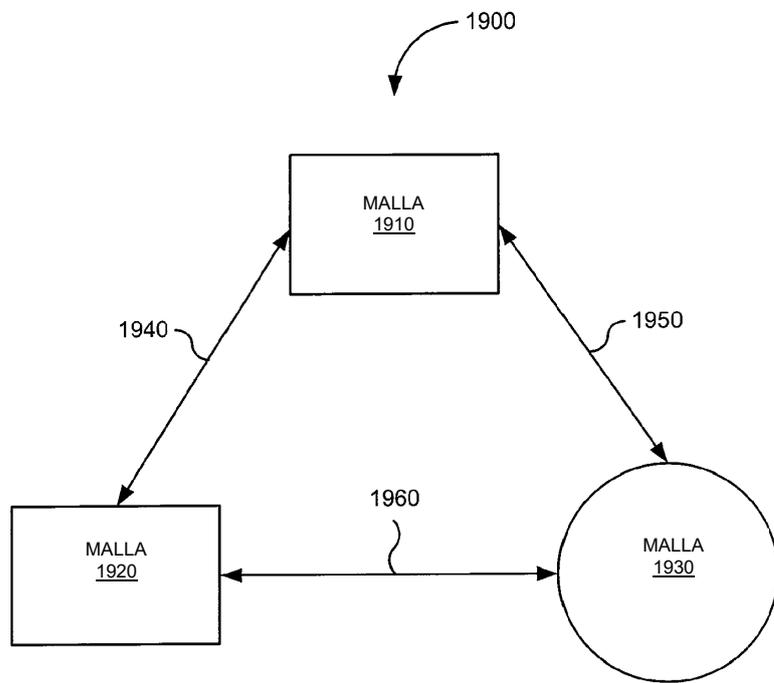


FIG. 19

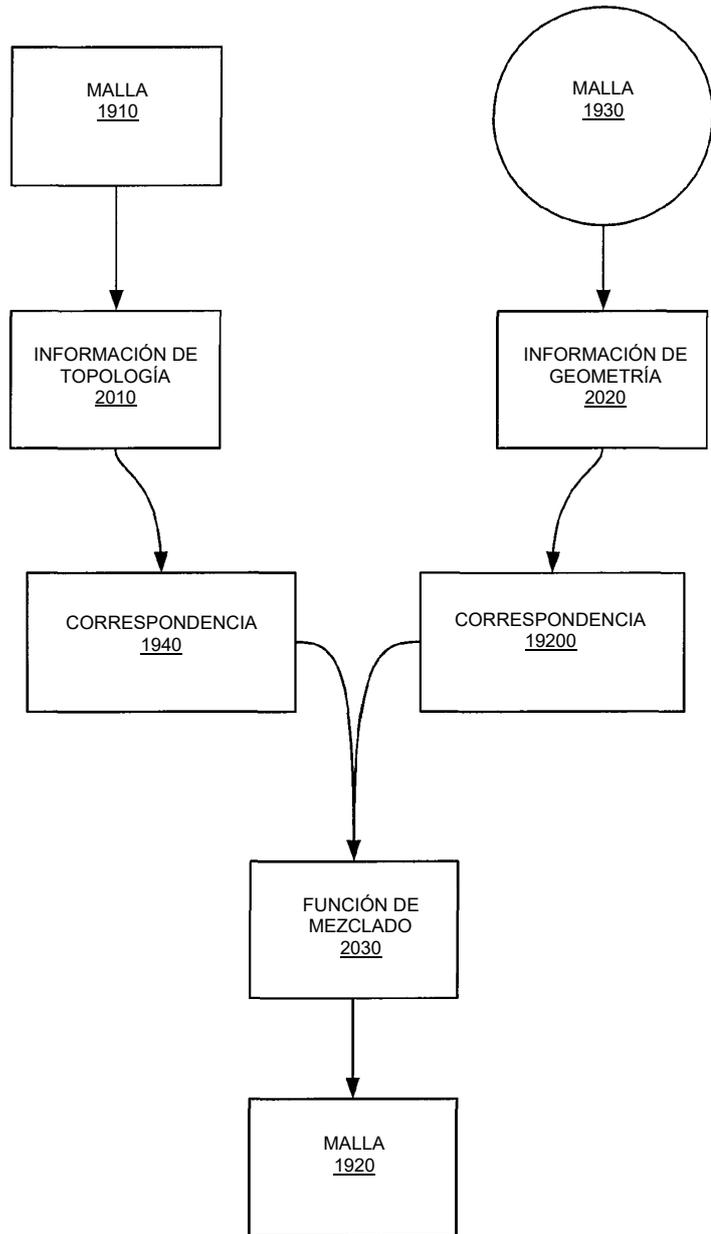


FIG. 20

