

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 489**

51 Int. Cl.:

G06T 15/20

(2011.01)

G06T 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2016 PCT/US2016/025019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16195792**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2016 E 16718548 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020 EP 3304498**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para producir una vista combinada de cámaras de ojo de pez**

30 Prioridad:

02.06.2015 US 201562170075 P

30.11.2015 US 201514954357

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

17.06.2021

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

ZHANG, TAO;

GUO, FENG;

BI, NING;

FORUTANPOUR, BIJAN y

NGUYEN, PHI HUNG

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 834 489 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

Sistemas y procedimientos para producir una vista combinada de cámaras de ojo de pez

5 **SOLICITUD RELACIONADA**

[0001] Esta solicitud está relacionada con, y reivindica prioridad de, la Solicitud de Patente Provisional Estadounidense con N° de Serie 62/170,075 presentada el 2 de junio de 2015, para "SYSTEMS AND METHODS FOR SURROUND VIEW GENERATION FROM FISHEYE CAMERAS [SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA GENERACIÓN DE VISTA ENVOLVENTE A PARTIR DE CÁMARAS DE OJO DE PEZ]".

CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

[0002] La presente divulgación se refiere en general a dispositivos electrónicos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a sistemas y procedimientos para producir una vista combinada de cámaras de ojo de pez.

ANTECEDENTES

[0003] Algunos dispositivos electrónicos (por ejemplo, cámaras, videocámaras, cámaras digitales, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores, televisores, automóviles, cámaras personales, cámaras portátiles, dispositivos de realidad virtual (por ejemplo, auriculares), dispositivos de realidad aumentada (por ejemplo, auriculares), dispositivos de realidad mixta (por ejemplo, auriculares), cámaras de acción, cámaras de vigilancia, cámaras montadas, cámaras conectadas, robots, drones, aplicaciones inteligentes, equipos de atención médica, decodificadores, etc.) capturan y/o utilizan imágenes. Por ejemplo, un teléfono inteligente puede capturar y/o procesar imágenes fijas y/o de video. Las imágenes se pueden procesar, mostrar, almacenar y/o transmitir. Las imágenes pueden representar una escena que incluya un paisaje y/u objetos, por ejemplo.

[0004] En algunos casos las imágenes pueden estar distorsionadas. Por ejemplo, las imágenes se pueden representar de una manera que distorsione el paisaje y/o los objetos en la imagen. Las distorsiones pueden ser particularmente perceptibles en algunos escenarios, tal como cuando se emplean lentes gran angular. Como se puede observar a partir de este análisis, pueden ser beneficiosos los sistemas y procedimientos que mejoren la utilización y/o eficacia de procesamiento de imágenes gran angular. El documento US2013/0100132 divulga la proyección de imágenes desde diferentes puntos de vista a diferentes esferas. Sin embargo, surge un problema en la combinación de imágenes de diferentes esferas si no se puede recurrir a la sincronización proporcionada en la visualización estereoscópica.

BREVE EXPLICACIÓN

[0005] La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Las referencias en esta descripción a cualquier divulgación no cubierta por las reivindicaciones se deben interpretar como dirigidas a ejemplos y no a un modo de realización de la invención. También se describe un dispositivo electrónico. El dispositivo electrónico incluye un procesador. El procesador está configurado para obtener imágenes de una pluralidad de cámaras. El procesador también está configurado para proyectar cada imagen en una conformación tridimensional (3D) respectiva para cada cámara. El procesador está configurado además para generar una vista combinada de las imágenes.

[0006] El procesador se puede configurar para rotar al menos una de las conformaciones 3D para alinear aproximadamente una imagen correspondiente con una dirección. El procesador se puede configurar para rotar al menos una de las conformaciones 3D para compensar la inclinación de una cámara correspondiente.

[0007] El procesador se puede configurar para proyectar al menos una parte de cada conformación 3D en una conformación 3D común que encierra todas las conformaciones 3D asociadas con las cámaras. El procesador se puede configurar para proyectar al menos una parte de la conformación 3D común en un plano común. El procesador se puede configurar para proyectar la conformación 3D común desde un polo norte de la conformación 3D común al plano común. El plano común puede ser aproximadamente paralelo al suelo.

[0008] El procesador se puede configurar para alinear las imágenes proyectadas al plano común. El procesador se puede configurar para determinar si un error de alineación excede un umbral predeterminado.

[0009] El procesador se puede configurar para determinar al menos una unión entre imágenes contiguas y recortar las imágenes para producir una imagen combinada. El procesador se puede configurar para proyectar la imagen combinada en una conformación.

[0010] Las cámaras se pueden instalar en un vehículo. El procesador se puede configurar para presentar la vista combinada en el vehículo. Las imágenes pueden ser imágenes gran angular y las cámaras pueden ser cámaras

gran angular.

[0011] También se describe un procedimiento. El procedimiento incluye la obtención de imágenes de una pluralidad de cámaras. El procedimiento también incluye proyectar cada imagen en una conformación tridimensional (3D) respectiva para cada cámara. El procedimiento incluye además generar una vista combinada de las imágenes.

[0012] También se describe un producto de programa informático. El producto de programa informático incluye un medio tangible no transitorio legible por ordenador con instrucciones. Las instrucciones incluyen un código para hacer que un dispositivo electrónico obtenga imágenes de una pluralidad de cámaras. Las instrucciones también incluyen un código para hacer que el dispositivo electrónico proyecte cada imagen en una conformación tridimensional (3D) respectiva para cada cámara. Las instrucciones también incluyen código para hacer que el dispositivo electrónico genere una vista combinada a partir de las imágenes.

[0013] También se describe un aparato. El aparato incluye medios para obtener imágenes de una pluralidad de cámaras. El aparato también incluye medios para proyectar cada imagen en una conformación tridimensional (3D) respectiva para cada cámara. El aparato incluye además medios para generar una vista combinada a partir de las imágenes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0014]

La figura 1 ilustra un ejemplo de imágenes de ojo de pez capturadas por cuatro cámaras de ojo de pez;

La figura 2 ilustra un ejemplo de una vista combinada generada a partir de las imágenes de ojo de pez de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo electrónico en el que se pueden implementar sistemas y procedimientos para producir una vista combinada;

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento para producir una vista combinada;

la figura 5 muestra un ejemplo de un ángulo de inclinación de una cámara;

La figura 6 es un ejemplo de imágenes de ojo de pez que ilustra algunas de las dificultades de combinar múltiples imágenes de ojo de pez de cámaras de ojo de pez con diferentes localizaciones;

La figura 7 ilustra un ejemplo de proyección de una imagen de ojo de pez en una conformación tridimensional (3D);

La figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una conformación 3D común de acuerdo con los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento;

La figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de proyección de conformaciones 3D sobre una conformación 3D común;

La figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo más específico de una proyección de conformaciones 3D sobre una conformación 3D común;

La figura 11 es un diagrama que ilustra otro ejemplo más específico de una proyección de conformaciones 3D sobre una conformación 3D común;

La figura 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una conformación 3D común que se proyecta a un plano común;

La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración más específica de un procedimiento para producir una vista combinada;

La figura 14 ilustra un ejemplo de cuatro imágenes de ojo de pez de entrada de cuatro cámaras de ojo de pez;

La figura 15 ilustra un ejemplo de una imagen de ojo de pez en un plano;

La figura 16 ilustra otro ejemplo de una imagen de ojo de pez en un plano;

La figura 17 ilustra otro ejemplo de una imagen de ojo de pez en un plano;

La figura 18 ilustra un ejemplo de imágenes de ojo de pez en un plano común;

5 La figura 19 ilustra otro ejemplo de imágenes de ojo de pez en un plano común;

La figura 20 ilustra un ejemplo de una vista combinada en un plano común;

La figura 21 ilustra otro ejemplo de una vista combinada;

10 La figura 22 ilustra otro ejemplo de una vista combinada; y

La figura 23 ilustra determinados componentes que se pueden incluir dentro de un dispositivo electrónico configurado para implementar diversas configuraciones de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0015]** Algunas configuraciones de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento pueden proporcionar una generación de vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) de cámaras. Los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se pueden aplicar junto con una variedad de cámaras, lentes y/o imágenes. Por ejemplo, se pueden utilizar una o más cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio (FOV), cámaras de ojo de pez, cámaras normales y/o cámaras de enfoque largo (por ejemplo, telefoto) para proporcionar una o más imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez, imágenes curvadas, imágenes esféricas, imágenes hemisféricas, imágenes normales, imágenes de enfoque largo, etc. Por ejemplo, las imágenes pueden ser imágenes bidimensionales (2D) gran angular, apariencia y/o propiedades de campo de visión amplio, de ojo de pez, curvado, esférico, hemisférico, normal y/o de enfoque largo (por ejemplo, distorsión de la perspectiva, campo de visión expandido, distorsión insignificante o nula, campo de visión contraído, aumento, etc.). Una cámara gran angular puede incluir al menos una lente gran angular, una cámara de campo de visión amplio puede incluir al menos una lente de campo de visión amplio, una cámara ojo de pez puede incluir al menos una lente de ojo de pez, una cámara normal puede incluir al menos una lente normal y/o una cámara de enfoque largo pueden incluir al menos una lente de enfoque largo. Las cámaras normales y/o las lentes normales pueden producir imágenes normales, que no aparecen distorsionadas (o que solo tienen una distorsión insignificante). Las lentes gran angular y las lentes de campo de visión amplio (por ejemplo, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio) pueden tener distancias focales más cortas que las lentes normales y/o pueden producir imágenes con un campo de visión ampliado. Las lentes gran angular y las lentes de campo de visión amplio (por ejemplo, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio) pueden producir imágenes con distorsión de perspectiva, donde la imagen aparece curvada (por ejemplo, las líneas rectas en una escena aparecen curvadas en una imagen capturada con una lente gran angular o de campo de visión amplio). Por ejemplo, las lentes gran angular y/o las lentes de campo de visión amplio pueden producir imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes curvadas, imágenes esféricas, imágenes hemisféricas, imágenes de ojo de pez, etc. Lentes de enfoque largo y/o cámaras de enfoque largo pueden producir imágenes con un campo de visión contraído y/o que aparecen ampliadas.

45 **[0016]** Como se usa en el presente documento, una "cámara de ojo de pez" puede ser un ejemplo de una cámara gran angular y/o de campo de visión amplio (FOV). Por ejemplo, una cámara de ojo de pez puede producir imágenes con un ángulo de visión entre aproximadamente 100 y 180 grados. Por ejemplo, muchas lentes de ojo de pez pueden tener un campo de visión superior a 100 grados. Algunas lentes de ojo de pez tienen un campo de visión de al menos 140 grados. Por ejemplo, algunas lentes de ojo de pez usadas en el contexto del sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS) pueden tener campos de visión de 140 grados o más. En una configuración, una lente ojo de pez tiene un campo de visión de 185 grados. Las lentes de ojo de pez pueden producir imágenes que son panorámicas y/o aproximadamente esféricas (por ejemplo, hemisféricas) en apariencia. Las cámaras de ojo de pez pueden generar imágenes con grandes distorsiones. Por ejemplo, algunas líneas horizontales en una escena capturada por una cámara de ojo de pez pueden parecer curvadas en lugar de rectas. En consecuencia, las lentes de ojo de pez pueden presentar distorsión y/o campos de visión grandes en comparación con otras lentes (por ejemplo, cámaras normales).

60 **[0017]** Cabe señalar que varios ejemplos de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se pueden describir en términos de lentes de ojo de pez, cámaras de ojo de pez y/o imágenes de ojo de pez. Cabe señalar que los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se pueden aplicar adicionalmente o de forma alternativa junto con una o más lentes normales, lentes gran angular, lentes de campo de visión amplio, lentes de enfoque largo, cámaras normales, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras de enfoque largo, imágenes normales, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio y/o imágenes de enfoque largo, etc. En consecuencia, ejemplos que se refieren a una o más "cámaras de ojo de pez", "lentes de ojo de pez" y/o "imágenes de ojo de pez" pueden divulgar adicionalmente o de forma alternativa otros ejemplos correspondientes con lentes normales, lentes gran angular, lentes de campo de visión amplio, lentes de enfoque

largo, cámaras normales, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras de enfoque largo, imágenes normales, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio y/o imágenes de enfoque largo, etc., en lugar de cámaras de ojo de pez, lentes de ojo de pez y/o imágenes de ojo de pez. Las referencias generales a una o más "cámaras" se pueden referir a cualquiera o todas las cámaras normales, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras de ojo de pez y/o cámaras de enfoque largo, etc. Referencias generales a una o más "lentes" o "sistemas ópticos" se pueden referir a cualquiera o todos las lentes normales, lentes gran angular, lentes de campo de visión amplio, lentes de ojo de pez y/o lentes de enfoque largo, etc. Las referencias generales a una o más "imágenes" se pueden referir a cualquier o todas las imágenes normales, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez y/o imágenes de enfoque largo.

[0018] Los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se pueden aplicar en muchos contextos, dispositivos y/o sistemas. Por ejemplo, los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se pueden implementar en dispositivos electrónicos, vehículos, drones, cámaras, ordenadores, sistemas de seguridad, dispositivos portátiles (por ejemplo, cámaras de acción), aviones, barcos, vehículos recreativos, dispositivos de realidad virtual (VR) (por ejemplo, auriculares de realidad virtual), dispositivos de realidad aumentada (AR) (por ejemplo, auriculares de realidad aumentada), etc.

[0019] Las cámaras de ojo de pez se pueden instalar en múltiples posiciones. Por ejemplo, se pueden situar cuatro cámaras con una cámara en la parte frontal, una a la izquierda, una a la derecha y una en la parte trasera de un vehículo. Diferentes cámaras de ojo de pez pueden tener diferentes ángulos de inclinación. Las imágenes de ojo de pez de las cámaras de ojo de pez pueden tener regiones superpuestas. En algunas configuraciones, se pueden instalar y usar más o menos de cuatro cámaras para generar la vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) de 360 grados o menos de 360 grados. Una vista combinada puede ser una combinación de imágenes que proporcione un ángulo de visión mayor que cada imagen individual por sí sola. Una vista envolvente puede ser una vista combinada que envuelve parcial o totalmente un objeto (por ejemplo, vehículo, dron, edificio, etc.). En algunas configuraciones, la vista combinada (por ejemplo, la vista envolvente) generada a partir de las cámaras con campo de visión amplio se puede usar para generar una vista combinada tridimensional (3D) (por ejemplo, vista envolvente). Cómo conectar las imágenes de salida de múltiples cámaras de ojo de pez para generar una vista combinada (por ejemplo, una vista envolvente clara de campo de visión amplio (tal como 360 grados)) presenta un problema desafiante.

[0020] La combinación de imágenes se puede denominar unión de imágenes (por ejemplo, unión panorámica). La generación de vistas envolventes puede estar asociada con problemas de unión panorámica. La unión panorámica puede funcionar cuando las imágenes se capturan con una cámara giratoria. La unión panorámica puede ser más desafiante con múltiples cámaras (por ejemplo, cámaras de ojo de pez) debido a las distorsiones de la imagen y una línea de base amplia. La distorsión se puede introducir por la(s) cámara(s) de ojo de pez, mientras que la línea de base amplia se puede deber a la colocación de cámaras en diferentes posiciones. En estos casos, es posible que las cámaras no se modelen como una cámara giratoria.

[0021] Un enfoque consiste en eliminar la distorsión de las imágenes de ojo de pez total o parcialmente y a continuación aplicar unión panorámica a las imágenes. Sin embargo, este enfoque puede no permitir una buena unión debido a la borrosidad (por ejemplo, regiones superpuestas borrosas) causado por la eliminación de distorsión y las dificultades causadas por una línea de base amplia. Por ejemplo, las imágenes no distorsionadas pueden tener regiones superpuestas borrosas, que pueden ser difíciles de unir correctamente.

[0022] En otro enfoque, se puede eliminar la deformación de las imágenes y a continuación se puede aplicar unión panorámica. Por ejemplo, se puede eliminar la deformación de las imágenes para eliminar algunas distorsiones en la dirección vertical y, a continuación, las imágenes se pueden unir. Este enfoque puede funcionar para algunas configuraciones de cámara, pero puede fallar para otras configuraciones de cámara. Por ejemplo, puede resultar difícil eliminar la deformación de las imágenes para permitir una unión exitosa. Además, la generación de la imagen puede cortar grandes partes de las regiones de cielo y suelo. La imagen generada puede ser una imagen de tira (por ejemplo, rectangular), donde la primera imagen no está conectada a la última imagen.

[0023] Otro enfoque puede ser producir una esfera de vista completa a partir de una cámara de ojo de pez. Este enfoque solo puede funcionar bien para cámaras giratorias.

[0024] De acuerdo con los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, las cámaras de ojo de pez se pueden modelar como una conformación 3D (por ejemplo, una esfera, esferoide, conformación esférica, elipsoide, poliedro, prisma trapezoidal, caja, cubo, prisma rectangular, etc.). Se pueden proyectar múltiples imágenes de ojo de pez generadas por cámaras de ojo de pez con líneas de base amplias en conformaciones 3D independientes. Por ejemplo, debido a la línea de base amplia que existe entre las cámaras de ojo de pez contiguas, cada cámara de ojo de pez se puede modelar como una conformación 3D separada (por ejemplo, una esfera) con diferentes localizaciones 3D y/o posiblemente diferentes radios (que pueden estar relacionados con la distancia focal de la lente de ojo de pez). Cada una de las conformaciones 3D puede tener ángulos de inclinación similares y/o puede apuntar hacia cada una de las direcciones de la cámara (por ejemplo, hacia adelante, izquierda,

derecha, atrás, etc.). Se puede encontrar una conformación 3D común que encierra las conformaciones 3D separadas. Por ejemplo, cada esfera pequeña (correspondiente a una cámara de ojo de pez separada, por ejemplo) puede estar encerrada por una esfera común. Las imágenes de las pequeñas conformaciones 3D se pueden proyectar a esta conformación 3D común. Por ejemplo, las esferas pequeñas se pueden proyectar a la esfera común. Cabe señalar que "común" en este contexto significa que la conformación 3D común es común a múltiples conformaciones 3D. Por ejemplo, las múltiples conformaciones 3D se pueden proyectar en una única conformación 3D común.

[0025] Sin salidas de línea de base amplia, la imagen proyectada se puede unir bien en la conformación 3D común. Con una línea de base amplia, es posible que la imagen no coincida bien. Para alinear mejor las imágenes, se puede realizar una proyección adicional (desde el polo norte de la esfera común, por ejemplo) a un plano común paralelo al suelo. En el suelo común, estas imágenes (por ejemplo, imágenes proyectadas) se pueden alinear y unir para obtener una imagen de campo de visión amplio (FOV) (por ejemplo, vista combinada, vista envolvente, etc.). Una vez que la imagen de campo de visión amplio está en el plano común, se pueden tomar pasos opcionales para transformarla en una esfera u otra estructura 3D para obtener uno o más efectos 3D. Por ejemplo, la imagen en un terreno común se puede proyectar en una esfera para producir un efecto 3D.

[0026] Algunos beneficios de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento pueden incluir el manejo de múltiples cámaras de ojo de pez con líneas de base grandes y/o diferentes ángulos de inclinación. Los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento pueden mantener casi todo el contenido de la imagen (tal como el cielo y el suelo) de las imágenes de ojo de pez originales.

[0027] Algunos problemas surgen en el contexto de un sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS). Por ejemplo, un ADAS puede generar una vista de pájaro, que es una vista desde arriba del automóvil hasta el suelo alrededor del automóvil. La vista de pájaro generalmente puede mostrar buenos resultados en vistas desde el suelo. Sin embargo, otros objetos por encima del suelo pueden estar muy distorsionados (por ejemplo, aplanados). Algunos enfoques pueden generar imágenes de vista completa a partir de imágenes de ojo de pez capturadas por una cámara giratoria. Nuevamente, debido al problema de la línea de base amplia, es posible que estos enfoques no funcionen bien.

[0028] Cabe señalar que los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se pueden implementar en un vehículo y/o un sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS) en algunos ejemplos. Aunque algunos ejemplos de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento se describen en términos de vehículos y/o ADAS, los sistemas y procedimientos se pueden implementar en una variedad de contextos. En un sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS), se pueden instalar múltiples cámaras de campo de visión amplio, tales como cámaras de ojo de pez, en un vehículo (por ejemplo, diferentes lados de un vehículo) para permitir al conductor observar las escenas circundantes. Por ejemplo, las cámaras de ojo de pez pueden proporcionar una vista (al conductor, por ejemplo) de objetos en el suelo y por encima del suelo.

[0029] En algunos ejemplos, un sistema de vista combinada automotriz (por ejemplo, vista envolvente) puede ser una tecnología ADAS automotriz que proporciona al conductor de un vehículo una vista de 360 grados del área que rodea el vehículo. Algunos sistemas de vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) pueden incluir de cuatro a seis cámaras de campo de visión amplio (FOV), tales como cámaras de ojo de pez, montadas alrededor del vehículo. Una vista combinada (por ejemplo, una vista envolvente) generada a partir de estas cámaras puede asistir al conductor en tiempo real (por ejemplo, durante el estacionamiento).

[0030] La figura 1 ilustra un ejemplo de imágenes de ojo de pez 102a-d capturadas por cuatro cámaras de ojo de pez. Por ejemplo, las imágenes de ojo de pez 102a-d pueden ser imágenes de ojo de pez de entrada suministradas por cámaras de ojo de pez separadas. Como se muestra en la figura 1, las imágenes de ojo de pez 102a-d generadas por las cámaras de ojo de pez tienen grandes distorsiones. Por ejemplo, el edificio en la primera imagen de ojo de pez 102a aparece curvado.

[0031] En algunas configuraciones, las cámaras de ojo de pez se pueden montar en un vehículo, donde la primera cámara de ojo de pez está en el lado derecho del vehículo, la segunda cámara de ojo de pez está en la parte frontal del vehículo, la tercera cámara de ojo de pez está en el lado izquierdo del vehículo y la cuarta cámara de ojo de pez están en la parte trasera del vehículo. Un sistema ADAS con múltiples cámaras de ojo de pez instaladas en un vehículo tiene un problema de línea de base amplia porque las distancias entre las cámaras son relativamente grandes (por ejemplo, la cámara frontal está instalada en la rejilla delantera de un automóvil y las cámaras laterales están instaladas debajo de los espejos retrovisores laterales). En consecuencia, es posible que las cámaras no se modelen como una cámara giratoria.

[0032] En algunos casos, el mismo objeto puede mostrar diferentes facetas en diferentes imágenes de ojo de pez. Por tanto, el objeto puede no coincidir bien entre las imágenes de ojo de pez, independientemente de las transformaciones lineales que se usen. Un problema adicional es que las cámaras de ojo de pez instaladas en un vehículo pueden tener diferentes ángulos de inclinación. Por ejemplo, la cámara frontal puede estar relativamente inclinada hacia abajo, haciendo que se capture más suelo (por ejemplo, más contenido por debajo del horizonte)

como se ilustra en la segunda imagen de ojo de pez 102b. Sin embargo, una cámara lateral puede estar relativamente inclinada hacia arriba, haciendo que se capture más contenido por encima del horizonte como se ilustra en la primera imagen de ojo de pez 102a. Los ángulos de inclinación pueden ser diferentes y pueden ser relativamente grandes en algunos casos.

[0033] En algunos casos, la(s) región/regiones superpuestas entre las imágenes de ojo de pez pueden ser relativamente pequeñas. Adicionalmente o de forma alternativa, las imágenes de ojo de pez pueden carecer de rasgos característicos (por ejemplo, pueden tener grandes regiones de cielo y/o suelo sin textura) en algunos casos. En consecuencia, combinar las imágenes de ojo de pez puede resultar difícil.

[0034] La figura 2 ilustra un ejemplo de una vista combinada 204 (por ejemplo, vista envolvente de 360 grados) generada a partir de las imágenes de ojo de pez 102a-d en la figura 1. Como se ilustra en la figura 2, se puede generar una vista del entorno con múltiples imágenes de ojo de pez de acuerdo con los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento.

[0035] La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo electrónico 310 en el que se pueden implementar sistemas y procedimientos para producir una vista combinada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 se puede configurar para generar una vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) de cámaras de ojo de pez. Ejemplos del dispositivo electrónico 310 incluyen cámaras, videocámaras, cámaras digitales, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores (por ejemplo, ordenadores de escritorio, ordenadores portátiles, etc.), tabletas, reproductores multimedia, televisores, vehículos, automóviles, cámaras personales, cámaras portátiles, dispositivos de realidad virtual (por ejemplo, auriculares), dispositivos de realidad aumentada (por ejemplo, auriculares), dispositivos de realidad mixta (por ejemplo, auriculares), cámaras de acción, cámaras de vigilancia, cámaras montadas, cámaras conectadas, robots, aviones, drones, vehículos aéreos no tripulados (UAV), aplicaciones inteligentes, equipos sanitarios, consolas de juegos, asistentes digitales personales (PDA), decodificadores, electrodomésticos, etc. El dispositivo electrónico 310 puede incluir uno o más componentes o elementos. Uno o más de los componentes o elementos se pueden implementar en hardware (por ejemplo, circuitos) o una combinación de hardware y programa informático (por ejemplo, un procesador con instrucciones).

[0036] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede incluir un procesador 314, una memoria 308, una pantalla de visualización 306, uno o más sensores de imagen 312, uno o más sistemas ópticos 326 y/o una interfaz de comunicación 322. El procesador 314 puede estar acoplado a (por ejemplo, en comunicación electrónica con) la memoria 308, la pantalla de visualización 306, el/los sensor(es) de imagen 312, el/los sistema(s) óptico(s) 326 y/o la interfaz de comunicación 322. El procesador 314 puede ser un microprocesador de propósito general con un único o múltiples chips (por ejemplo, un ARM), un microprocesador de propósito especial (por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP)), un microcontrolador, una matriz de puertas programables, etc. El procesador 314 se puede denominar unidad de procesamiento central (CPU). Aunque solo se muestra un único procesador 314 en el dispositivo electrónico 310, en una configuración alternativa, se podría usar una combinación de procesadores (por ejemplo, un ARM y un DSP). El procesador 314 se puede configurar para implementar los procedimientos divulgados en el presente documento, que se explicarán en detalle a continuación, para producir la vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) a partir de las imágenes (por ejemplo, imágenes gran angular, imágenes de ojo de pez, etc.). En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede realizar una o más de las funciones, procesos, procedimientos, etapas, etc., descritos en relación con una o más de las figuras 4 y 7-22.

[0037] La interfaz de comunicación 322 puede permitir que el dispositivo electrónico 310 se comunique con uno o más otros dispositivos electrónicos. Por ejemplo, la interfaz de comunicación 322 puede proporcionar una interfaz para comunicaciones por cable y/o inalámbricas. En algunas configuraciones, la interfaz de comunicación 322 puede estar acoplada a una o más antenas 324 para transmitir y/o recibir señales de radiofrecuencia (RF). Adicionalmente o de forma alternativa, la interfaz de comunicación 322 puede habilitar uno o más tipos de comunicación por cable (por ejemplo, bus universal en serie (USB), Ethernet, etc.).

[0038] En algunas configuraciones, múltiples interfaces de comunicación 322 se pueden implementar y/o utilizar. Por ejemplo, una interfaz de comunicación 322 puede ser una interfaz de comunicación celular (por ejemplo, 3G, evolución a largo plazo (LTE), CDMA, etc.) 322, otra interfaz de comunicación 322 puede ser una interfaz Ethernet, otra interfaz de comunicación 322 puede ser una interfaz de bus universal en serie (USB), y aún otra interfaz de comunicación 322 puede ser una interfaz de red de área local inalámbrica (WLAN) (por ejemplo, interfaz 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)). En algunas configuraciones, la interfaz de comunicación 322 puede enviar información (por ejemplo, información de imagen, información de vista combinada, etc.) y/o recibir información de otro dispositivo (por ejemplo, un vehículo, un teléfono inteligente, una cámara, una pantalla de visualización, un servidor remoto, etc.). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede compartir información con un vehículo (por ejemplo, otro vehículo).

[0039] El dispositivo electrónico 310 puede obtener una o más imágenes (por ejemplo, imágenes digitales, tramas de imagen, video, etc.). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede incluir el/los sensor(es) de imagen 312 y el/los sistema(s) óptico(s) 326 (por ejemplo, lentes) que enfocan imágenes de escena(s) y/u objetos que se

localizan dentro del campo de visión del sistema óptico 326 en el sensor de imagen 312. Una cámara (por ejemplo, una cámara de espectro visual) puede incluir al menos un sensor de imagen y al menos un sistema óptico (por ejemplo, una lente). En consecuencia, el dispositivo electrónico 310 puede ser una o más cámaras y/o puede incluir una o más cámaras en algunas implementaciones. En algunas configuraciones, el/los sensor(es) de imagen 312 puede(n) capturar una o más imágenes. El/los sistema(s) óptico(s) 326 pueden estar acoplados y/o controlados por el procesador 314. De forma adicional o alternativa, el dispositivo electrónico 310 puede solicitar y/o recibir la una o más imágenes de otro dispositivo (por ejemplo, una o más cámaras externas acopladas al dispositivo electrónico 310, un servidor de red, cámara(s) de tráfico, cámara(s) de caída, cámara(s) de automóvil, cámara(s) web, etc.). En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede solicitar y/o recibir una o más imágenes por medio de la interfaz de comunicación 322. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede incluir o no cámara(s) (por ejemplo, sensor(es) de imagen 312 y/o un sistema(s) óptico(s) 326) y puede recibir imágenes de uno o más dispositivos remotos. Una o más de las imágenes (por ejemplo, tramas de imagen) pueden incluir una o más escenas y/o uno o más objetos.

[0040] En algunas configuraciones, el/los sistema(s) óptico(s) 326 pueden incluir una o más lentes (por ejemplo, lentes gran angular, lentes de campo de visión amplio, lentes de ojo de pez, etc.). En consecuencia, el/los sistema(s) óptico(s) 326 y sensor(es) de imagen 312 pueden ser componentes de una o más cámaras (por ejemplo, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras de ojo de pez, etc.) que se incluyen en el dispositivo electrónico 310. Adicionalmente o de forma alternativa, el dispositivo electrónico 310 se puede acoplar y/o comunicar con una o más cámaras externas (por ejemplo, cámaras gran angular externas, cámaras de campo de visión amplio externas, cámaras de ojo de pez externas, etc.).

[0041] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede incluir una memoria intermedia de datos de imagen (no mostrada). La memoria intermedia de datos de imagen puede almacenar en memoria intermedia (por ejemplo, almacenar) datos de imagen del/de los sensor(es) de imagen 312 y/o cámara(s) externa(s). Los datos almacenados en memoria intermedia se pueden proporcionar al procesador 314.

[0042] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede incluir una aplicación de programa informático de cámara y/o una pantalla de visualización 306. Cuando se ejecuta la aplicación de cámara, el/los sensor(es) de imagen 312 pueden capturar imágenes de objetos que se localizan dentro del campo de visión del/de los sistema(s) óptico(s) 326. Las imágenes que están siendo capturadas por el/los sensor(es) de imagen 312 se pueden presentar en la pantalla de visualización 306. Por ejemplo, se pueden enviar una o más imágenes de vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) a la pantalla de visualización 306 para su visualización por un usuario. En algunas configuraciones, estas imágenes se pueden mostrar en rápida sucesión a una velocidad de tramas relativamente alta, de modo que, en cualquier momento dado, la(s) escena(s) y/u objeto(s) que se localizan dentro del campo de visión del/de los sistema(s) óptico(s) 326 se presentan en la pantalla de visualización 306. La una o más imágenes obtenidas por el dispositivo electrónico 310 pueden ser una o más tramas de vídeo y/o una o más imágenes fijas. En algunas configuraciones, la pantalla de visualización 306 puede presentar información adicional o alternativa. Por ejemplo, la pantalla de visualización 306 puede presentar una o más regiones de interés (por ejemplo, cuadros delimitadores) correspondientes a uno o más objetos detectados y/o rastreados. Adicionalmente o de forma alternativa, la pantalla de visualización 306 puede presentar información de profundidad (por ejemplo, una o más distancias estimadas a uno o más objetos (por ejemplo, objetos seleccionados) en una vista combinada).

[0043] Por ejemplo, el procesador 314 puede incluir y/o implementar un obtentor de imágenes 316. Se pueden proporcionar uno o más de los tramas de imagen al obtentor de imágenes 316. El obtentor de imágenes 316 puede obtener imágenes (por ejemplo, imágenes curvadas, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez, etc.) de una o más cámaras (por ejemplo, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras de ojo de pez, etc.). Por ejemplo, el obtentor de imágenes 316 puede recibir datos de imagen de uno o más sensores de imagen 312 y/o de una o más cámaras externas. Las imágenes se pueden capturar desde una única cámara (por ejemplo, una cámara en múltiples posiciones (por ejemplo, ángulos, localizaciones, etc.)) o se pueden capturar desde múltiples cámaras (en diferentes localizaciones, por ejemplo). Como se describe anteriormente, la(s) imagen(es) se pueden capturar desde el/los sensor(es) de imagen 312 (por ejemplo, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras de ojo de pez, etc.) incluidos en el dispositivo electrónico 310 o se pueden capturar desde una o más cámaras remotas (por ejemplo, cámaras gran angular remotas, cámaras de campo de visión amplio remotas, cámaras de ojo de pez remotas, etc.).

[0044] En algunas configuraciones, el obtentor de imágenes 316 puede solicitar y/o recibir una o más imágenes (por ejemplo, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez, imágenes curvadas, imágenes esféricas, imágenes hemisféricas, etc.). Por ejemplo, el obtentor de imágenes 316 puede solicitar y/o recibir una o más imágenes de un dispositivo remoto (por ejemplo, cámara(s) externa(s), servidor remoto, dispositivo electrónico remoto, etc.) por medio de la interfaz de comunicación 322. Las imágenes obtenidas de las cámaras pueden ser procesadas por el procesador 314 para producir una vista combinada (por ejemplo, vista envolvente).

[0045] Por ejemplo, el procesador 314 puede incluir y/o implementar un operador de imagen 318. El operador de imagen 318 puede realizar uno o más funcionamientos en las imágenes (por ejemplo, imágenes de ojo de pez).

Ejemplos de funcionamientos que se pueden realizar en las imágenes pueden incluir proyectar cada imagen (por ejemplo, imagen gran angular, imagen de campo de visión amplio, imagen de ojo de pez, imagen curvada, imagen esférica, imagen hemisférica, etc.) a una conformación 3D, rotando una o más conformaciones 3D (para alinear la conformación 3D y/o la imagen a una dirección particular), proyectando al menos una parte de cada conformación 3D a una conformación 3D común que encierra todas las conformaciones 3D asociadas con las cámaras y/o proyectando al menos una parte de la conformación 3D común a un plano común.

[0046] El operador de imagen 318 puede proyectar cada una de las imágenes (por ejemplo, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez, imágenes curvadas, imágenes esféricas, imágenes hemisféricas, etc.) en una conformación 3D respectiva. Por ejemplo, el operador de imagen 318 puede proyectar cada una de las imágenes en una esfera, esferoide, conformación esférica, conformación 3D curvada, hemisferio, elipsoide, poliedro (por ejemplo, poliedro que se aproxima a una esfera u otro poliedro), prisma trapezoidal, caja, cubo, prisma rectangular, etc. Por ejemplo, cada cámara puede producir una imagen que se puede proyectar a una conformación 3D separada. En algunas configuraciones, cada imagen se puede proyectar en una esfera. Proyectar cada imagen a una conformación 3D (por ejemplo, esfera, esferoide, elipsoide, etc.) puede facilitar la combinación de imágenes y/o reducir los errores finales. Se puede proyectar una imagen a toda o a una parte de la conformación 3D correspondiente en algunos enfoques. Por ejemplo, una imagen se puede proyectar solo a aproximadamente la mitad de una esfera (por ejemplo, -90 grados a 90 grados en una dirección horizontal y -70 grados a 70 grados en una dirección vertical).

[0047] En algunas configuraciones, el operador de imagen 318 puede rotar al menos una de las conformaciones 3D para alinear aproximadamente una imagen correspondiente a una dirección. Por ejemplo, cuando las imágenes se proyectan a sus respectivas conformaciones 3D, cada una de las conformaciones 3D (por ejemplo, las imágenes proyectadas a las conformaciones 3D) puede apuntar inicialmente en la misma dirección. En consecuencia, una o más de las conformaciones 3D se pueden rotar para apuntar a una o más direcciones respectivas. Esta rotación puede ser una rotación horizontal (por ejemplo, una rotación alrededor de un eje vertical). En algunas configuraciones, la dirección de cada conformación 3D (por ejemplo, imagen) puede ser la dirección de la cámara correspondiente. Por ejemplo, una primera esfera (por ejemplo, la primera imagen proyectada en la primera esfera) se puede rotar a una dirección derecha, una segunda esfera (por ejemplo, la segunda imagen proyectada en la segunda esfera) se puede rotar a una dirección frontal, una tercera esfera (por ejemplo, la tercera imagen proyectada en la tercera esfera) se puede rotar a una dirección izquierda y/o una cuarta esfera (por ejemplo, la cuarta imagen proyectada en la cuarta esfera) se puede rotar a una dirección trasera. Cabe señalar que en algunas configuraciones, solo se puede rotar un subconjunto de las conformaciones 3D. Por ejemplo, es posible que una de las cuatro esferas ya esté apuntando en la dirección correcta cuando se proyecta la imagen. En consecuencia, solo se pueden rotar tres de las cuatro esferas.

[0048] Cabe señalar que una o más conformaciones 3D (por ejemplo, esferas) se pueden rotar a una dirección aproximada (por ejemplo, 90 grados, 180 grados, 270 grados, etc.). En algunas configuraciones, el ángulo de rotación (en grados y/o radianes, por ejemplo) puede depender de la configuración de las cámaras. Por ejemplo, una dirección hacia delante puede ser una rotación de 90 grados en un caso ideal. Sin embargo, si la configuración de la cámara tiene errores de rotación, el ángulo de rotación varía (por ejemplo, 92 grados, 88 grados, etc.).

[0049] En algunas configuraciones, el operador de imagen 318 puede rotar al menos una de las conformaciones 3D para compensar aproximadamente una inclinación de una cámara correspondiente. Por ejemplo, diferentes cámaras pueden tener diferentes inclinaciones. El operador de imagen 318 puede rotar una o más de las conformaciones 3D (por ejemplo, esferas) de manera que la inclinación coincida entre las cámaras. Esta rotación puede ser una rotación vertical (por ejemplo, una rotación alrededor de un eje horizontal). En algunas configuraciones, el operador de imagen 318 puede inclinar una o más de las conformaciones 3D de modo que la inclinación de todas las conformaciones 3D sea una inclinación específica (por ejemplo, 10 grados, 5 grados, 0 grados, -5 grados, -10 grados, etc.). La inclinación puede ser predeterminada, configurada por el usuario y/o detectada automáticamente. Por ejemplo, se puede determinar la inclinación de una cámara (por ejemplo, calibrada, detectada automáticamente y/o configurada por el usuario). El operador de imagen 318 puede rotar las correspondientes conformaciones 3D de las otras cámaras de manera que coincidan con la inclinación de la cámara determinada.

[0050] El operador de imagen 318 puede proyectar al menos una parte de cada conformación 3D a una conformación 3D común. La conformación 3D común puede incluir (por ejemplo, contener) todas las conformaciones 3D que corresponden a las cámaras. En particular, todas las conformaciones 3D que corresponden a las cámaras se pueden localizar en el interior de la conformación 3D común. Más específicamente, todos los puntos de una conformación 3D que está encerrada por la conformación 3D circundante (por ejemplo, común) pueden estar dentro de la conformación 3D circundante y/o se pueden cruzar con la conformación 3D circundante. Todas las conformaciones 3D pueden estar encerradas dentro de la conformación 3D común para facilitar la proyección de las conformaciones 3D a la conformación 3D común. Por ejemplo, las conformaciones 3D más pequeñas (por ejemplo, esferas) se pueden encerrar en una conformación 3D común más grande (por ejemplo, una esfera). Cuanto más estrecho sea el cerco (por ejemplo, menor espacio entre las conformaciones 3D interiores y/o menor espacio entre las conformaciones 3D interiores y el cerco), menores pueden ser los errores

en la imagen combinada final. La figura 8 ilustra un ejemplo de una esfera común que encierra múltiples esferas.

[0051] El operador de imagen 318 puede proyectar al menos una parte de cada conformación 3D a la conformación 3D común. La figura 9 ilustra un ejemplo de esferas proyectadas a una esfera común. La parte de la conformación 3D que se puede proyectar puede incluir menos que, exactamente o más que una sección de la conformación 3D que incluye la imagen proyectada a la conformación 3D. Esta parte de la conformación 3D se puede proyectar a una parte de la conformación 3D común. En consecuencia, se pueden proyectar múltiples imágenes desde las conformaciones 3D a múltiples partes de la conformación 3D común. En algunos casos y/o configuraciones, las múltiples porciones de la conformación 3D común se pueden superponer. En consecuencia, las múltiples imágenes proyectadas a la conformación 3D común (de sus respectivas conformaciones 3D) se pueden superponer. En otros casos y/o configuraciones, es posible que las múltiples imágenes proyectadas a la conformación 3D común (de sus respectivas conformaciones 3D) no se superpongan.

[0052] Se pueden utilizar uno o más puntos de origen de proyección. Por ejemplo, uno o más puntos interiores y/o uno o más puntos exteriores con respecto a la conformación 3D común se pueden utilizar como puntos de origen de proyección. En algunas configuraciones, un centro de una esfera común se puede utilizar como punto de origen de proyección para la proyección de cada una de un número de esferas (correspondientes a cada cámara, por ejemplo) a la esfera común. La figura 10 ilustra un ejemplo de un centro de esfera como un punto de origen de proyección. En otras configuraciones, los centros de cada una de un número de esferas (correspondientes a cada cámara, por ejemplo) se pueden utilizar como puntos de origen de proyección para cada esfera respectiva. La figura 11 ilustra un ejemplo de centros de esferas como puntos de origen de proyección.