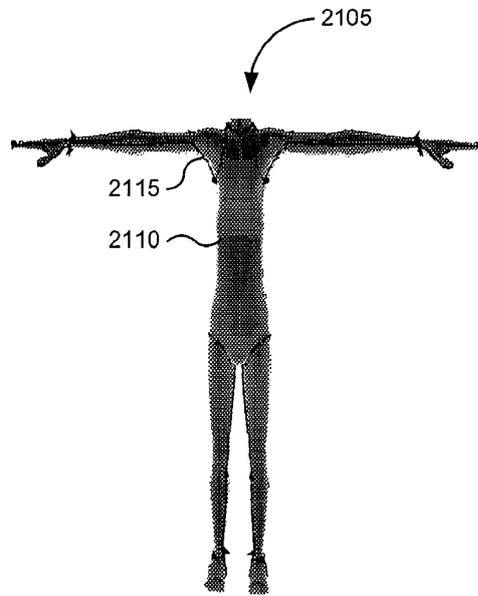


FIG. 21A

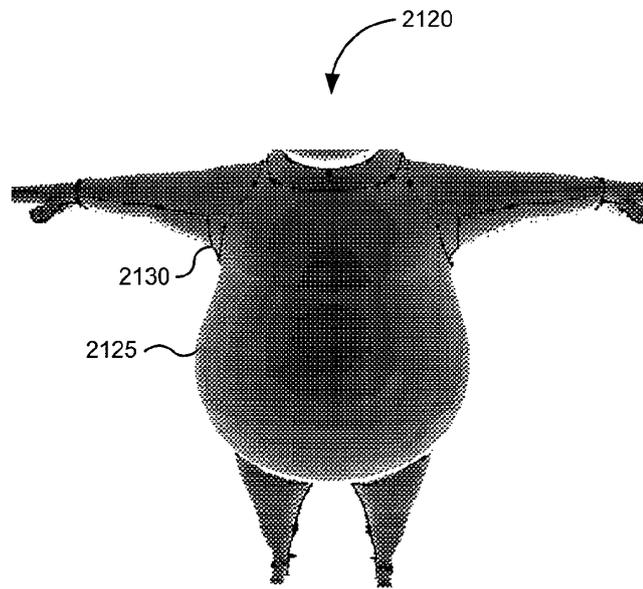


FIG. 21B