[0053] En algunas configuraciones, el operador de imagen 318 puede proyectar al menos una parte de la conformación 3D común a un plano común. La parte de la conformación 3D común que se puede proyectar puede incluir menos que, exactamente o más que una sección de la conformación 3D común que incluye las imágenes proyectadas a la conformación 3D común. Esta parte de la conformación 3D común se puede proyectar a una parte del plano común. En consecuencia, se pueden proyectar múltiples imágenes desde la conformación 3D común a una parte del plano común. En algunos casos y/o configuraciones, un punto de origen de proyección puede ser exterior a, sobre o interior a la conformación 3D común. Por ejemplo, el punto de origen de proyección puede estar en un punto central superior de la conformación 3D común. La figura 12 ilustra un ejemplo de la conformación 3D común que se proyecta a un plano común, donde el punto de origen de la proyección es el polo norte de una esfera. En algunas configuraciones, el plano común puede ser aproximadamente paralelo al suelo.

[0054] El procesador 314 puede incluir y/o implementar un generador de vista combinada 320. El generador de vista combinada 320 puede generar una vista combinada en base a las imágenes. En algunas configuraciones, el generador de vista combinada 320 puede combinar las imágenes (que se han proyectado en el plano común, por ejemplo) para formar la imagen combinada. Por ejemplo, el generador de vista combinada 320 puede realizar alineación de imagen (por ejemplo, registro), búsqueda y/o recorte de uniones (por ejemplo, corte) para producir una imagen combinada.

[0055] La alineación de imágenes puede incluir alinear las imágenes para que coincidan aproximadamente con las áreas superpuestas (por ejemplo, regiones) de las imágenes (en el plano común, por ejemplo). Por ejemplo, todas o partes de las áreas superpuestas pueden coincidir aproximadamente para alinear las imágenes. En algunas configuraciones, las imágenes se pueden traducir y/o ajustar a escala para que coincidan aproximadamente con las áreas superpuestas. Por ejemplo, se puede aplicar una transformación afín para alinear las imágenes. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede utilizar una transformación proyectiva y/o una mutación de imagen para alinear las imágenes. En algunas configuraciones, uno o más de los procedimientos anteriores (por ejemplo, proyectar cada imagen a una conformación 3D, rotar para compensar la inclinación, rotar una o más de las conformaciones 3D a una dirección, proyectar cada conformación 3D a una conformación 3D común, proyectar la conformación 3D común a un plano común, traslación, rotación, transformación proyectiva, mutación, etc.) se pueden repetir y/u omitir hasta que un error de alineación sea menor que un umbral de error de alineación. La figura 13 ilustra un ejemplo de alineación de imágenes en el que uno o más de estos procedimientos se pueden repetir y/u omitir en base a un error de alineación.

[0056] La búsqueda de uniones (por ejemplo, selección de unión) puede incluir la determinación de una unión entre imágenes contiguas (por ejemplo, en áreas superpuestas entre imágenes). La unión se puede generar para mejorar la continuidad (por ejemplo, reducir la discontinuidad) entre las imágenes. Por ejemplo, el generador de vista combinada 320 puede determinar una unión a lo largo de la cual las imágenes coinciden bien y/o donde las diferencias son pequeñas (por ejemplo, donde los bordes, objetos, texturas, color y/o intensidad coinciden bien). Recortar las imágenes puede incluir recortar (por ejemplo, cortar) partes de las áreas superpuestas. Para cada imagen, por ejemplo, se pueden guardar los datos de imagen en un lado de la unión, mientras que los datos de imagen en el otro lado de la unión se pueden recortar (por ejemplo, cortar, descartar, etc.). La imagen combinada resultante en el plano común puede ser la vista combinada en algunas configuraciones.

[0057] En algunas configuraciones, el generador de vista combinada 320 puede proyectar la imagen combinada a una conformación. Por ejemplo, la imagen combinada (en el plano común, por ejemplo) se puede proyectar a

una conformación tal como un cuenco (por ejemplo, el interior del cuenco), una taza (por ejemplo, el interior de la taza), una esfera (por ejemplo, interior de esfera completo, interior de esfera parcial, interior de media esfera, etc.), un esferoide (por ejemplo, interior de esferoide completo, interior de esferoide parcial, interior de medio esferoide, etc.), un cilindro (por ejemplo, interior de cilindro completo, interior de cilindro parcial, etc.), un elipsoide (por ejemplo, interior del elipsoide completo, interior del elipsoide parcial, interior de medio elipsoide, etc.), poliedro (por ejemplo, interior del poliedro, interior del poliedro parcial, etc.), prisma trapezoidal (por ejemplo, interior del prisma trapezoidal, interior del prisma trapezoidal parcial, etc.), etc. Esto puede proporcionar un efecto 3D en algunas configuraciones. En algunos enfoques, una conformación de "cuenco" (por ejemplo, cuenco de múltiples capas) puede ser una esfera, esferoide o elipsoide con una base plana (por ejemplo, plana) (completo o parcial). La conformación puede ser simétrica o no. En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el generador de vista combinada 320) puede insertar un modelo (por ejemplo, un modelo 3D) o una representación del dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, un vehículo, un dron, etc.) en una vista de imagen. El modelo o la representación puede estar predeterminado en algunas configuraciones. La imagen combinada resultante proyectada a la conformación puede ser la vista combinada.

[0058] En algunas configuraciones, el generador de vista combinada 320 puede generar la vista combinada (en el plano común y/o en la conformación). La vista combinada generada se puede presentar en la pantalla de visualización 306. Por ejemplo, el procesador 314 puede proporcionar la vista combinada a la pantalla de visualización 306, que puede presentar la vista combinada.

[0059] La vista combinada se puede presentar desde un punto de vista (por ejemplo, perspectiva, ángulo de cámara, etc.). Por ejemplo, la vista combinada se puede presentar desde un punto de vista de arriba hacia abajo, un punto de vista de atrás hacia adelante (por ejemplo, elevado de atrás hacia adelante, bajado de atrás hacia adelante, etc.), un punto de vista de adelante hacia atrás punto de vista (por ejemplo, de adelante hacia atrás elevado, de adelante hacia atrás bajado, etc.), un punto de vista oblicuo (por ejemplo, flotando detrás y ligeramente encima, otros puntos de vista en ángulo, etc.), etc.

[0060] Algunas configuraciones de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento también pueden proporcionar una generación de vista libre, donde la vista combinada se puede generar desde cualquier punto de vista (por ejemplo, cualquier ángulo de generación) o rangos de puntos de vista dados. En algunas configuraciones, la vista combinada se puede ajustar en base a la entrada de interfaz de usuario 328. Por ejemplo, la interfaz de usuario 328 (por ejemplo, una pantalla táctil) puede recibir una entrada que indique una rotación, desplazamiento y/o zoom de la vista combinada. Por ejemplo, el generador de vista combinada 320 puede cambiar la rotación de la vista combinada en base a un deslizamiento, lo que puede indicar una rotación en la dirección de deslizamiento, puede cambiar el desplazamiento de la vista combinada en base a un deslizamiento multitáctil (por ejemplo, deslizamiento con dos dedos), puede indicar un desplazamiento en la dirección de deslizamiento y/o puede cambiar el zoom de la vista combinada en base a un pellizco o extensión multitáctil.

[0061] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede identificar una región de interés (ROI) en una o más imágenes (por ejemplo, imagen combinada). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede realizar la detección de objetos en base a una o más imágenes. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede detectar objetos tales como señales, señales viales, señales de tráfico, señalizaciones de tráfico, personas, rostros, símbolos (por ejemplo, caracteres, texto, números, etc.), vehículos, edificios, obstrucciones, etc. El dispositivo electrónico 310 puede identificar la ROI en base al objeto detectado. Por ejemplo, la ROI puede ser una región que se establece en relación con el objeto detectado. En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede delimitar el objeto detectado con un cuadro delimitador. La ROI puede ser una región incluida dentro del cuadro delimitador. El dispositivo electrónico 310 puede ampliar al menos una parte de la vista combinada en base a la ROI. En un ejemplo, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el generador de vista combinada 320) puede cambiar el punto de vista para ampliar la ROI. En otro ejemplo, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el generador de vista combinada 320) puede generar una ventana de aumento en la pantalla de visualización 306 que presenta una versión ampliada de la ROI. En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el procesador 314 y/o la pantalla de visualización 306) puede generar una o más líneas que conectan la ventana de aumento con la localización de la ROI en la visualización de la imagen.

[0062] La memoria 308 puede almacenar instrucciones y/o datos. El procesador 314 puede acceder (por ejemplo, leer y/o escribir en) la memoria 308. Los ejemplos de instrucciones y/o datos que pueden ser almacenados por la memoria 308 pueden incluir datos de imagen, datos de combinación de imágenes (por ejemplo, datos de localización de unión), datos de vista combinada (por ejemplo, datos de geometría, parámetros de geometría, datos de puntos de vista de geometría, datos de desplazamiento de geometría, datos de rotación de geometría, etc.), datos de objeto (por ejemplo, localización, tamaño, conformación, etc.), instrucciones del obtentor de imagen 316, instrucciones del operador de imagen 318 y/o instrucciones del generador de vista combinada 320, etc.

[0063] La memoria 308 puede almacenar las imágenes y los códigos de instrucción para realizar funcionamientos por el procesador 314. La memoria 308 puede ser cualquier componente electrónico que pueda almacenar información electrónica. La memoria 308 se puede incorporar como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), unos medios de almacenamiento en disco magnético, unos medios de

almacenamiento ópticos, unos dispositivos de memoria flash en RAM, una memoria integrada incluida con el procesador, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, unos registros, etc., incluyendo las combinaciones de los mismos.

[0064] En la memoria 308 se pueden almacenar datos e instrucciones. Las instrucciones se pueden ejecutar mediante el procesador 314 para implementar uno o más de los procedimientos descritos en el presente documento. La ejecución de las instrucciones puede implicar el uso de los datos que están almacenados en la memoria 308. Cuando el procesador 314 ejecuta las instrucciones, se pueden cargar diversas partes de las instrucciones en el procesador 314, y se pueden cargar diversas partes de datos en el procesador.

[0065] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede presentar una interfaz de usuario 328 en la pantalla de visualización 306. Por ejemplo, la interfaz de usuario 328 puede permitir que un usuario interactúe con el dispositivo electrónico 310. En algunas configuraciones, la interfaz de usuario 328 puede permitir a un usuario indicar preferencias (por ejemplo, configuraciones de vista combinada) y/o interactuar con la vista combinada. Por ejemplo, la interfaz de usuario 328 puede recibir uno o más comandos para cambiar la vista combinada (por ejemplo, acercar o alejar, rotar la vista combinada, desplazar la vista combinada, cambiar la conformación de la vista combinada, cambiar el punto de vista de la vista combinada, etc.). Adicionalmente o de forma alternativa, la interfaz de usuario 328 puede recibir una entrada (por ejemplo, un toque) que indica una selección de un objeto en la vista combinada. En algunas configuraciones, el objeto seleccionado se puede rastrear. Cabe señalar que uno o más de los parámetros usados en el algoritmo (por ejemplo, zoom, punto de vista, conformación(es) de proyección, corte, etc.) se pueden ajustar en base a una entrada (por ejemplo, manualmente). Adicionalmente o de forma alternativa, uno o más parámetros se pueden adaptar para problemas de optimización, que se pueden resolver minimizando algunas funciones energéticas definidas, por ejemplo.

[0066] En algunas configuraciones, la pantalla de visualización 306 puede ser una pantalla táctil que recibe información a partir del tacto físico (por ejemplo, con un dedo, un lápiz óptico u otra herramienta). Por ejemplo, la pantalla táctil puede ser una interfaz de entrada que recibe una entrada táctil que indica la(s) preferencia(s) de usuario y/o una o más modificaciones de la visualización de la imagen. Adicionalmente o de forma alternativa, el dispositivo electrónico 310 puede incluir o estar acoplado a otra interfaz de entrada. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede incluir una cámara frente a un usuario y puede detectar gestos del usuario (por ejemplo, gestos con las manos, gestos con los brazos, seguimiento de los ojos, parpadeo de los párpados, etc.). En otro ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede estar acoplado a un ratón y puede detectar un clic del ratón indicando una entrada.

[0067] Cabe señalar que puede que no sea necesaria la entrada del usuario en algunas configuraciones. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede producir automáticamente la vista combinada como se describe en el presente documento.

[0068] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el procesador 314) se puede opcionalmente acoplar, ser parte de (por ejemplo, estar integrado en), incluir y/o implementar un sistema avanzado de asistencia a la conducción (ADAS). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede presentar la vista combinada en un vehículo (en una pantalla de visualización de salpicadero, una pantalla de visualización de consola, un proyector de parabrisas, una pantalla de visualización frontal HUD, una pantalla de visualización óptica HMD, etc.). Esto puede asistir al conductor en su conciencia de la situación y/o evitación de colisiones.

[0069] El dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el procesador 314) puede opcionalmente estar acoplado, ser parte de (por ejemplo, estar integrado en), incluir y/o implementar uno o más de otros tipos de dispositivos. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 se puede implementar en un dron equipado con cámaras. La vista combinada puede proporcionar una vista amplia de la escena capturada por múltiples cámaras en el dron. En otro ejemplo, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el procesador 314) se puede implementar en una cámara de acción (incluyendo una o más cámaras y/o lentes).

[0070] Cabe señalar que uno o más de los elementos o componentes del dispositivo electrónico se pueden combinar y/o dividir. Por ejemplo, el obtentor de imagen 316, el operador de imagen 318 y/o el generador de vista combinada 320 se pueden combinar. Adicionalmente o de forma alternativa, uno o más del obtentor de imagen 316, el operador de imagen 318 y/o el generador de vista combinada 320 se pueden dividir en elementos o componentes que realizan un subconjunto de funcionamientos de los mismos.

[0071] La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración de un procedimiento 400 para producir una vista combinada. El procedimiento 400 se puede realizar por el dispositivo electrónico 310 descrito en el presente documento, por ejemplo.

[0072] El dispositivo electrónico 310 puede obtener 402 imágenes (por ejemplo, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez, imágenes curvadas, imágenes esféricas, imágenes hemisféricas, etc.) de una pluralidad de cámaras (por ejemplo, cámaras gran angular, cámaras de campo de visión amplio, cámaras DE ojo de pez, etc.). Esto se puede conseguir como se describe en relación con una o más de

las figuras 1 y 3. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede obtener imágenes de una pluralidad de cámaras incluidas en el dispositivo electrónico 310. En otro ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede solicitar y/o recibir las imágenes de múltiples cámaras acopladas (por ejemplo, en comunicación electrónica con) el dispositivo electrónico 310. En aún otro ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede solicitar y/o recibir las imágenes de uno o más dispositivos remotos (por ejemplo, servidor remoto, etc.). En algunas configuraciones, cada cámara puede proporcionar una imagen de la pluralidad de imágenes (a la vez, por ejemplo).

[0073] El dispositivo electrónico 310 puede proyectar 404 cada imagen (por ejemplo, imagen gran angular, imagen de campo de visión amplio, imagen de ojo de pez, imagen curvada, imagen esférica, imagen hemisférica, etc.) en una conformación 3D respectiva para cada cámara. Esto se puede conseguir como se describe en relación con la figura 3. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede proyectar cada una de las imágenes en una conformación 3D separada (por ejemplo, esfera, elipsoide, poliedro, etc.). Por ejemplo, cada una de las imágenes se puede asignar a toda o una parte de una conformación 3D. Cabe señalar que cada una de las conformaciones 3D puede ser del mismo tipo (por ejemplo, todas esferas) o una o más de las conformaciones 3D pueden ser diferentes (por ejemplo, tres esferas y un elipsoide, etc.).

[0074] El dispositivo electrónico 310 puede generar 406 una vista combinada de las imágenes (por ejemplo, imágenes gran angular, imágenes de campo de visión amplio, imágenes de ojo de pez, imágenes curvadas, imágenes esféricas, imágenes hemisféricas, etc.). Esto se puede conseguir como se describe en relación con la figura 3. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede realizar alineación de imagen, búsqueda de uniones y/o recorte. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede alinear las imágenes (por ejemplo, proyecciones de las imágenes en las conformaciones 3D, proyecciones de las imágenes en una conformación 3D común y/o proyecciones de las imágenes en un plano común, etc.). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede alinear al menos partes de las imágenes proyectadas a el plano común. En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede determinar si un error de alineación es suficientemente pequeño (por ejemplo, menor que un umbral de error de alineación) y/o puede repetir uno o más funcionamientos hasta que el error de alineación sea lo suficientemente pequeño. El dispositivo electrónico 310 puede encontrar uniones entre imágenes contiguas y/o puede recortar una parte de cada una de las imágenes.

[0075] En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede mostrar la vista combinada. Esto se puede conseguir como se describe en relación con la figura 3. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 (por ejemplo, el procesador 314) puede proporcionar la vista combinada de una pantalla de visualización (por ejemplo, una pantalla de visualización 306 incluida en el dispositivo electrónico 310 o una pantalla de visualización que está acoplada y/o en comunicación con el dispositivo electrónico 310). La pantalla de visualización puede presentar la vista combinada. En algunas configuraciones, las cámaras se pueden instalar en un vehículo y la vista combinada se puede presentar en un vehículo.

[0076] La figura 5 muestra un ejemplo de un ángulo de inclinación 534 de una cámara 530. En este ejemplo, la cámara 530 (por ejemplo, una cámara de ojo de pez) está inclinada hacia abajo con respecto a un eje 532. El eje 532 puede ser un eje arbitrario (por ejemplo, paralelo al suelo, perpendicular a un vector gravitacional, alineado con un horizonte, un eje relativo a la estructura de un cuerpo físico (por ejemplo, vehículo, estructura de dron, edificio, etc.), una dirección de apuntar de otra cámara, un eje predeterminado, etc.).

[0077] Los ángulos de inclinación de diferentes cámaras (por ejemplo, cámaras de ojo de pez) pueden ser diferentes y pueden ser relativamente grandes. En consecuencia, diferentes cámaras (por ejemplo, cámaras de ojo de pez) pueden capturar una escena circundante en diferentes ángulos. Se dan ejemplos de imágenes capturadas en diferentes ángulos de inclinación en relación con las figuras 1 y 6.

[0078] La figura 6 es un ejemplo de imágenes de ojo de pez 636, 638, 640 que ilustra algunas de las dificultades de combinar múltiples imágenes de ojo de pez de cámaras de ojo de pez con diferentes localizaciones. En particular, la figura 6 ilustra los efectos de diferentes ángulos de inclinación 642, pequeñas áreas superpuestas 646 entre imágenes de ojo de pez contiguas y diferentes facetas del mismo objeto debido a una línea de base amplia 648. Más específicamente, las imágenes de cámaras contiguas pueden tener regiones superpuestas. Sin embargo, la región de superposición entre cámaras contiguas puede ser bastante pequeña y puede carecer de rasgos característicos comunes. Como se ilustra en la figura 6, la imagen de ojo de pez derecha 638 y la imagen de ojo de pez trasera 640 tienen pequeñas áreas superpuestas 646, donde los objetos comunes muestran diferentes facetas (por ejemplo, diferentes lados) entre la imagen de ojo de pez derecha 638 y la imagen de ojo de pez trasera 640. Además, la imagen de ojo de pez frontal 636 y la imagen de ojo de pez derecho 638 exhiben diferentes ángulos de inclinación 642. En algunos casos, las escenas capturadas por las cámaras ojo de pez pueden exhibir pocos rasgos característicos 644 (por ejemplo, pueden tener grandes regiones sin textura, tal como el cielo o el suelo). Como se describe anteriormente, las imágenes de ojo de pez 636, 638, 640 también exhiben grandes distorsiones. Por lo tanto, conectar las imágenes de ojo de pez 636, 638, 640 de las cámaras de ojo de pez para generar una vista combinada de campo de visión grande (tal como 360 grados) (por ejemplo, vista envolvente) es un problema desafiante.

[0079] La figura 7 ilustra un ejemplo de proyección de una imagen de ojo de pez 750 en una conformación 3D

754. Para mejorar las dificultades mencionadas anteriormente (descritas en conexión con la figura 6, por ejemplo), cada una de la pluralidad de cámaras de ojo de pez se puede modelar como una conformación 3D separada (por ejemplo, una esfera) en algunas configuraciones. Como se ilustra en la figura 7, por ejemplo, cada imagen de ojo de pez 750 se puede proyectar 752 a una conformación 3D 754 correspondiente (por ejemplo, esfera). Debido a la existencia de una línea de base amplia entre cámaras de ojo de pez contiguas (instaladas en un vehículo, por ejemplo), cada cámara de ojo de pez se puede modelar como una conformación 3D separada con una localización 3D diferente y/o una dimensión diferente (por ejemplo, radio) relacionada con la distancia focal de la lente de ojo de pez.

[0080] Como se describe anteriormente, el dispositivo electrónico 310 puede obtener múltiples imágenes de ojo de pez. Tener diferentes cámaras de ojo de pez con diferentes ángulos de inclinación puede causar dificultades con la alineación entre las imágenes de ojo de pez. De acuerdo con los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento, cada imagen de ojo de pez 750 se puede proyectar 752 a una conformación 3D respectiva 754. Por ejemplo, se puede aplicar una etapa de proyección a cada imagen de ojo de pez por separado. Cabe señalar que las conformaciones 3D (por ejemplo, esferas) pueden estar separadas y pueden tener diferentes tamaños (por ejemplo, radios) en algunas configuraciones.

[0081] Una o más de las conformaciones 3D 754 se pueden rotar para compensar la inclinación o inclinaciones de una o más cámaras de ojo de pez correspondientes. Por ejemplo, una o más de las conformaciones 3D se pueden rotar verticalmente para compensar el ángulo de inclinación. Por ejemplo, una o más de las conformaciones 3D con imágenes de ojo de pez proyectadas se pueden rotar de manera que la alineación vertical sea aproximadamente consistente entre las imágenes de ojo de pez. En consecuencia, una o más de las imágenes de ojo de pez proyectadas a una o más conformaciones 3D se pueden rotar hacia arriba y/o hacia abajo. Esta rotación puede alinear verticalmente las imágenes de ojo de pez con un eje en algunas configuraciones.

[0082] Como se describe anteriormente, cada conformación 3D 754 (con una imagen de ojo de pez proyectada) se puede rotar para alinear aproximadamente una imagen de ojo de pez correspondiente a una dirección. Por ejemplo, cuando cada imagen de ojo de pez 750 se proyecta 752 a una conformación 3D 754, cada una de las conformaciones 3D (por ejemplo, imágenes de ojo de pez proyectadas a las conformaciones 3D) puede apuntar en la misma dirección. Una o más de las conformaciones 3D se pueden rotar en una dirección correspondiente (por ejemplo, una dirección que se puede aproximar a la dirección de la cámara de ojo de pez correspondiente).

[0083] La figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una conformación 3D común 856 de acuerdo con los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento. Específicamente, la figura 8 ilustra cuatro conformaciones 3D 858a-d encerradas por una conformación 3D común 856. En este ejemplo, cada una de las conformaciones 3D 858a-d encerradas es una esfera y la conformación 3D común 856 es una esfera. En este ejemplo, cada una de las conformaciones 3D 858a-d encerradas corresponde a una cámara de ojo de pez respectiva, donde cada imagen de ojo de pez respectiva de cada una de las cámaras de ojo de pez se ha proyectado respectivamente a cada una de las conformaciones 3D 858a-d.

[0084] Como se puede observar en la figura 8, cada una de las conformaciones 3D 858a-d encerradas puede estar dentro de la conformación 3D común 856 (por ejemplo, todos los puntos de las conformaciones 3D 858a-d están en o dentro de la superficie de la conformación 3D común 856). Por ejemplo, cada una de las esferas más pequeñas para las cámaras ojo de pez puede estar encerrada por una esfera común como se muestra en la figura 8. Por ejemplo, la figura 8 muestra cuatro esferas más pequeñas (conformaciones 3D 858a-d) que pueden corresponder a cuatro cámaras de ojo de pez instaladas en las direcciones frontal (por ejemplo, conformación 3D B 858b), izquierda (por ejemplo, conformación 3D C 858c), derecha (por ejemplo, conformación 3D A 858a) y trasera (por ejemplo, conformación 3D D 858d) de un vehículo, y una esfera común (forma 3D común 856) que encierra las cuatro esferas individuales. Cabe señalar que las conformaciones 3D encerradas son del mismo tipo (por ejemplo, la misma conformación) o de diferentes tipos y/o pueden ser del mismo tamaño o de diferentes tamaños.

[0085] Como se ilustra en la figura 8, la conformación 3D común 856 puede tener un polo norte 860. El polo norte 860 puede ser una localización central o un punto en la parte superior de la conformación 3D común 856. En algunas configuraciones, el polo norte 860 se puede utilizar como un punto de origen de proyección para proyectar la conformación 3D común 856 sobre un plano común.

[0086] La figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de proyección 962 de conformaciones 3D 958a-d sobre una conformación 3D común 956. Para mayor claridad en la ilustración, la conformación 3D común 956 y las conformaciones 3D 958a-d se muestran desde una vista de arriba hacia abajo. En particular, la conformación común 3D 956 (por ejemplo, esfera común) descrita en relación con la figura 9 puede ser un ejemplo de la conformación común 3D 856 (por ejemplo, esfera común) descrita en relación con la figura 8 y las conformaciones 3D 958a-d (por ejemplo, esferas correspondientes a cámaras de ojo de pez) descritas en relación con la figura 9 pueden ser ejemplos de las conformaciones 3D 858a-d (por ejemplo, esferas correspondientes a cámaras de ojo de pez) descritas en relación con la figura 8. En particular, los círculos pequeños de la figura 9 pueden representar conformaciones 3D 958a-d (por ejemplo, esferas) sobre las que se proyectan las imágenes de ojo de pez

originales. El círculo punteado más grande puede representar la conformación 3D común 956 (por ejemplo, esfera común) que encierra las pequeñas conformaciones 3D 958a-d (por ejemplo, esferas).

[0087] Cada una de las conformaciones 3D 958a-d se puede proyectar 962 a la conformación 3D común 956. La figura 9 ilustra un ejemplo de un resultado de proyección 966 de proyectar 962 cada una de las conformaciones 3D 958a-d sobre la conformación 3D común 956. Por ejemplo, los resultados de proyección 966 pueden representar una esfera común (conformación 3D común 956) después de que las esferas (conformaciones 3D 958a-d) para las cámaras de ojo de pez se proyecten sobre ella. Las diferentes líneas de patrón en el resultado de la proyección 966 pueden representar imágenes de ojo de pez proyectadas 964a-d correspondientes a las conformaciones 3D 958a-d (por ejemplo, imágenes de ojo de pez de diferentes cámaras). Por ejemplo, la imagen de ojo de pez proyectada A 964a puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D A 958a sobre la conformación 3D común 956, la imagen de ojo de pez proyectada B 964b puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D B 958b sobre la conformación 3D común 956, la imagen de ojo de pez proyectada C 964c puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D C 958c sobre la conformación 3D común 956 y la imagen de ojo de pez proyectada D 964d puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D D 958d sobre la conformación 3D común 956.

[0088] Cabe señalar que antes de la proyección, en algunas configuraciones, se puede realizar la rotación en una o más de las conformaciones 3D (por ejemplo, esferas pequeñas) de modo que las imágenes de ojo de pez se coloquen en la posición de cámara correcta. Por ejemplo, la rotación se puede realizar para una conformación 3D frontal correspondiente a una cámara frontal de manera que su imagen proyectada en la conformación 3D común (por ejemplo, esfera) esté en la parte frontal.

[0089] La figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo más específico de una proyección 1062 de conformaciones 3D 1058a-d sobre una conformación 3D común 1056. Para mayor claridad en la ilustración, la conformación 3D común 1056 y las conformaciones 3D 1058a-d se muestran desde una vista de arriba hacia abajo. En particular, la conformación común 3D 1056 (por ejemplo, esfera común) descrita en relación con la figura 10 puede ser un ejemplo de la conformación común 3D 856 (por ejemplo, esfera común) descrita en relación con la figura 8 y las conformaciones 3D 1058a-d (por ejemplo, esferas correspondientes a cámaras de ojo de pez) descritas en relación con la figura 10 pueden ser ejemplos de las conformaciones 3D 858a-d (por ejemplo, esferas correspondientes a cámaras de ojo de pez) descritas en relación con la figura 8. En particular, los círculos pequeños de la figura 10 pueden representar conformaciones 3D 1058a-d (por ejemplo, esferas) sobre las que se proyectan las imágenes de ojo de pez originales. El círculo punteado más grande puede representar la conformación 3D común 1056 (por ejemplo, esfera común) que encierra las pequeñas conformaciones 3D 1058a-d (por ejemplo, esferas).

[0090] Cada una de las conformaciones 3D 1058a-d se puede proyectar 1062 a la conformación 3D común 1056. La figura 10 ilustra un ejemplo de un resultado de proyección 1066 de proyectar 1062 cada una de las conformaciones 3D 1058a-d sobre la conformación 3D común 1056. Por ejemplo, los resultados de proyección 1066 pueden representar una esfera común (conformación 3D común 1056) después de que las esferas (conformaciones 3D 1058a-d) para las cámaras de ojo de pez se proyecten sobre ella. Las diferentes líneas de patrón en el resultado de la proyección 1066 pueden representar imágenes de ojo de pez proyectadas 1064a-d correspondientes a las conformaciones 3D 1058a-d (por ejemplo, imágenes de ojo de pez de diferentes cámaras). Por ejemplo, la imagen de ojo de pez proyectada A 1064a puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D A 1058a sobre la conformación 3D común 1056, la imagen de ojo de pez proyectada B 1064b puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D B 1058b sobre la conformación 3D común 1056, la imagen de ojo de pez proyectada C 1064c puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D C 1058c sobre la conformación 3D común 1056 y la imagen de ojo de pez proyectada D 1064d puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D D 1058d sobre la conformación 3D común 1056.

[0091] En la configuración ilustrada en la figura 10, un punto de origen de proyección 1070 está en un centro de la conformación 3D común 1056 (por ejemplo, una esfera). Por ejemplo, se puede usar un centro aproximado de la conformación 3D común 1056 como el punto de origen de proyección (por ejemplo, centro de proyección) para proyectar las conformaciones 3D A-D 1058a-d a la conformación 3D común 1056. Cada conformación 3D 1058a-d (por ejemplo, conformación 3D encerrada, esfera pequeña, etc.) puede tener su propia área utilizable. El área utilizable puede ser determinada por el campo de visión de la correspondiente cámara de ojo de pez. Por ejemplo, el área utilizable de la conformación 3D B 1058b puede ser aproximadamente una mitad frontal (por ejemplo, hemisferio, hemielipsoide, arco, etc.) de la conformación 3D B 1058b. Por ejemplo, un arco desde el punto más a la izquierda al punto más a la derecha de la conformación 3D B 1058 (sobre un rango vertical dado, por ejemplo) puede representar las partes utilizables de la conformación 3D B 1058b para la cámara de ojo de pez frontal. Cabe señalar que la parte utilizable de una conformación 3D puede tener un rango más pequeño o más grande en dimensiones verticales y/u horizontales. Por ejemplo, la parte utilizable de una conformación 3D puede variar desde 2 a 178 grados en una dirección horizontal y de -80 a 80 grados en una dirección vertical.

[0092] La parte utilizable de cada conformación 3D 1058a-d (por ejemplo, esfera) se puede proyectar a la

conformación 3D común (por ejemplo, esfera común) para cada conformación 3D 1058a-d. Como se ilustra en el resultado de proyección 1066, pueden existir huecos 1068a-d entre las imágenes proyectadas en la conformación 3D común (por ejemplo, esfera común). En algunas configuraciones, estos huecos 1068a-d se pueden eliminar. Por ejemplo, las imágenes de ojo de pez proyectadas 1064a-d se pueden alinear. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede realizar una transformación afín para ayudar a eliminar los huecos 1068a-d.

[0093] En algunas configuraciones, el punto de origen de proyección 1070 puede ser el centro aproximado de la conformación 3D común 1056 (por ejemplo, esfera común). El centro aproximado de la conformación 3D común 1056 se puede determinar a partir de los centros de las pequeñas conformaciones 3D 1058a-d (por ejemplo, esferas) en algunos enfoques. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede determinar un punto con las mismas distancias a todos los centros de las pequeñas conformaciones 3D 1058b (por ejemplo, esferas). El punto se puede utilizar como un punto de origen de proyección 1070 y/o se puede tomar como el centro de la conformación 3D común 1056 (por ejemplo, esfera común). En algunos enfoques, el tamaño (por ejemplo, radio) de la conformación 3D común 1056 (por ejemplo, esfera común) puede ser determinado por el dispositivo electrónico 310 requiriendo que la conformación 3D común 1056 (por ejemplo, esfera) encierre todas las conformaciones 3D pequeñas 1058a-d (por ejemplo, esferas) lo más cerca posible.

[0094] En un ejemplo, una esfera común puede ser aproximadamente tangente a todas las esferas pequeñas. Usando el centro de la esfera común como punto de proyección, las esferas pequeñas se pueden proyectar a la esfera común. Dependiendo del campo de visión (FOV) de las cámaras de ojo de pez, partes de las esferas pequeñas correspondientes a las escenas se pueden proyectar a la esfera común.

[0095] La figura 11 es un diagrama que ilustra otro ejemplo más específico de una proyección 1162 de conformaciones 3D 1158a-d sobre una conformación 3D común 1156. Para mayor claridad en la ilustración, la conformación 3D común 1156 y las conformaciones 3D 1158a-d se muestran desde una vista de arriba hacia abajo. En particular, la conformación común 3D 1156 (por ejemplo, esfera común) descrita en relación con la figura 11 puede ser un ejemplo de la conformación común 3D 856 (por ejemplo, esfera común) descrita en relación con la figura 8 y las conformaciones 3D 1158a-d (por ejemplo, esferas correspondientes a cámaras de ojo de pez) descritas en relación con la figura 11 pueden ser ejemplos de las conformaciones 3D 858a-d (por ejemplo, esferas correspondientes a cámaras de ojo de pez) descritas en relación con la figura 8. En particular, los círculos pequeños de la figura 11 pueden representar conformaciones 3D 1158a-d (por ejemplo, esferas) sobre las que se proyectan las imágenes de ojo de pez originales. El círculo punteado más grande puede representar la conformación 3D común 1156 (por ejemplo, esfera común) que encierra las pequeñas conformaciones 3D 1158a-d (por ejemplo, esferas).

[0096] Cada una de las conformaciones 3D 1158a-d se puede proyectar 1162 a la conformación 3D común 1156. La figura 11 ilustra un ejemplo de un resultado de proyección 1166 de proyectar 1162 cada una de las conformaciones 3D 1158a-d sobre la conformación 3D común 1156. Por ejemplo, los resultados de proyección 1166 pueden representar una esfera común (conformación 3D común 1156) después de que las esferas (conformaciones 3D 1158a-d) para las cámaras de ojo de pez se proyecten sobre ella. Las diferentes líneas de patrón en el resultado de la proyección 1166 pueden representar imágenes de ojo de pez proyectadas 1164a-d correspondientes a las conformaciones 3D 1158a-d (por ejemplo, imágenes de ojo de pez de diferentes cámaras). Por ejemplo, la imagen de ojo de pez proyectada A 1164a puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D A 1158a sobre la conformación 3D común 1156, la imagen de ojo de pez proyectada B 1164b puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D B 1158b sobre la conformación 3D común 1156, la imagen de ojo de pez proyectada C 1164c puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D C 1158c sobre la conformación 3D común 1156 y la imagen de ojo de pez proyectada D 1164d puede ser una imagen de ojo de pez proyectada desde la conformación 3D D 1158d sobre la conformación 3D común 1156.

[0097] En la configuración ilustrada en la figura 11, los puntos de origen de proyección 1170a-b están en los centros de las conformaciones 3D 1158a-d (por ejemplo, esferas). Por ejemplo, un centro aproximado de cada una de las conformaciones 3D 1158a-d se puede usar respectivamente como puntos de origen de proyección 1170a-d para proyectar las conformaciones 3D A-D 1158a-d a la conformación 3D común 1156. Por ejemplo, el centro de cada esfera pequeña se puede usar como centro de proyección para cada esfera respectiva.

[0098] Como se analiza anteriormente, cada conformación 3D 1158a-d (por ejemplo, conformación 3D encerrada, esfera pequeña, etc.) puede tener su propia área utilizable. El área utilizable puede ser determinada por el campo de visión de la correspondiente cámara de ojo de pez. Por ejemplo, el área utilizable de la conformación 3D B 1158b puede ser aproximadamente una mitad frontal (por ejemplo, hemisferio, hemielipsoide, arco, etc.) de la conformación 3D B 1158b. Por ejemplo, un arco desde el punto más a la izquierda al punto más a la derecha de la conformación 3D B 1158 (sobre un rango vertical dado, por ejemplo) puede representar las partes utilizables de la conformación 3D B 1158b para la cámara de ojo de pez frontal. Cabe señalar que la parte utilizable de una conformación 3D puede tener un rango más pequeño o más grande en dimensiones verticales y/u horizontales. La parte utilizable de cada conformación 3D 1158a-d (por ejemplo, esfera) se puede proyectar a la conformación 3D común (por ejemplo, esfera común) para cada conformación 3D 1158a-d.

[0099] La figura 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una conformación 3D común 1256 que se proyecta a un plano común 1272. Por ejemplo, una vez que todas las imágenes de ojo de pez (en conformaciones 3D encerradas por la conformación 3D común 1256, por ejemplo) se proyectan a la conformación 3D común (por ejemplo, esfera común), las imágenes de ojo de pez se pueden volver a proyectar a partir de la conformación 3D común (por ejemplo, esfera común) a un plano común 1272. El ejemplo ilustrado en la figura 12 es una vista lateral de la conformación 3D común 1256 y el plano común 1272. Por ejemplo, la conformación 3D común 1256 ilustrada en la figura 12 puede ser un ejemplo de una o más de las conformaciones 3D comunes 856, 956, 1056, 1156 descritas en relación con una o más de las figuras 8-11. En algunas configuraciones, el plano común 1272 puede ser paralelo (o aproximadamente paralelo) al suelo. La figura 12 muestra un ejemplo de proyección desde el polo norte 1274 de la conformación 3D común 1256 (por ejemplo, esfera común) al plano común 1272 (por ejemplo, el suelo). Por ejemplo, un punto más alto de una conformación 3D común (por ejemplo, un punto centrado más alto de una conformación 3D común) se puede usar como un punto de origen de proyección en algunas configuraciones. En la figura 12, P es un punto en la esfera común y P' es un punto proyectado sobre el plano común 1272.

[0100] En algunas configuraciones, las imágenes de ojo de pez proyectadas en el plano común 1272 se pueden alinear y/o unir para obtener (por ejemplo, generar) una vista combinada (por ejemplo, vista envolvente de FOV grande). En algunas configuraciones, la imagen en el plano común 1272 se puede proyectar a una conformación 3D (por ejemplo, de vuelta a la esfera) para obtener una vista combinada 3D (por ejemplo, vista envolvente).

[0101] la figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra una configuración más específica de un procedimiento 1300 para producir una vista combinada. En particular, la figura 13 ilustra un ejemplo de un procedimiento 1300 para generar una vista combinada (por ejemplo, una vista envolvente) a partir de cámaras de ojo de pez. El procedimiento 1300 se puede realizar por el dispositivo electrónico (por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 descrito en relación con la figura 3).

[0102] El dispositivo electrónico 310 puede calibrar 1302 las cámaras de ojo de pez. La calibración se puede realizar con cualquier enfoque de calibración que pueda garantizar que la imagen de ojo de pez se pueda proyectar a una conformación 3D (por ejemplo, una esfera). Por ejemplo, se puede usar un modelo de ojo de pez equidistante, que se puede representar mediante una distancia focal f y un centro de imagen (x_0, y_0) .

[0103] En algunas configuraciones, se puede utilizar el siguiente enfoque para estimar parámetros para las conformaciones 3D (por ejemplo, esferas). Para estimar un centro de imagen (x_0, y_0) , el dispositivo electrónico 310 puede tomar puntos de muestra a lo largo del delimitador del círculo de la imagen de ojo de pez (por ejemplo, cada una de las imágenes de ojo de pez). El dispositivo electrónico 310 puede usar las posiciones de estos puntos para aproximar un círculo. El centro del círculo estimado puede ser (x_0, y_0) . El dispositivo electrónico 310 también puede estimar el radio del círculo a partir del círculo estimado. Además, para la distancia focal f , si se conoce el FOV de la cámara de ojo de pez, tal como 180 grados, entonces $f \cdot \text{zeta} = \text{radio del círculo}$. En consecuencia, el dispositivo electrónico 310 puede determinar el radio del círculo como se describe anteriormente y zeta puede ser un ángulo (por ejemplo, una representación en radianes de $180/2$ grados o $\pi/2$). El dispositivo electrónico 310 puede a continuación determinar la distancia focal.

[0104] El dispositivo electrónico 310 puede obtener imágenes de ojo de pez de una pluralidad de cámaras de ojo de pez. Esto se puede conseguir como se describe anteriormente en relación con una o más de las figuras 3-4, por ejemplo.

[0105] El dispositivo electrónico 310 puede proyectar 1304 cada imagen de ojo de pez a una conformación 3D respectiva (por ejemplo, esfera) para cada cámara de ojo de pez. Esto se puede conseguir como se describe en relación con una o más de las figuras 3-4 y 7. Por ejemplo, cada imagen de ojo de pez de las cámaras de ojo de pez se puede proyectar 1304 a su propia conformación 3D (por ejemplo, esfera). Por ejemplo, cada lente de ojo de pez puede ser modelada por una esfera. En consecuencia, cada imagen de ojo de pez se puede proyectar 1304 a una conformación 3D (por ejemplo, esfera) que se determina mediante los parámetros de calibración correspondientes.

[0106] El dispositivo electrónico 310 puede rotar 1306 al menos una conformación 3D para compensar una inclinación de una cámara de ojo de pez correspondiente. Esto se puede conseguir como se describe de acuerdo con una o más de las figuras 3 y 5-7. Por ejemplo, una o más de las conformaciones 3D (por ejemplo, esferas) se pueden rotar para compensar la inclinación de las cámaras de ojo de pez. En algunas implementaciones, las cámaras se pueden instalar con ángulos de inclinación diferentes. Por ejemplo, una cámara frontal puede apuntar hacia arriba, mientras que otras cámaras pueden apuntar hacia abajo. Una o más imágenes de ojo de pez correspondientes a una o más cámaras de ojo de pez se pueden desinclinarse rotando la conformación 3D (por ejemplo, esfera) de modo que cada cámara tenga el mismo o sustancialmente el mismo ángulo de inclinación.