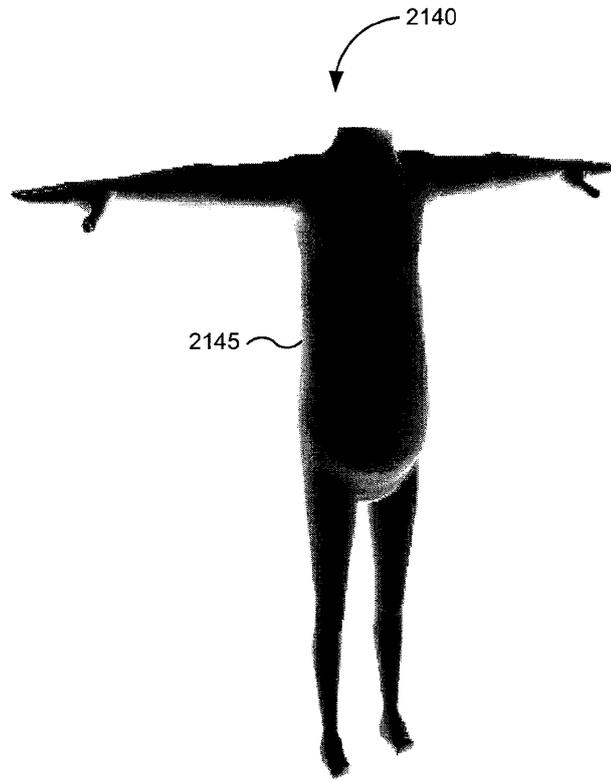


FIG. 21C

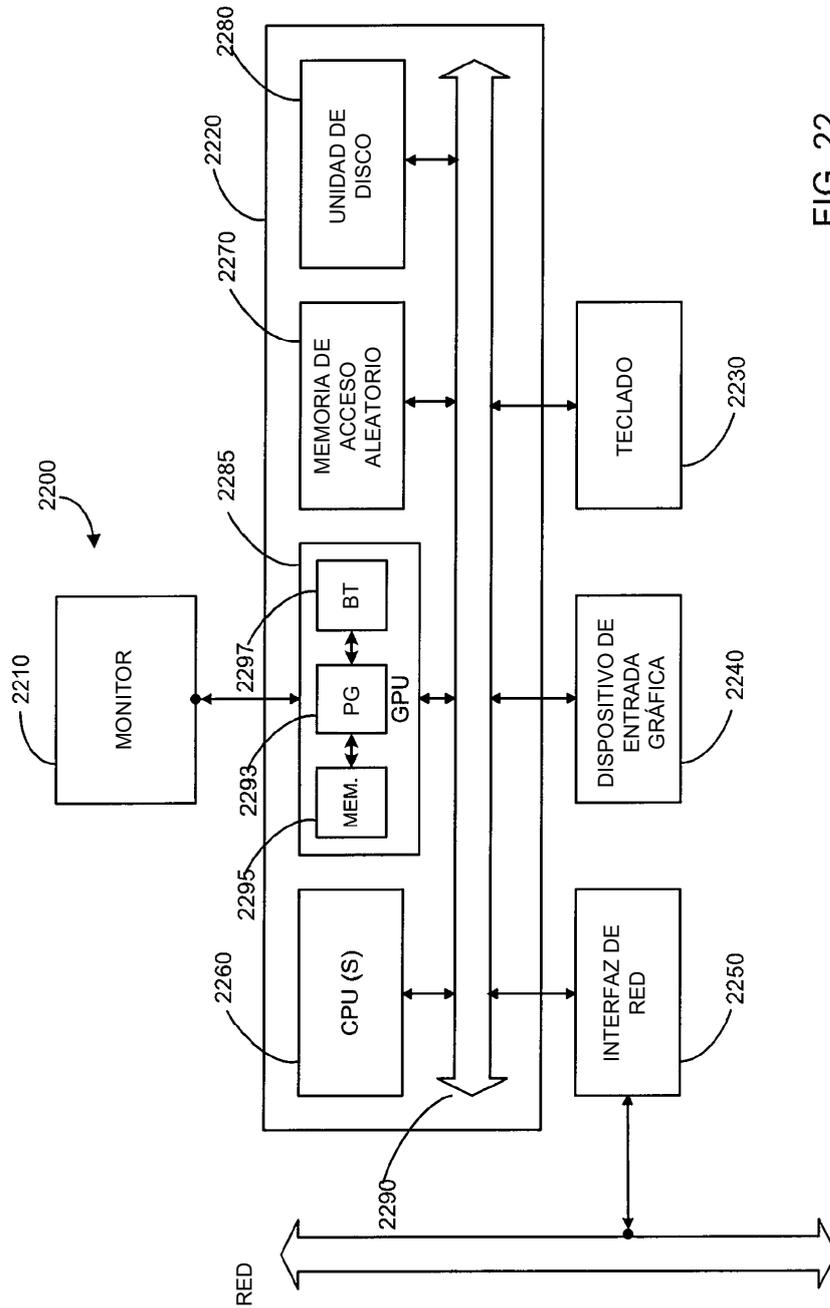


FIG. 22