[0107] El dispositivo electrónico 310 puede rotar 1308 al menos una conformación 3D para alinear aproximadamente una imagen de ojo de pez correspondiente a una dirección. Esto se puede conseguir como se

describe en relación con una o más de las figuras 3 y 7. Por ejemplo, una o más de las conformaciones 3D (por ejemplo, esferas) se pueden rotar 1308 para corregir la dirección de las imágenes de ojo de pez. Cuando las imágenes de ojo de pez se proyectan en una conformación 3D (por ejemplo, una esfera), por ejemplo, inicialmente pueden apuntar a la misma dirección. En consecuencia, una o más imágenes de ojo de pez (por ejemplo, conformación 3D, esfera, etc.) se pueden rotar de manera que cada imagen de ojo de pez apunte a una dirección correcta. Para una imagen de ojo de pez proyectada correspondiente a una cámara frontal, por ejemplo, se puede rotar 1308 de manera que se dirija a la parte frontal de una conformación 3D común (por ejemplo, esfera común). En algunas configuraciones, la inclinación y/o la desalineación de la dirección (por ejemplo, error al apuntar) se puede predeterminar y/o evaluar antes del tiempo de ejecución. Por ejemplo, el error se puede predeterminar manualmente y/o el error se puede evaluar de antemano.

[0108] El dispositivo electrónico 310 puede proyectar 1310 al menos una parte de cada conformación 3D a una conformación 3D común (por ejemplo, una esfera común). Esto se puede conseguir como se describe en relación con una o más de las figuras 3 y 8-11. En algunas configuraciones, la conformación 3D común puede encerrar todas las conformaciones 3D. Por ejemplo, cada conformación 3D individual (por ejemplo, esfera) para cada cámara ojo de pez se puede proyectar 1310 a una conformación 3D común (por ejemplo, esfera común) que encierra todas las conformaciones 3D individuales (por ejemplo, esferas) para las cámaras ojo de pez.

[0109] El dispositivo electrónico 310 puede proyectar 1312 (por ejemplo, volver a proyectar) al menos una parte de la conformación 3D común (por ejemplo, imágenes de ojo de pez en la esfera común) a un plano común. Esto se puede conseguir como se describe en relación con una o más de las figuras 3 y 12. En algunas configuraciones, el plano común puede ser aproximadamente paralelo al suelo. Se puede usar cualquier enfoque de proyección. Por ejemplo, se puede usar una proyección estereográfica para proyectar cada imagen en la conformación 3D común (por ejemplo, esfera) a el plano común. En algunos enfoques, la proyección 1312 puede ser desde un polo norte del plano común (por ejemplo, una esfera común) al plano común que es aproximadamente paralelo al suelo.

[0110] El dispositivo electrónico 310 puede alinear 1314 las imágenes de ojo de pez. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede alinear 1314 las imágenes de ojo de pez entre sí (por ejemplo, con imágenes de ojo de pez contiguas) para las imágenes de ojo de pez que se han proyectado al plano común. Esto se puede conseguir como se describe en relación con una o más de las figuras 3, 10 y 12. En algunas configuraciones, se puede aplicar una transformación afín para alinear las imágenes de ojo de pez proyectadas sobre el plano común. Por ejemplo, las imágenes en el plano común se pueden traducir y/o ajustar a escala para que coincidan con las regiones superpuestas. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede usar una transformación proyectiva y/o mutación de imagen entre imágenes de ojo de pez.

[0111] El dispositivo electrónico 310 puede determinar un error de alineación. En algunas configuraciones, el error de alineación se puede determinar en base al grado de coincidencia de los píxeles entre las regiones superpuestas. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede calcular una correlación entre los píxeles de las regiones superpuestas. Se pueden calcular una o más correlaciones antes, durante y/o después de la alineación 1314. El error de alineación se puede indicar (por ejemplo, inversamente proporcional a) la correlación entre las regiones superpuestas o un valor (por ejemplo, puntuación) en base a la correlación entre las regiones superpuestas. Por ejemplo, cuanto mayor sea la correlación, menor será el error de alineación.

[0112] En algunas configuraciones, el error de alineación se puede basar adicionalmente o de forma alternativa en la coincidencia de rasgos característicos. Por ejemplo, pueden existir patrones y/o rasgos característicos en las regiones superpuestas. El dispositivo electrónico 310 puede determinar uno o más rasgos característicos (por ejemplo, puntos clave, vectores de rasgos característicos, etc.) en las regiones superpuestas. Por ejemplo, alinear 1314 las imágenes de ojo de pez puede incluir determinar los rasgos característicos. El error de alineación (por ejemplo, puntuación) se puede indicar por (por ejemplo, inversamente proporcional a) el grado de coincidencia de rasgos característicos entre las regiones superpuestas. Por ejemplo, el error de alineación se puede basar en una correlación de rasgos característicos (por ejemplo, vectores de rasgos característicos), distancias entre rasgos característicos (por ejemplo, puntos clave), etc.

[0113] El dispositivo electrónico 310 puede determinar 1316 si un error de alineación es demasiado grande. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede determinar 1316 si un error de alineación excede un umbral predeterminado. Si el error de alineación es demasiado grande (por ejemplo, si el error de alineación no es lo suficientemente pequeño, si el error de alineación excede el umbral predeterminado, etc.), el dispositivo electrónico 310 puede repetir u omitir uno o más funcionamientos (para ajustar la alineación hasta que el error de alineación sea menor que un umbral predefinido, por ejemplo). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede proyectar 1304 cada imagen de ojo de pez a una conformación 3D respectiva, rotar 1306 al menos una conformación 3D para compensar la inclinación, rotar 1308 al menos una conformación 3D para alinear una imagen de ojo de pez a una dirección, proyectar 1310 en al menos una parte de una conformación 3D a una conformación 3D común, proyectar 1312 al menos una parte de la conformación 3D común a un plano común y/o alinear 1314 las imágenes de ojo de pez (como sea necesario, por ejemplo) para reducir el error de alineación.

[0114] Si el error de alineación no es demasiado grande (por ejemplo, si el error de alineación es lo

suficientemente pequeño, si el error de alineación no excede el umbral predeterminado, etc.), el dispositivo electrónico 310 puede determinar 1318 al menos una unión entre imágenes de ojo de pez contiguas. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede seleccionar una o más uniones para recortar (por ejemplo, cortar) imágenes de ojo de pez contiguas y/o unir las imágenes. Una o más de las uniones pueden ser buenas (por ejemplo, las mejores uniones) para recortar y/o unir las imágenes de ojo de pez.

[0115] El dispositivo electrónico 310 puede recortar 1320 al menos una imagen de ojo de pez en base a la unión. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede recortar (por ejemplo, cortar, eliminar, etc.) una parte de una imagen de ojo de pez que se superpone con una imagen de ojo de pez contigua y/o que está más allá de la unión. Por ejemplo, se puede cortar una imagen de ojo de pez a lo largo de la unión. Una parte de la imagen de ojo de pez se puede mantener en la imagen combinada final (por ejemplo, vista combinada, vista envolvente, etc.), mientras que una o más partes se pueden descartar. Los datos de imagen recortados (por ejemplo, cortados) se pueden descartar en algunas configuraciones. Adicionalmente o de forma alternativa, el dispositivo electrónico 310 puede unir (por ejemplo, combinar, unir, etc.) las imágenes.

[0116] Generar una vista combinada puede incluir alinear 1314 las imágenes de ojo de pez, determinar 1318 al menos una unión entre imágenes de ojo de pez contiguas, recortar 1320 al menos una imagen de ojo de pez y/o unir imágenes de ojo de pez. Después de generar la vista combinada (por ejemplo, determinar 1318 al menos una unión, recortar 1320 al menos una imagen de ojo de pez y/o unir imágenes de ojo de pez), en algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede generar la vista combinada (por ejemplo, vista envolvente). Por ejemplo, el dispositivo electrónico 310 puede generar la vista combinada a una o más pantallas de visualización y/o puede enviar la vista combinada a otro dispositivo. En algunas configuraciones, el dispositivo electrónico 310 puede almacenar la vista combinada en la memoria. En las figuras 14-22 se muestra un ejemplo de la generación de vista combinada (por ejemplo, vista envolvente) a partir de cámaras de ojo de pez.

[0117] La figura 14 ilustra un ejemplo de cuatro imágenes de ojo de pez de entrada de cuatro cámaras de ojo de pez. En este ejemplo, en orden de izquierda a derecha, una primera imagen de ojo de pez 1402a corresponde a una cámara de ojo de pez frontal en un vehículo, una segunda imagen de ojo de pez 1402b corresponde a una cámara de ojo de pez derecha en el vehículo, una tercera imagen de ojo de pez 1402c corresponde a una cámara de ojo de pez izquierda en el vehículo y una cuarta imagen de ojo de pez 1402d corresponde a una cámara de ojo de pez trasera en el vehículo. Las imágenes de ojo de pez 1402a-d se pueden obtener como se describe anteriormente en conexión con una o más de las figuras 1, 3-4 y 13.

[0118] La figura 15 ilustra un ejemplo de una imagen de ojo de pez 1578 en un plano 1576. En este ejemplo, la primera imagen de ojo de pez 1402a (por ejemplo, imagen de cámara de ojo de pez frontal) de la figura 14 se ha proyectado a una esfera y a continuación se ha proyectado a un plano 1576 aproximadamente paralelo a un plano del suelo. Como se puede observar en la figura 15, la imagen de ojo de pez 1578 correspondiente a la cámara de ojo de pez frontal no se ha rotado a una dirección frontal. En consecuencia, la imagen de ojo de pez 1578 mira hacia la derecha (en lugar de hacia la parte frontal para la cámara frontal).

[0119] La figura 16 ilustra otro ejemplo de una imagen de ojo de pez 1682 en un plano 1680. En este ejemplo, la primera imagen de ojo de pez 1402a (por ejemplo, imagen de cámara de ojo de pez frontal) de la figura 14 se proyectó a una esfera individual. A continuación, la esfera individual se rotó 90 grados (horizontalmente) para alinear la imagen de ojo de pez 1682 a una dirección frontal. La esfera individual también se rotó 15 grados (verticalmente) para compensar una inclinación en la cámara de ojo de pez frontal. La esfera individual se proyectó a una esfera común. La imagen de ojo de pez 1682 se proyectó a continuación al plano 1680. Como se puede observar, la imagen de ojo de pez 1682 mira hacia la parte frontal (correspondiente a la cámara de ojo de pez frontal, por ejemplo).

[0120] La figura 17 ilustra otro ejemplo de una imagen de ojo de pez 1786 en un plano 1780. En este ejemplo, la segunda imagen de ojo de pez 1402b (por ejemplo, la imagen de la cámara de ojo de pez derecha) de la figura 14 se proyectó a una esfera individual. En este caso, es posible que la esfera individual no se haya rotado para alinearse a una dirección (ya que la imagen de ojo de pez 1786 ya puede estar orientada en la dirección correcta, por ejemplo), aunque la esfera se puede haber rotado para compensar una inclinación. La imagen de ojo de pez 1786 se proyectó a continuación a una esfera común y a continuación se proyectó al plano 1780. En este ejemplo, el plano 1780 puede ser el mismo que el plano 1680 descrito en relación con la figura 16 (por ejemplo, un plano común).

[0121] La figura 18 ilustra un ejemplo de imágenes de ojo de pez 1882, 1886 en un plano común 1880. En este ejemplo, tanto la primera imagen de ojo de pez 1402a (por ejemplo, la imagen de cámara de ojo de pez frontal) como la segunda imagen de ojo de pez 1402b (por ejemplo, la imagen de cámara de ojo de pez derecha) de la figura 14 se proyectaron al plano común 1880 como se describe en relación con las figuras 16-17. En consecuencia, las imágenes de ojo de pez correspondientes 1882, 1886 se ilustran en un plano común 1880. Las imágenes de ojo de pez 1882, 1886 también se alinearon. Como se puede observar en la figura 18, existe una superposición 1888 entre las imágenes de ojo de pez 1882, 1886.

[0122] La figura 19 ilustra otro ejemplo de imágenes de ojo de pez 1990, 1992, 1994, 1996 en un plano común 1980. En este ejemplo, la primera imagen de ojo de pez 1402a (por ejemplo, imagen de cámara de ojo de pez frontal), la segunda imagen de ojo de pez 1402b (por ejemplo, imagen de cámara de ojo de pez derecha), la tercera imagen de ojo de pez 1402c (por ejemplo, imagen de cámara de ojo de pez izquierda) y la cuarta imagen de ojo de pez 1402d (por ejemplo, Imagen de cámara de ojo de pez trasera) de la figura 14 se proyectaron al plano común 1980. En consecuencia, las imágenes de ojo de pez 1990, 1992, 1994, 1996 correspondientes se ilustran en un plano común 1980. Una o más de las imágenes de ojo de pez de 1990, 1992, 1994, 1996 pueden haber sido ajustadas (por ejemplo, rotadas para alinearse a una dirección y/o rotadas para compensar la inclinación). Las imágenes de ojo de pez 1990, 1992, 1994, 1996 también se alinearon, recortaron y unieron. Como se puede observar en la figura 19, solo se conservan o permanecen partes de cada imagen de ojo de pez 1990, 1992, 1994, 1996.

[0123] La figura 20 ilustra un ejemplo de una vista combinada (por ejemplo, una vista envolvente) 2098 en un plano común 2080. En este ejemplo, una vista combinada de 360 grados desde arriba hacia abajo 2098 en el plano común 2080 puede ser la imagen resultante de los procedimientos descritos en relación con las figuras 14 y 16-19.

[0124] La figura 21 ilustra otro ejemplo de una vista combinada 2198. En este ejemplo, la vista combinada 2098 de la figura 20 se ha cortado además y se ha insertado una imagen de vehículo 2101 (por ejemplo, un modelo) para producir la vista combinada 2198. Por ejemplo, un vehículo se puede representar como un modelo o representación de un vehículo real en la vista combinada 2098. Cabe señalar que una vista combinada se puede cortar en otras conformaciones.

[0125] La figura 22 ilustra otro ejemplo de una vista combinada 2298. En este ejemplo, la vista combinada 2098 de la figura 20 se ha proyectado a una conformación hemielipsoidal para proporcionar un efecto de vista 3D. Adicionalmente, la vista combinada 2098 de la figura 20 se ha cortado para eliminar una parte de la vista trasera y se ha insertado una imagen de vehículo 2201 (por ejemplo, un modelo) para producir la vista combinada 2198. Además, un punto de vista de la vista combinada 2298 forma un ángulo oblicuo por encima y por detrás del vehículo en este ejemplo.

[0126] La figura 23 ilustra determinados componentes que se pueden incluir dentro de un dispositivo electrónico 2310 configurado para implementar diversas configuraciones de los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento. Ejemplos del dispositivo electrónico 2310 pueden incluir cámaras, videocámaras, cámaras digitales, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores (por ejemplo, ordenadores de escritorio, ordenadores portátiles, etc.), tabletas, reproductores multimedia, televisores, vehículos, automóviles, cámaras personales, cámaras portátiles, dispositivos de realidad virtual (por ejemplo, auriculares), dispositivos de realidad aumentada (por ejemplo, auriculares), dispositivos de realidad mixta (por ejemplo, auriculares), cámaras de acción, cámaras de vigilancia, cámaras montadas, cámaras conectadas, robots, aviones, drones, vehículos aéreos no tripulados (UAV), aplicaciones inteligentes, equipos sanitarios, consolas de juegos, asistentes digitales personales (PDA), decodificadores, etc. El dispositivo electrónico 2310 se puede implementar de acuerdo con el dispositivo electrónico 310 descrito en relación con la figura 3. El dispositivo electrónico 2310 incluye un procesador 2321. El procesador 2321 puede ser un microprocesador de propósito general con un único o múltiples chips (por ejemplo, un ARM), un microprocesador de propósito especial (por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP)), un microcontrolador, una matriz de puertas programables, etc. El procesador 2321 se puede denominar unidad de procesamiento central (CPU). Aunque solo se muestra un único procesador 2321 en el dispositivo electrónico 2310, en una configuración alternativa, se podría implementar una combinación de procesadores (por ejemplo, un ARM y un DSP).

[0127] El dispositivo inalámbrico 2310 incluye también una memoria 2307. La memoria 2307 puede ser cualquier componente electrónico que pueda almacenar información electrónica. La memoria 2307 se puede incorporar como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), unos medios de almacenamiento en disco magnético, unos medios de almacenamiento ópticos, unos dispositivos de memoria flash en RAM, una memoria integrada incluida con el procesador, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, unos registros, etc., incluyendo las combinaciones de los mismos.

[0128] En la memoria 2307 se pueden almacenar datos 2305a e instrucciones 2303a. Las instrucciones 2303a se pueden ejecutar mediante el procesador 2321 para implementar uno o más de los procedimientos (por ejemplo, procedimiento 400, procedimiento 1300), procesos, etapas y/o funciones que se describen en el presente documento. La ejecución de las instrucciones 2303a puede implicar el uso de los datos 2305a que están almacenados en la memoria 2307. Cuando el procesador 2321 ejecuta las instrucciones 2303, se pueden cargar diversas partes de las instrucciones 2303b en el procesador 2321, y/o se pueden cargar diversas partes de datos 2305b en el procesador 2321.

[0129] El dispositivo electrónico 2310 también puede incluir un transmisor 2313 y un receptor 2315 para permitir la transmisión y recepción de señales hacia y desde el dispositivo electrónico 2310. El transmisor 2313 y el receptor 2315 se pueden denominar conjuntamente transceptor 2323. Una o múltiples antenas 2311a-b pueden estar

acopladas eléctricamente al transceptor 2323. El dispositivo electrónico 2310 puede incluir también (no mostrados) múltiples transmisores, múltiples receptores, múltiples transceptores y/o antenas adicionales.

[0130] El dispositivo electrónico 2310 puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 2317. El dispositivo electrónico 2310 también puede incluir una interfaz de comunicación 2319. La interfaz de comunicación 2319 puede permitir y/o habilitar uno o más tipos de entrada y/o salida. Por ejemplo, la interfaz de comunicación 2319 puede incluir uno o más puertos y/o dispositivos de comunicación para vincular otros dispositivos al dispositivo electrónico 2310. En algunas configuraciones, la interfaz de comunicación 2319 puede incluir el transmisor 2313, el receptor 2315 o ambos (por ejemplo, el transceptor 2323). Adicionalmente o de forma alternativa, la interfaz de comunicación 2319 puede incluir una o más interfaces diferentes (por ejemplo, pantalla táctil, teclado numérico, teclado, micrófono, cámara, etc.). Por ejemplo, la interfaz de comunicación 2319 puede permitir que un usuario interactúe con el dispositivo electrónico 2310.

[0131] Los diversos componentes del dispositivo electrónico 2310 se pueden acoplar entre sí mediante uno o más buses, que pueden incluir un bus de alimentación, un bus de señales de control, un bus de señales de estado, un bus de datos, etc. En aras de la claridad, los diversos buses se ilustran en la figura 23 como un sistema de bus 2309.

[0132] El término "determinar" engloba una amplia variedad de acciones y, por lo tanto, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), verificar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder, (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Además, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

[0133] La frase "en base a" no significa "en base solo a", a menos que se especifique expresamente lo contrario. En otras palabras, la frase "en base a" describe tanto "en base solo a" como "en base al menos a".

[0134] El término "procesador" se debería interpretar en un sentido amplio para englobar un procesador de propósito general, una unidad de procesamiento central (CPU), un microprocesador, un procesador de señales digitales (DSP), un controlador, un microcontrolador, una máquina de estados, etc. En algunas circunstancias, un "procesador" se puede referir a un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un dispositivo lógico programable (PLD), una matriz de puertas programables *in situ* (FPGA), etc. El término "procesador" se puede referir a una combinación de dispositivos de procesamiento, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[0135] El término "memoria" se debería interpretar en un sentido amplio para englobar cualquier componente electrónico capaz de almacenar información electrónica. El término memoria se puede referir a diversos tipos de medios legibles por procesador tales como memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable borrable (EPROM), PROM borrable eléctricamente (EEPROM), memoria flash, almacenamiento de datos magnéticos u ópticos, registros, etc. Se dice que la memoria está en comunicación electrónica con un procesador si el procesador puede leer información de y/o escribir información en la memoria. La memoria, que es una parte integrante de un procesador, está en comunicación electrónica con el procesador.

[0136] Los términos "instrucciones" y "código" se deberían interpretar en un sentido amplio para incluir cualquier tipo de sentencia(s) legible(s) por ordenador. Por ejemplo, los términos "instrucciones" y "código" se pueden referir a uno o más programas, rutinas, subrutinas, funciones, procesos, etc. "Instrucciones" y "código" pueden comprender una única sentencia legible por ordenador o muchas sentencias legibles por ordenador.

[0137] Las funciones descritas en el presente documento se pueden implementar en programa informático o firmware que se ejecuta mediante hardware. Las funciones se pueden almacenar como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Los términos "medio legible por ordenador" o "producto de programa informático" se refieren a cualquier medio de almacenamiento tangible al que se pueda acceder por un ordenador o un procesador. A modo de ejemplo, y no de limitación, un medio legible por ordenador puede comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro dispositivo de almacenamiento en disco óptico, de almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray®, de los cuales los discos flexibles reproducen normalmente datos magnéticamente, mientras que los demás discos reproducen datos ópticamente con láseres. Cabe destacar que un medio legible por ordenador puede ser tangible y no transitorio. El término "producto de programa informático" se refiere a un dispositivo o procesador informático en combinación con código o instrucciones (por ejemplo, un "programa") que se pueden ejecutar, procesar o computar mediante el dispositivo o procesador informático. Como se usa en el presente documento, el término "código" se puede referir a programa informático, instrucciones, código o datos que son ejecutables por un

dispositivo o procesador informático.

[0138] El programa informático o las instrucciones se pueden transmitir también a través de un medio de transmisión. Por ejemplo, si el programa informático se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio de transmisión.

[0139] Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se requiera un orden específico de etapas o acciones para un funcionamiento apropiado del procedimiento que se describe, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se puede modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

[0140] Además, se debe apreciar que los módulos y/u otros medios apropiados para realizar los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento se pueden descargar y/o de otro modo obtener mediante un dispositivo. Por ejemplo, un dispositivo se puede acoplar a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos divulgados en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos divulgados en el presente documento se pueden proporcionar por medio de medios de almacenamiento (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de modo que un dispositivo puede obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo.

[0141] Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y los componentes precisos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar diversas modificaciones, cambios y variantes en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los sistemas, procedimientos y aparatos descritos en el presente documento sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo electrónico, que comprende:
5 un procesador configurado para:
obtener una imagen desde cada una de una pluralidad de cámaras situadas en diferentes localizaciones;
para cada una de la pluralidad de cámaras situadas en diferentes localizaciones, proyectar la imagen
10 obtenida en una esfera separada, en el que cada esfera separada tiene una localización diferente;
proyectar al menos una parte de cada una de la pluralidad de esferas separadas en una parte de una
esfera común que encierra todas las esferas separadas; y
15 generar una vista combinada de las imágenes obtenidas a partir de las imágenes proyectadas en la esfera
común.
2. El dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en el que el procesador está configurado para rotar al menos
una de las esferas separadas para alinear aproximadamente una imagen correspondiente con una dirección,
20 o en el que el procesador está configurado para rotar al menos una de las esferas separadas para compensar
una inclinación de una cámara correspondiente.
3. El dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en el que el procesador está configurado para proyectar al
menos una parte de la esfera común en un plano común.
25
4. El dispositivo electrónico de la reivindicación 3, en el que el procesador está configurado para proyectar la
esfera común desde un polo norte de la esfera común al plano común, en el que el plano común es
aproximadamente paralelo al suelo, o en el que el procesador está configurado para alinear las imágenes
30 proyectadas en el plano común.
5. El dispositivo electrónico de la reivindicación 4, en el que el procesador está configurado para determinar si
un error de alineación excede un umbral predeterminado.
6. El dispositivo electrónico de la reivindicación 4, en el que el procesador está configurado para determinar al
menos una unión entre imágenes contiguas y recortar las imágenes para producir una imagen combinada.
35
7. Dispositivo electrónico de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el procesador está configurado para
proyectar la imagen combinada en una conformación, o en el que las cámaras están instaladas en un vehículo
y el procesador está configurado para presentar la vista combinada en el vehículo.
40
8. El dispositivo electrónico de la reivindicación 1, en el que las imágenes son imágenes gran angular y las
cámaras son cámaras gran angular.
9. Un procedimiento, que comprende:
45 obtener una imagen de cada una de una pluralidad de cámaras situadas en diferentes localizaciones;
para cada una de la pluralidad de cámaras situadas en diferentes localizaciones, proyectar la imagen
obtenida en una esfera separada, en el que cada esfera separada tiene una localización diferente;
50 proyectar al menos una parte de cada una de la pluralidad de esferas separadas en una parte de una
esfera común que encierra todas las esferas separadas; y
generar una vista combinada de las imágenes obtenidas a partir de las imágenes proyectadas en la esfera
55 común.
10. El procedimiento de la reivindicación 8, que comprende además:
rotar al menos una de las esferas separadas para alinear aproximadamente una imagen correspondiente
60 con una dirección; o
rotar al menos una de las esferas separadas para compensar la inclinación de una cámara
correspondiente.
- 65 11. El procedimiento de la reivindicación 8, que comprende además:

proyectar al menos una parte de la esfera común en un plano común.

5 **12.** El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la esfera común se proyecta desde un polo norte de la esfera común al plano común, en el que el plano común es aproximadamente paralelo al suelo; o en el que generar la vista combinada comprende alinear las imágenes proyectadas en el plano común.

10 **13.** El procedimiento de la reivindicación 12, en el que generar la vista combinada comprende:

 determinar al menos una unión entre imágenes contiguas; y

 recortar las imágenes para producir una imagen combinada.

15 **14.** El procedimiento de la reivindicación 13, en el que generar la vista combinada comprende proyectar la imagen combinada en una conformación o en el que las cámaras están instaladas en un vehículo y la vista combinada se presenta en el vehículo.

20 **15.** Un producto de programa informático, que comprende un medio tangible no transitorio legible por ordenador, que tiene instrucciones en el mismo que, cuando son ejecutadas por un ordenador, provocan que el ordenador realice el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14.

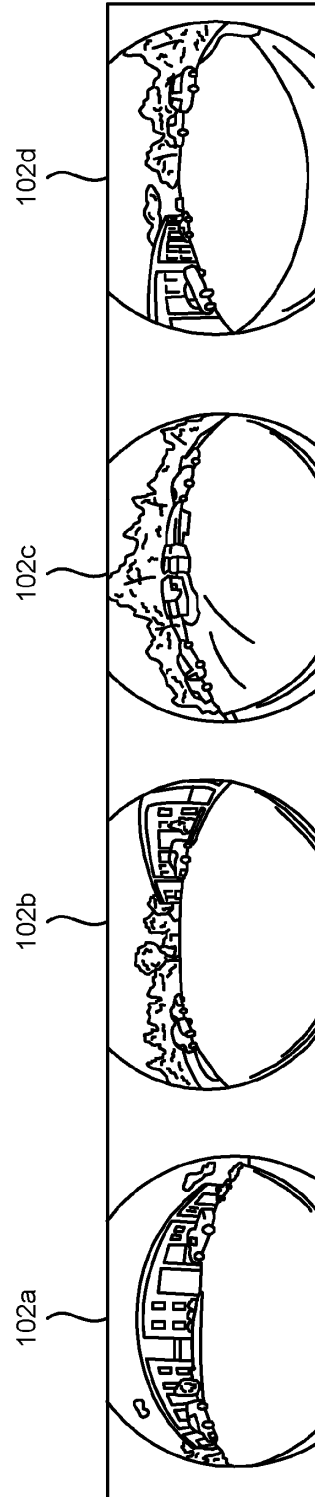


FIG. 1

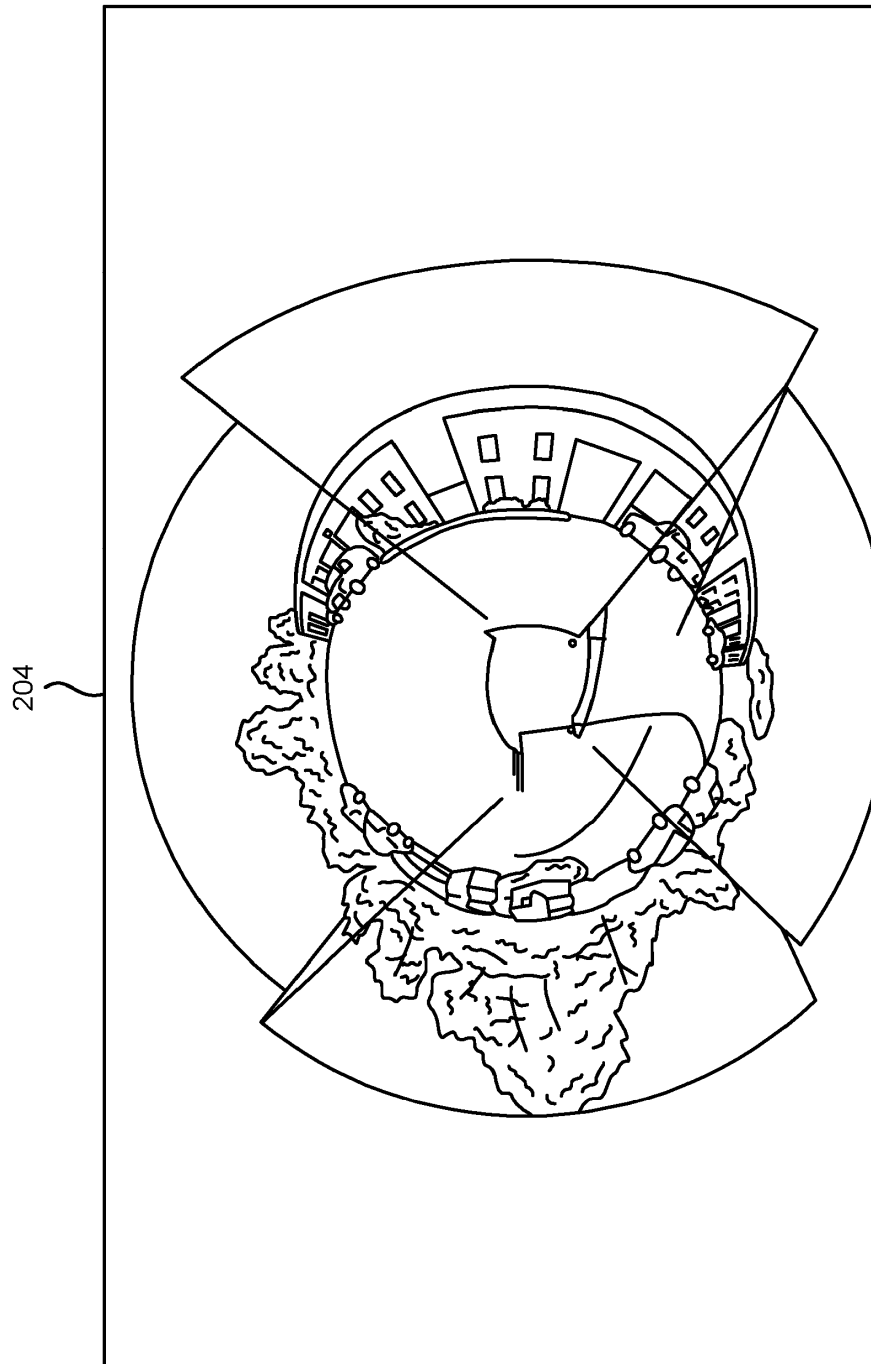


FIG. 2

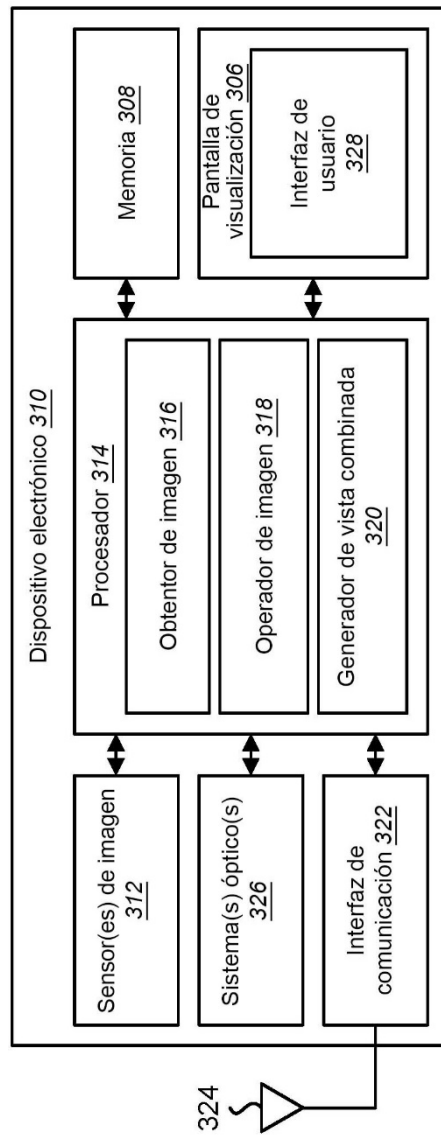


FIG. 3

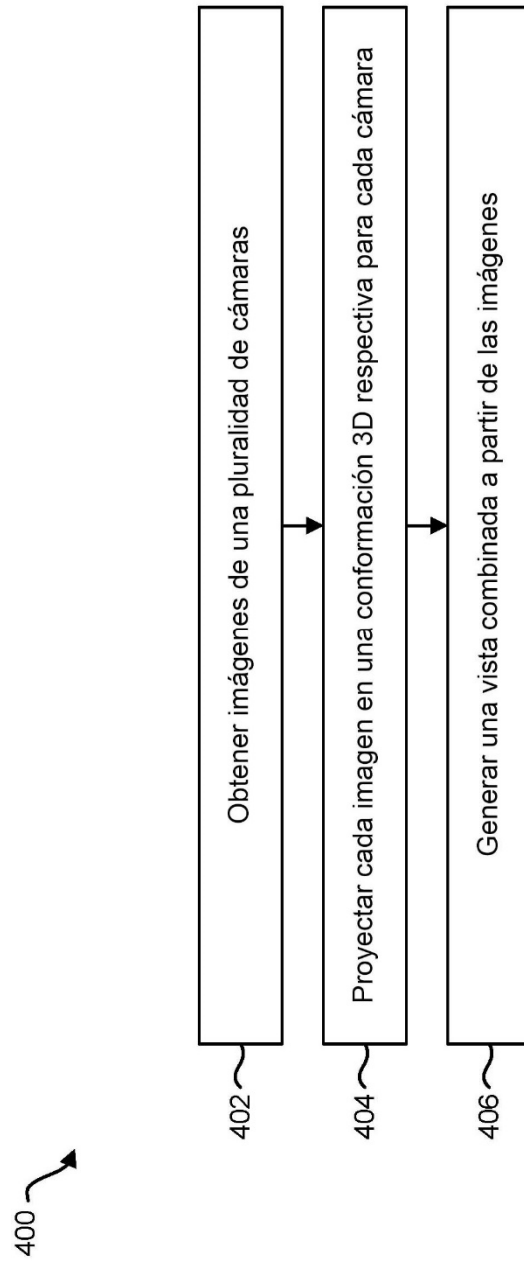


FIG. 4

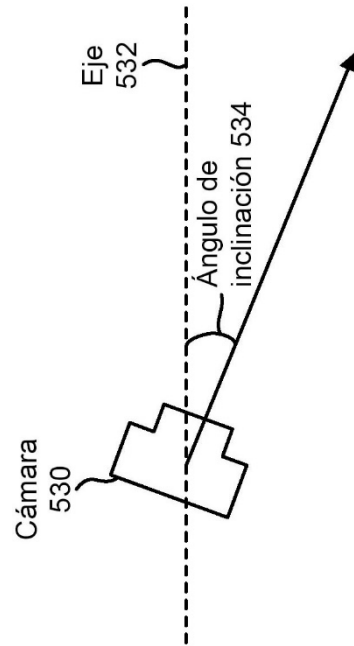


FIG. 5

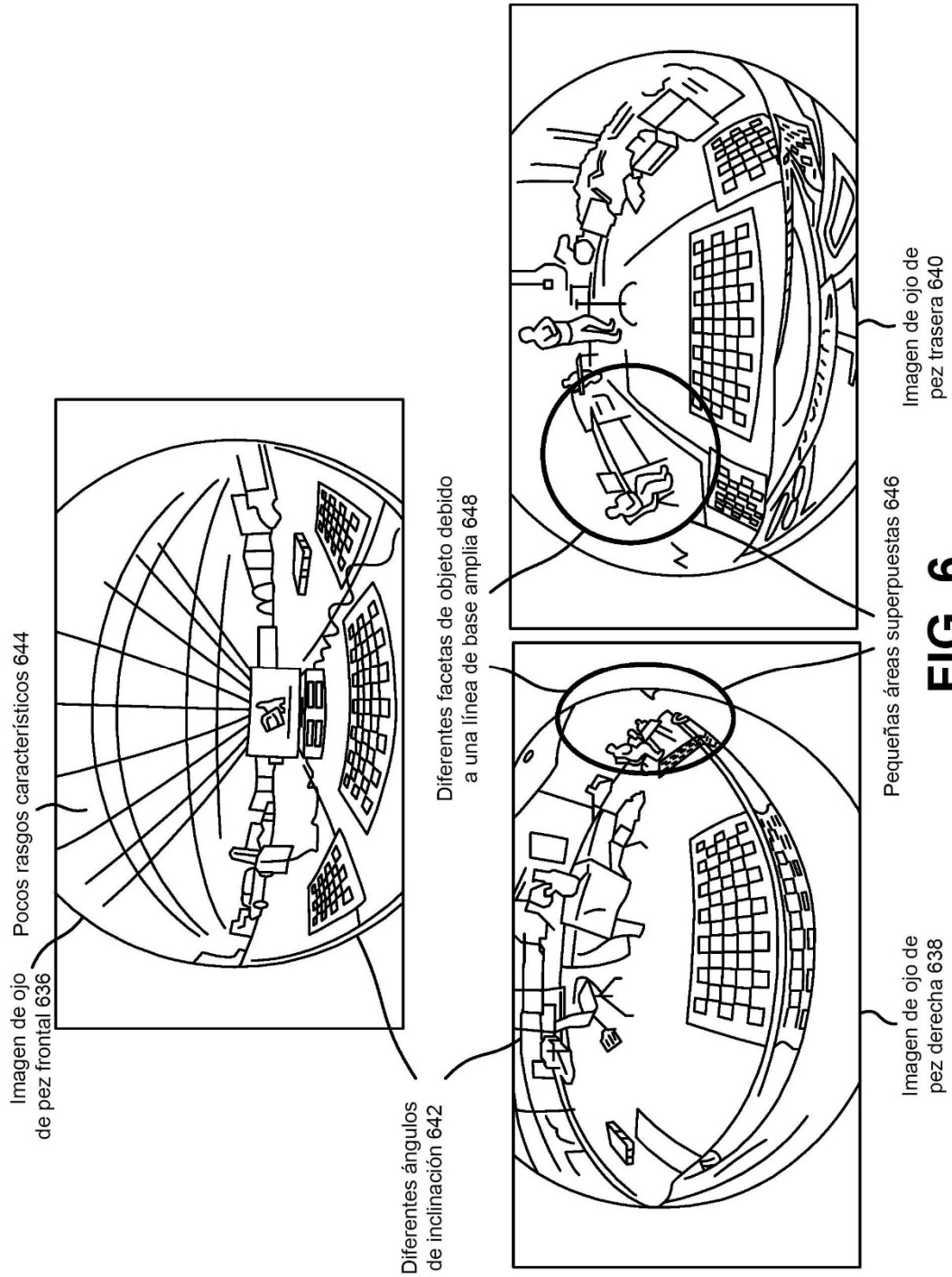


FIG. 6

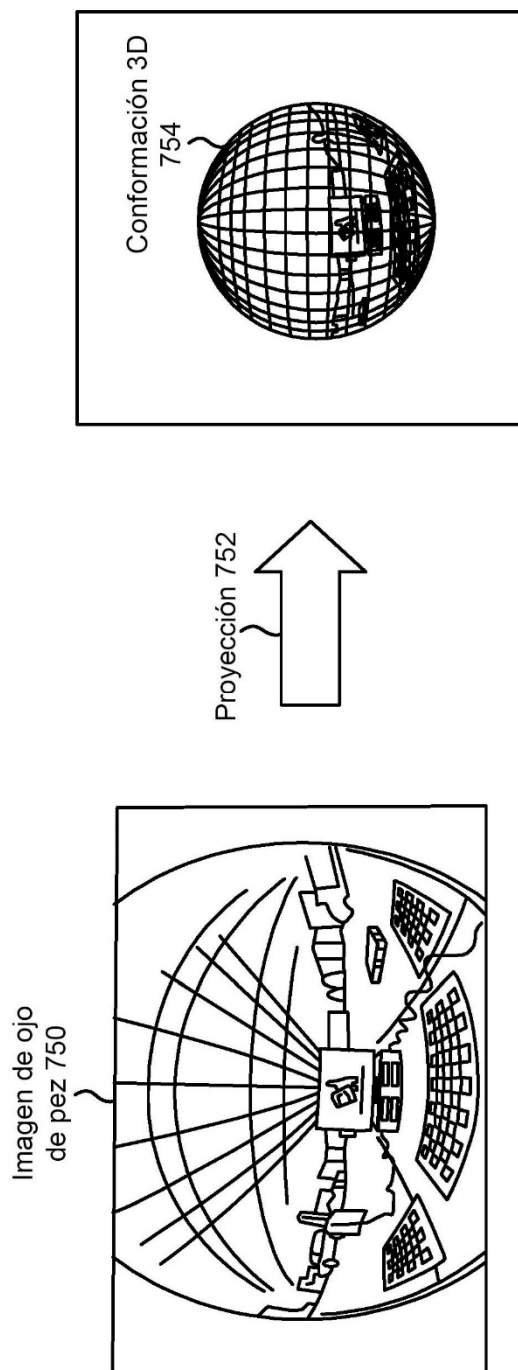


FIG. 7

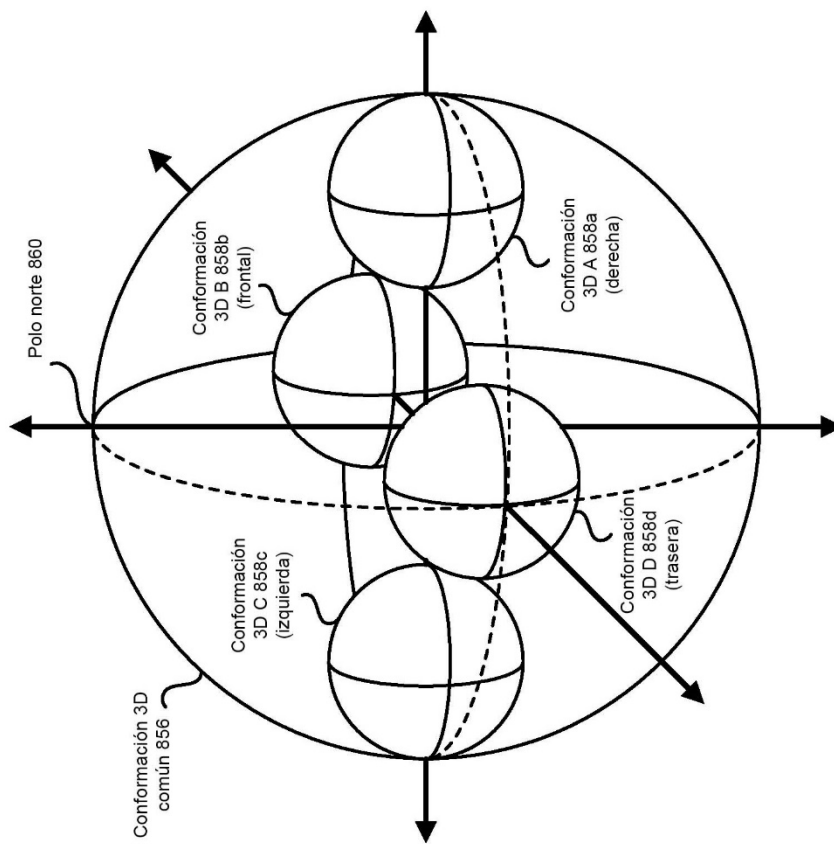


FIG. 8

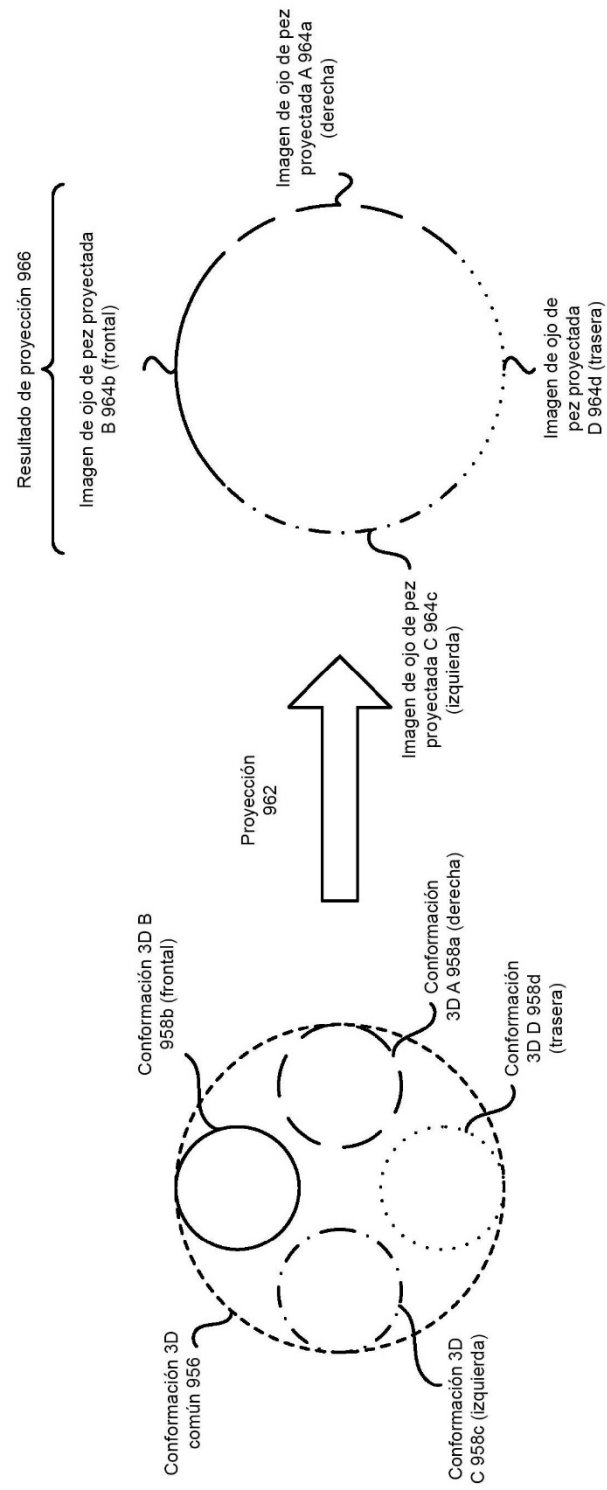


FIG. 9

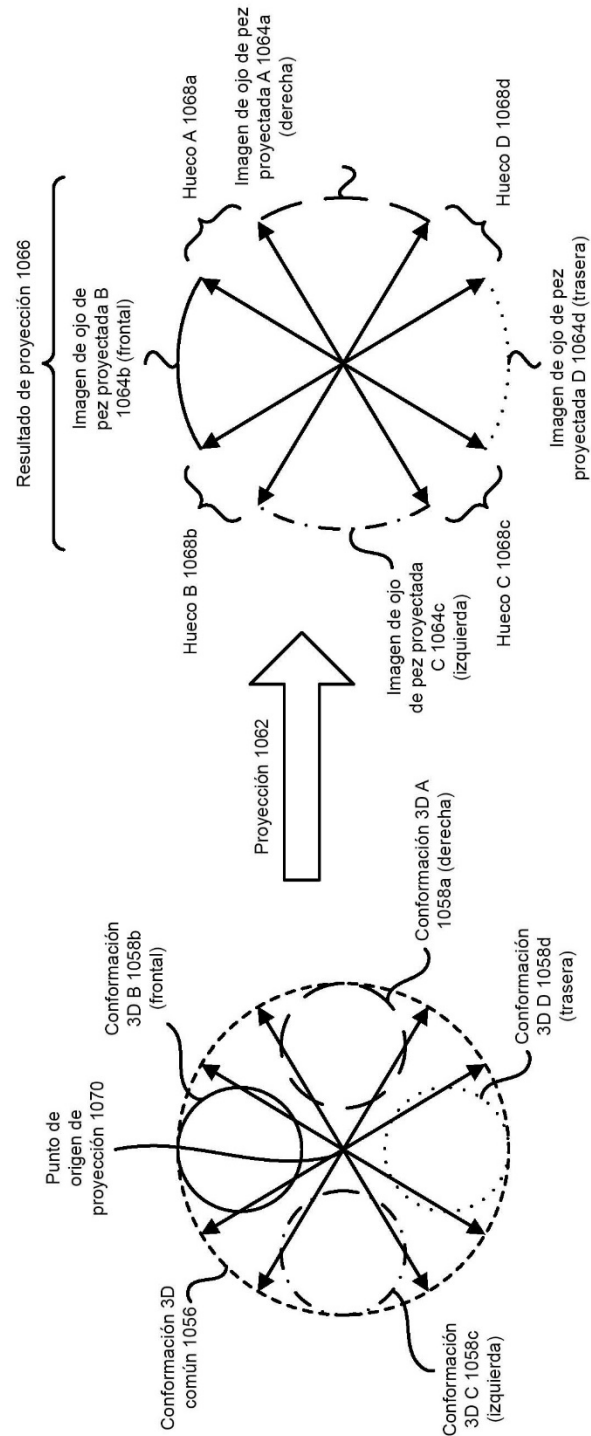


FIG. 10

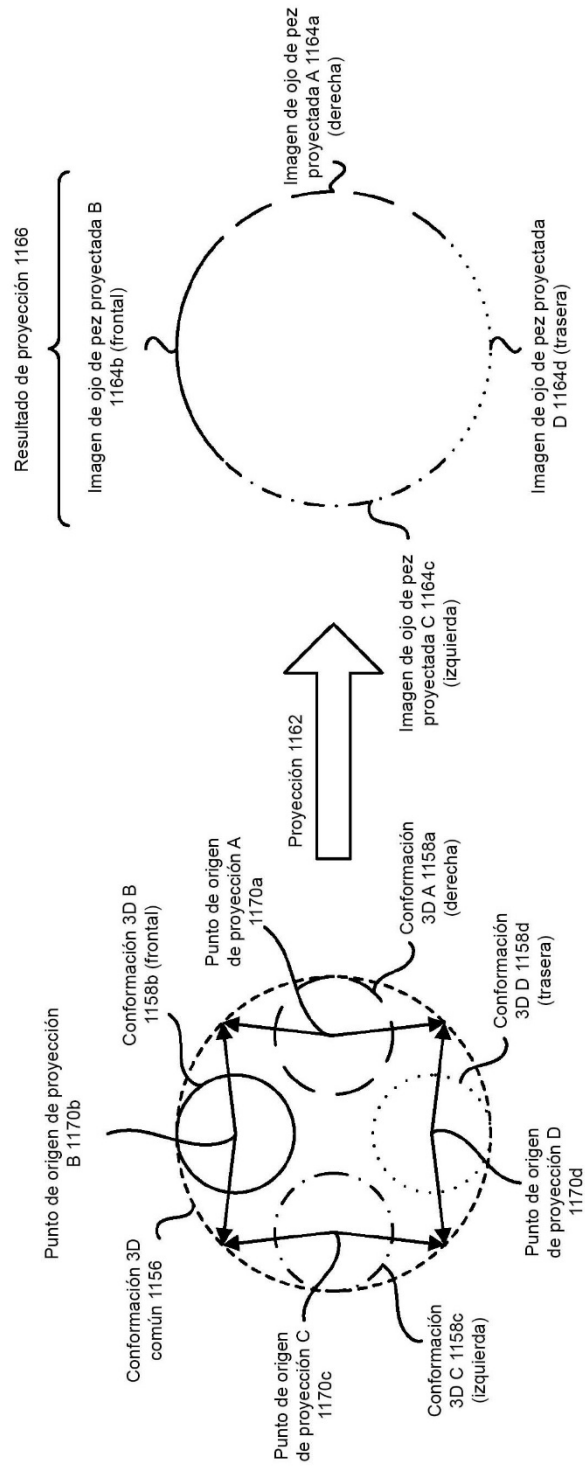


FIG. 11

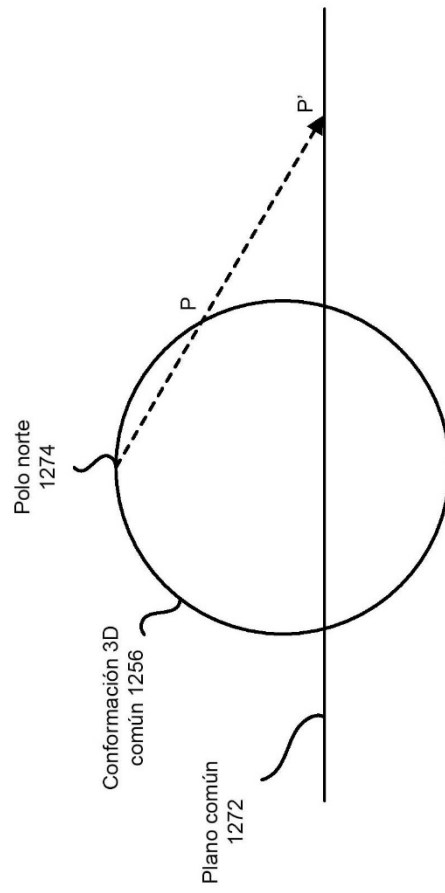


FIG. 12

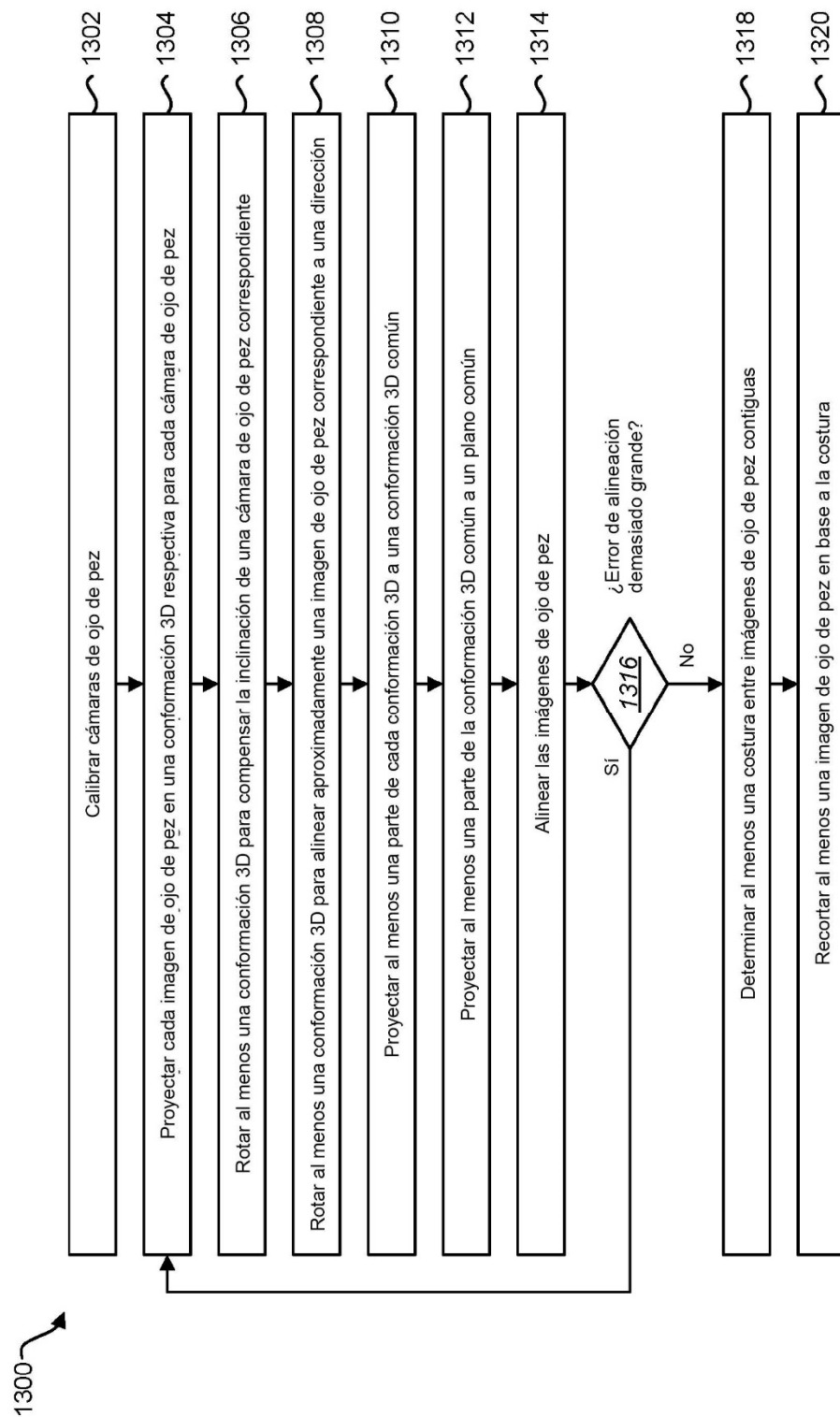


FIG. 13

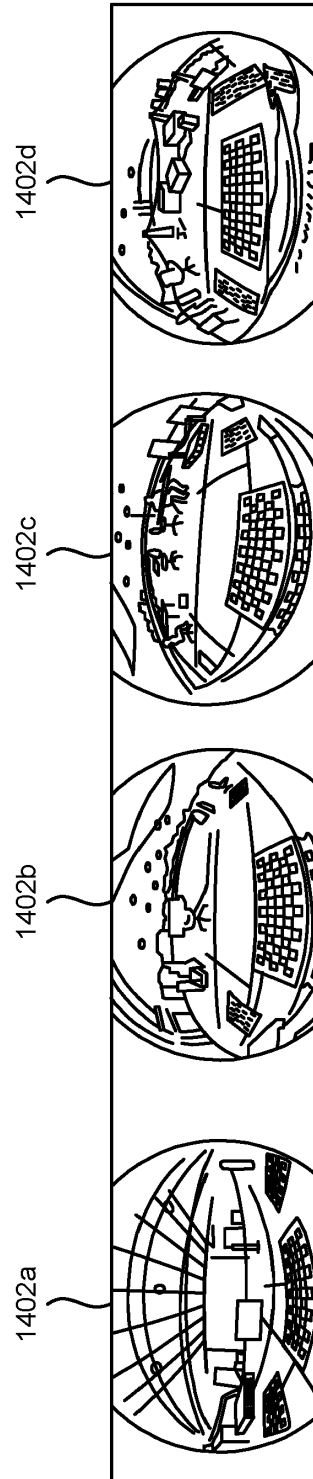


FIG. 14

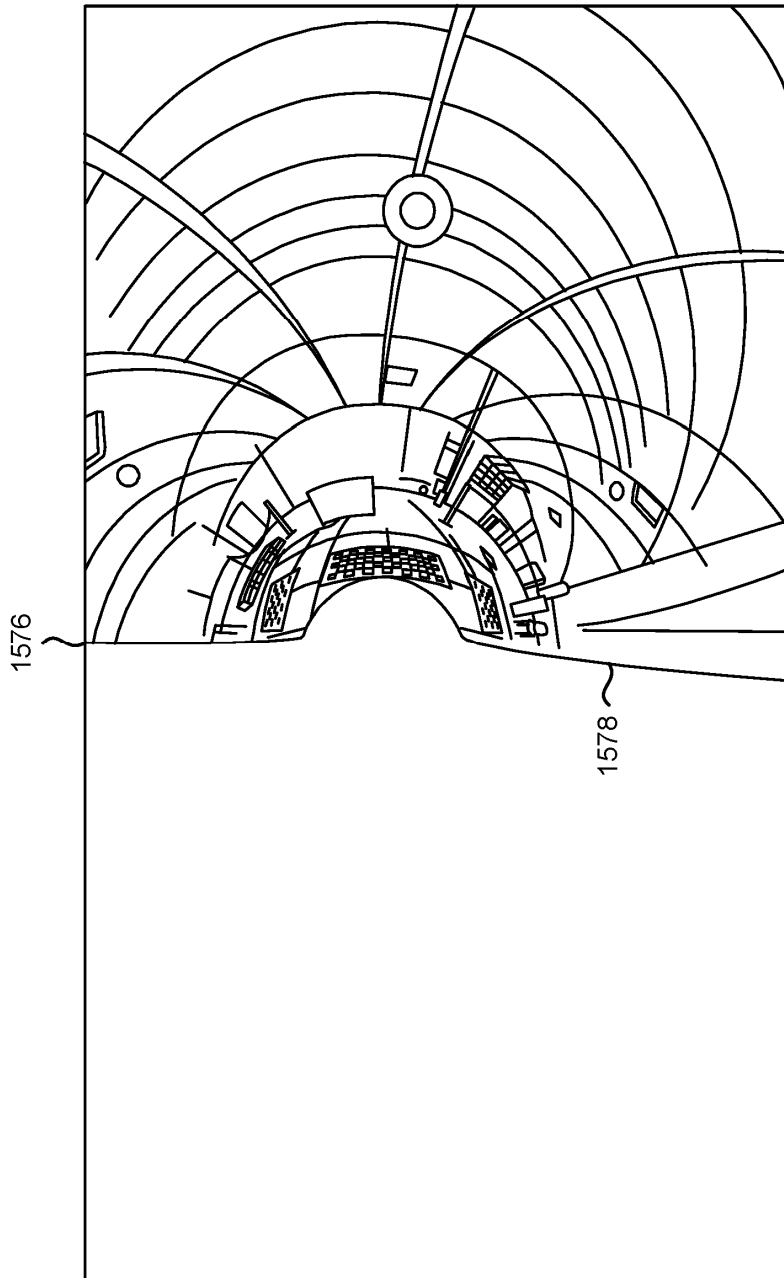


FIG. 15

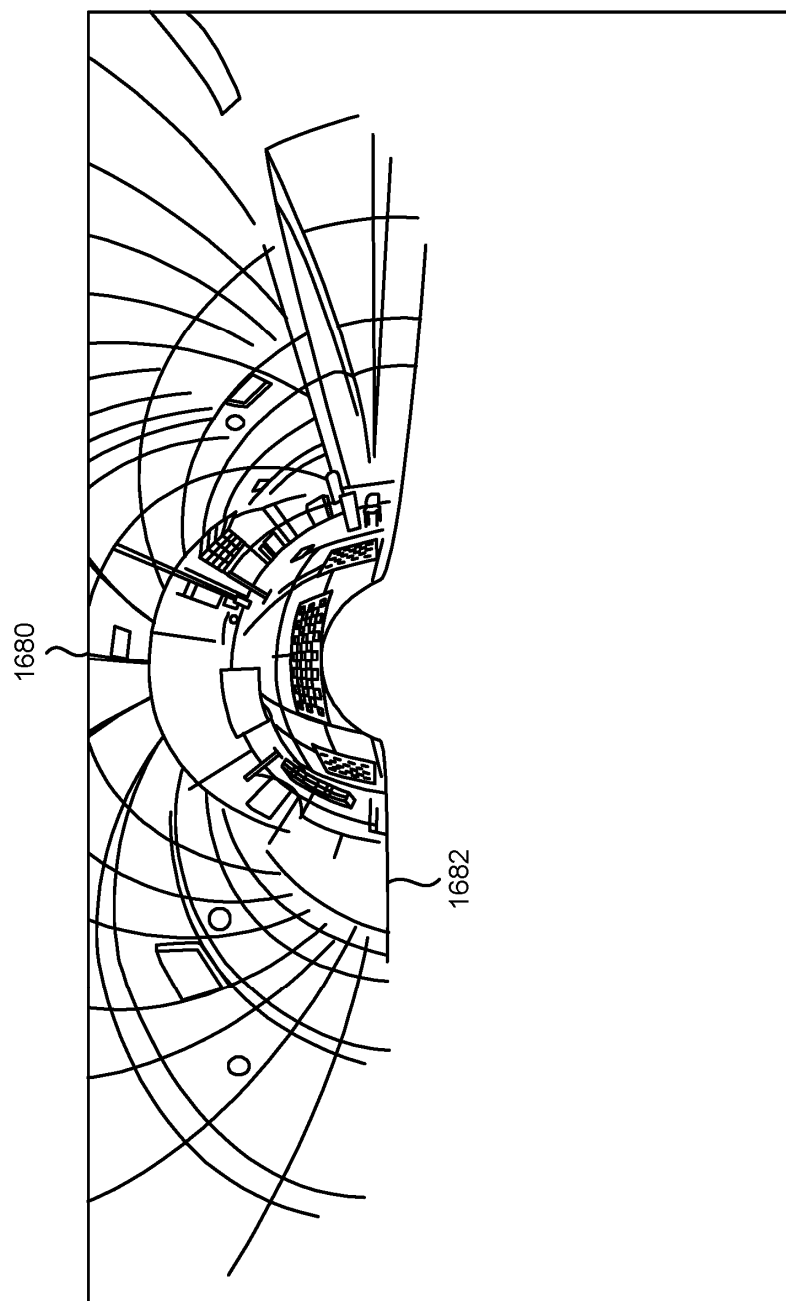


FIG. 16

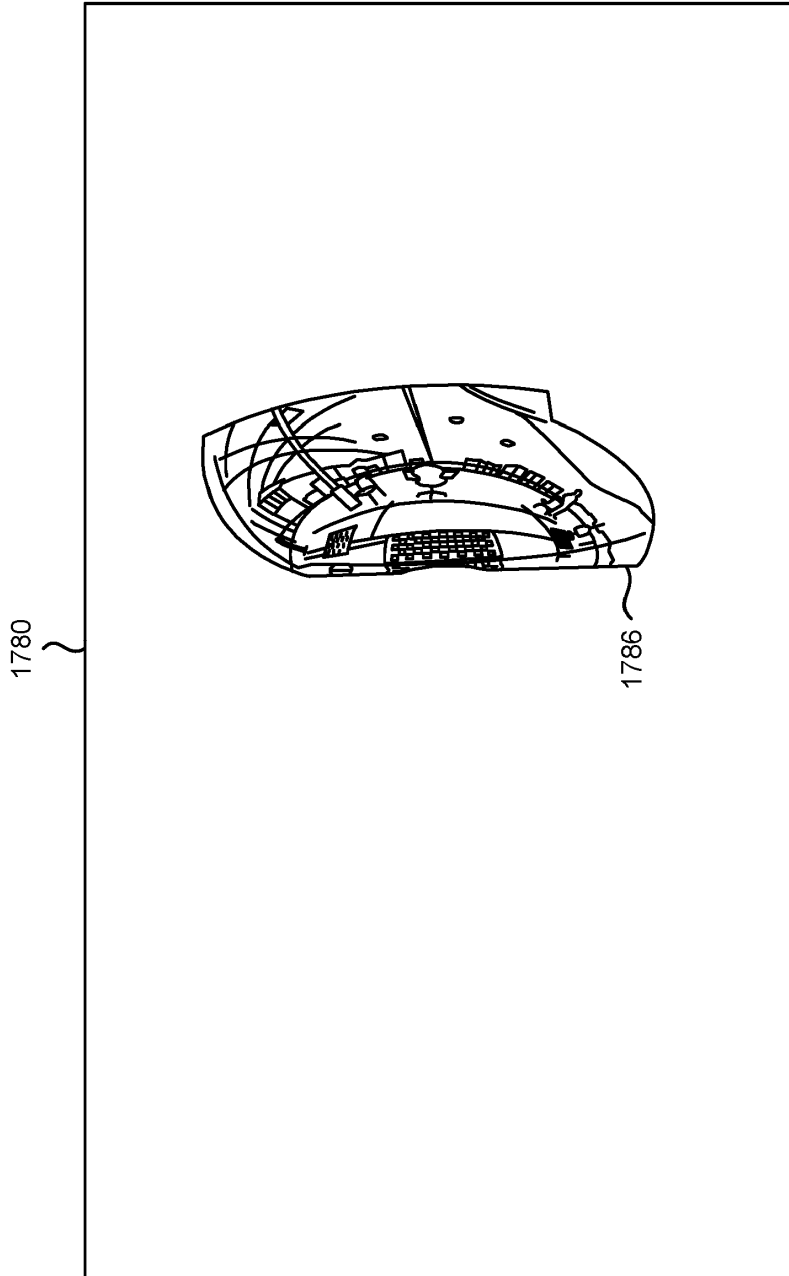


FIG. 17

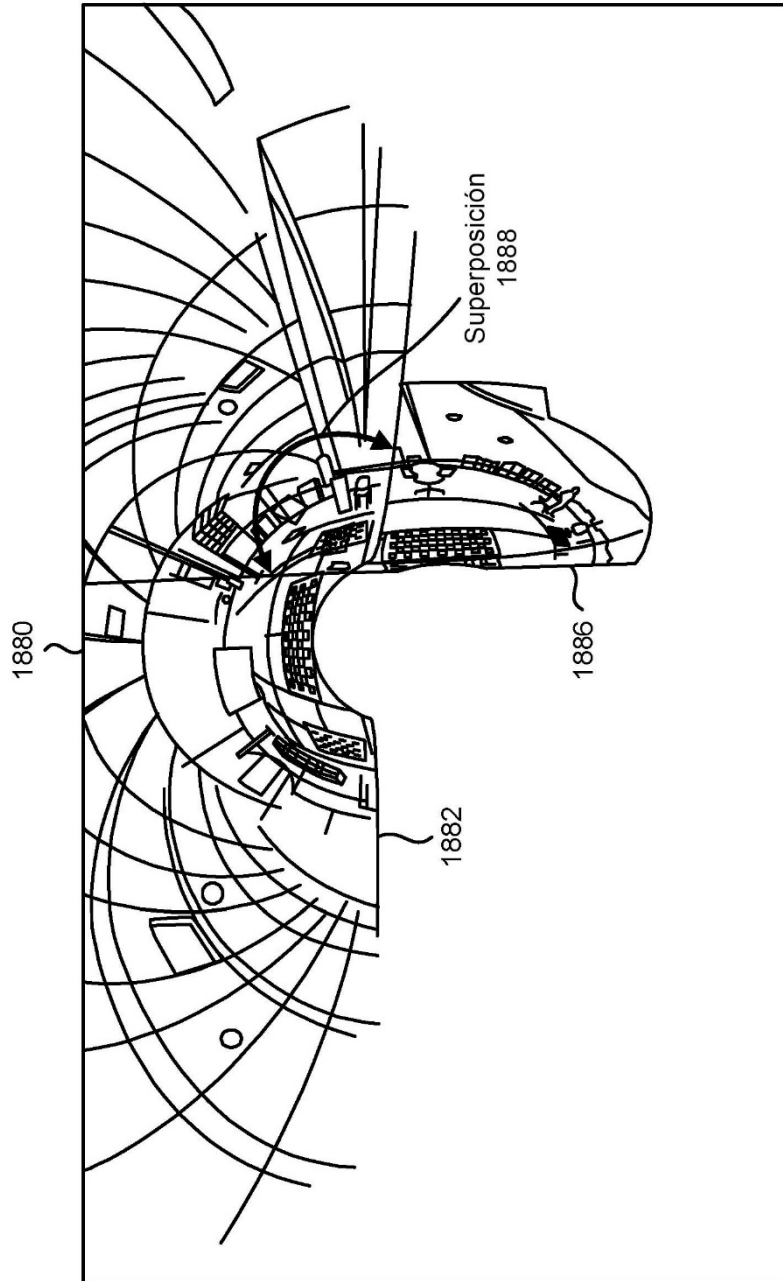


FIG. 18

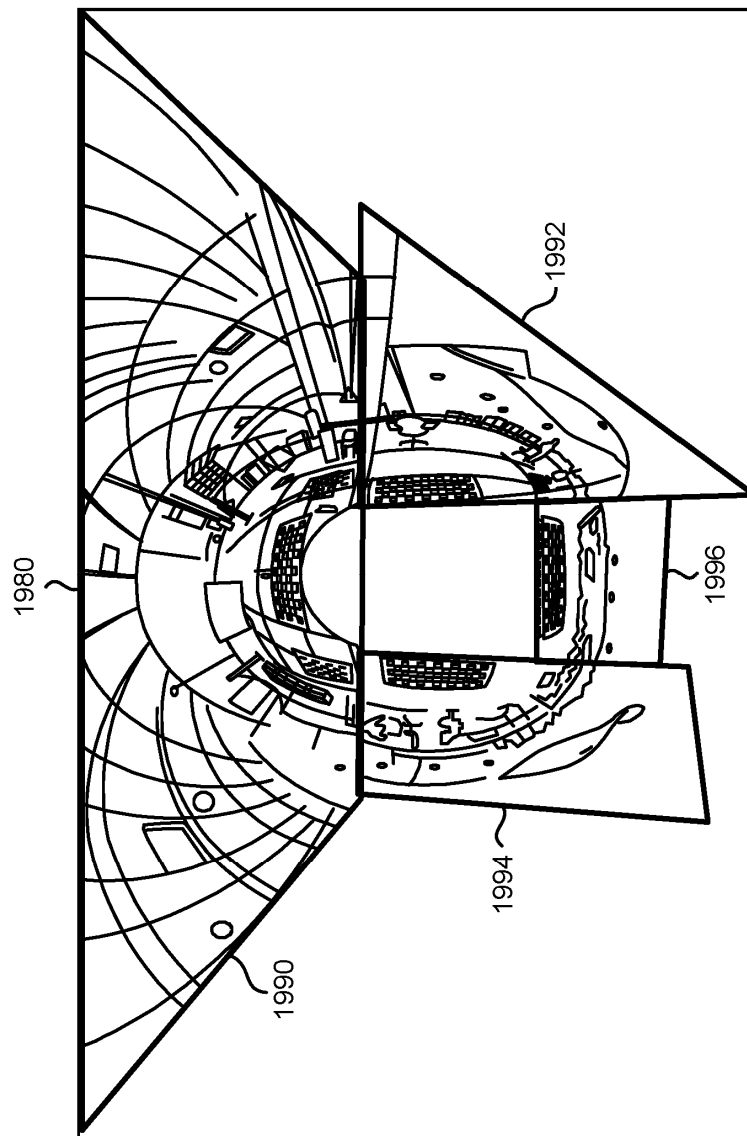


FIG. 19

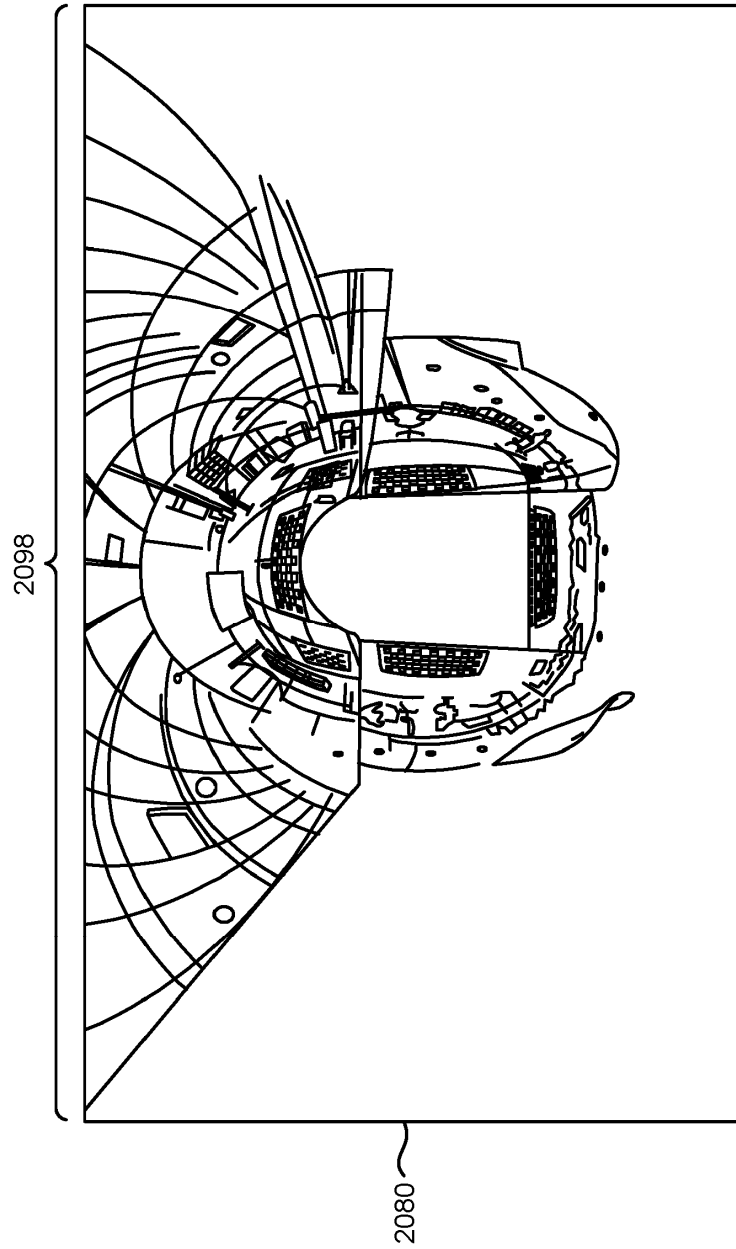


FIG. 20

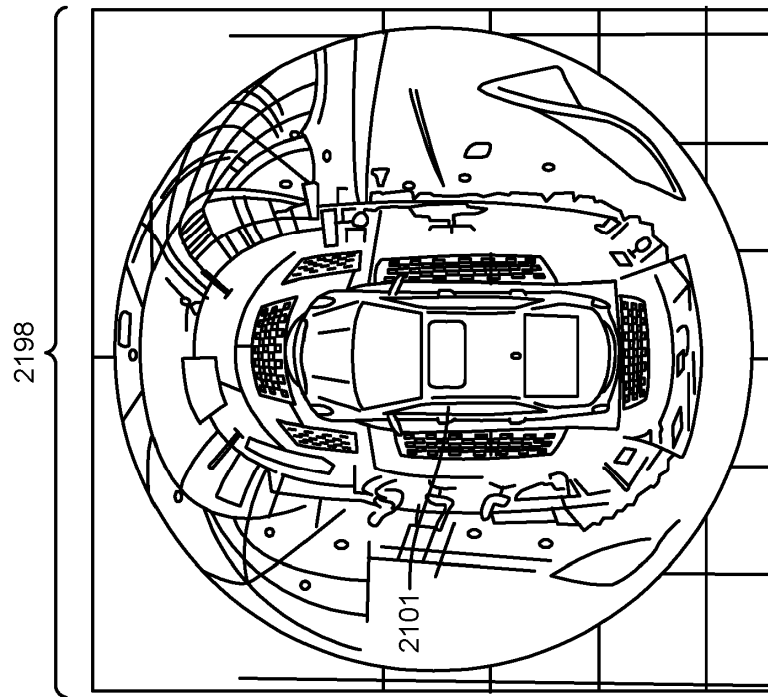


FIG. 21

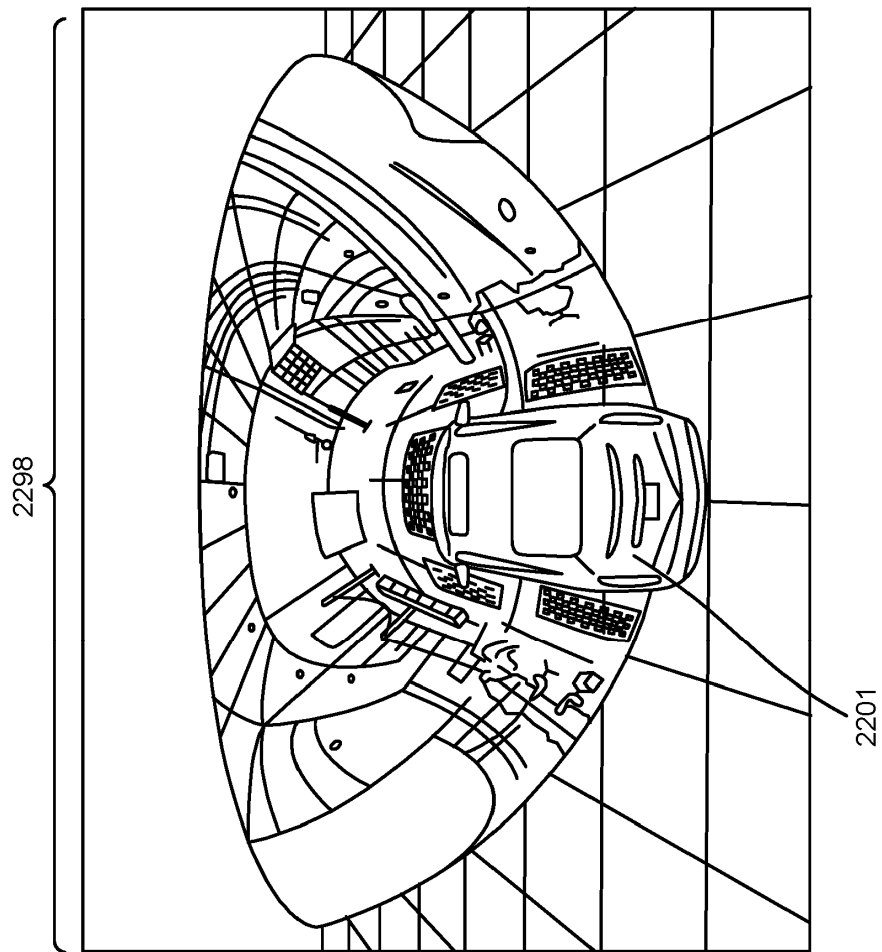


FIG. 22

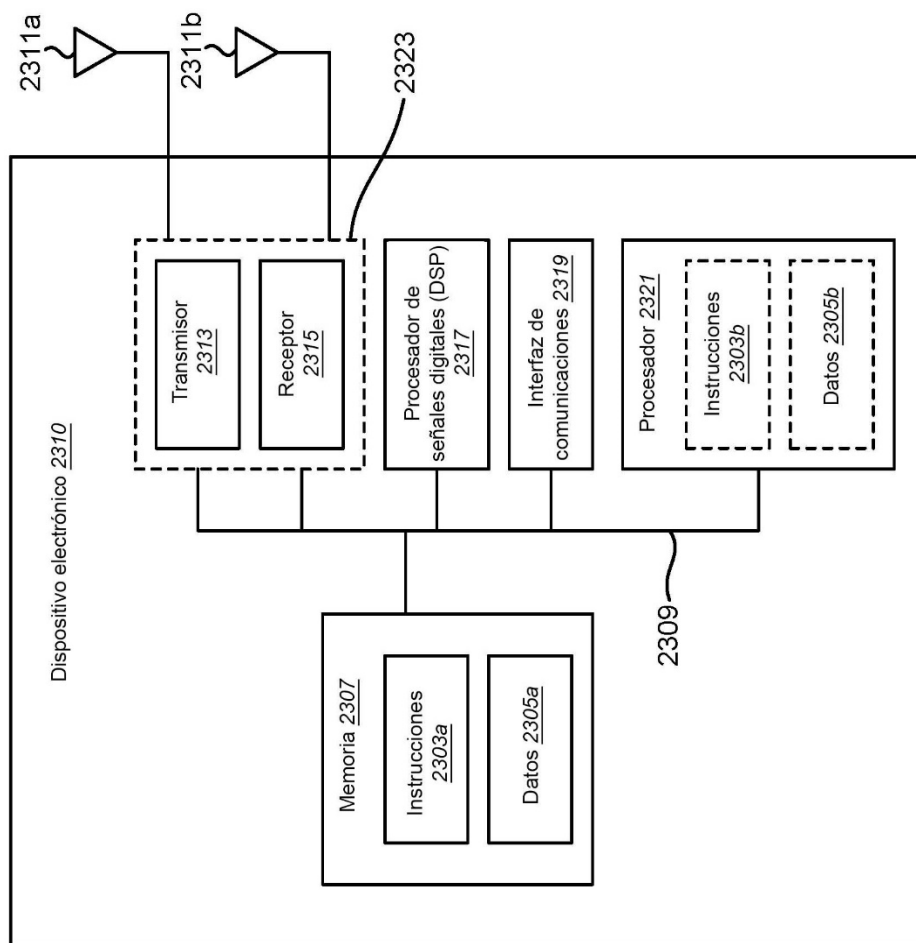


FIG. 23