

**DISPOSITIVO DE VISUALIZACIÓN MONTADO EN LA CABEZA Y MÉTODO
DEL MISMO**

Campo técnico

5

La invención se refiere a un dispositivo de visualización montado en la cabeza, un método realizado por un dispositivo de visualización montado en la cabeza, un programa de ordenador correspondiente y un medio de almacenamiento legible por ordenador correspondiente.

10

Antecedentes de la Invención

Se prevé que la realidad mixta (MR, por sus siglas en inglés) se convierta en una tecnología integral en la sociedad en red e interrumpe potencialmente el mercado de la electrónica de consumo. La realidad mixta abarca la realidad aumentada (AR) y la virtualidad aumentada (AV).

La AR a menudo se lleva a cabo a través de dispositivos de mano, tales como teléfonos inteligentes y tabletas, o a través de Pantallas Montadas en la Cabeza (HMD) (también conocidos como Equipos de Visualización Montados en la Cabeza) tales como Microsoft HoloLens. La AR a través de una HMD implica la colocación de información en capas, como texto, imágenes o videos, sobre la vista del mundo real que tiene el usuario a través de una pantalla transparente.

Los dispositivos de visualización con pantallas transparentes, como las HMD, requieren una calibración con el fin de proporcionar una experiencia inmersiva para el usuario. El objetivo de la calibración es poder mostrar objetos

virtuales, tales como texto, imágenes y vídeos, en la pantalla transparente de la HMD de tal manera que los objetos virtuales mostrados estén alineados correctamente con objetos del mundo real vistos por el usuario a través de la pantalla transparente. En la práctica, se debe conocer la posición del ojo del usuario, además de la posición de la pantalla y la posición respectiva de cualquier cámara incluida en la HMD, tal como una cámara frontal para capturar imágenes del mundo real y/o rastrear objetos del mundo real y una cámara de seguimiento ocular para rastrear los ojos del usuario.

J. Grubert, Y. Itoh, K. Moser y J. E. Swan II han presentado una visión general de los métodos de calibración conocidos para HMD (“A Survey of Calibration Methods for Optical See-Through Head-Mounted Displays”, arXiv: 1709.04299v1, 13 de septiembre de 2017). Tales métodos de calibración se realizan por lo general manualmente cuando la HMD está en uso, mientras que algunos de los métodos de calibración pueden ser automatizados. Es común que algunos métodos de calibración conocidos dependan de equipos de calibración no prácticos y/o equipos de calibración costosos.

Por ejemplo, en el documento WO 2016/191043 A1 se describe un procedimiento de calibración manual para establecer una matriz visual que se calibra según las características oculares específicas del usuario.

También se conocen métodos de calibración basados en formación de imágenes en la córnea, que dependen de una cámara de seguimiento ocular para obtener un reflejo de la escena del mundo real a través de la córnea del usuario, como se describe en “Hybrid Eye Tracking: Combining Iris And Corneal Imaging” (Seguimiento del ojo Híbrido: Combinando el Contorno del Iris y la formación de la córnea), por A. Plopski, C. Nitschke, K. Kiyokawa, D. Schmalstieg, y H.

Takemura, International Conference on Artificial Reality and Telexistence Eurographics Symposium on Virtual Environments, The Eurographics Association, 2015).

5 Resumen

Un objetivo de la invención es proporcionar una alternativa mejorada frente a las técnicas anteriores y el arte previo.

10 Más específicamente, un objetivo de la invención es proporcionar soluciones mejoradas para calibrar un dispositivo transparente de visualización montado en la cabeza. En particular, un objetivo de la invención es proporcionar soluciones para seleccionar automáticamente un objeto de calibración para usar en un procedimiento de calibración.

15 Estos y otros objetivos de la invención se logran mediante diferentes aspectos de la invención, tal como se define en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones de la invención se caracterizan por las reivindicaciones dependientes.

20 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de visualización montado en la cabeza. El dispositivo de visualización está configurado para ser usado por un usuario y comprende una pantalla al menos parcialmente transparente, una cámara frontal y medios de procesamiento. La cámara frontal es operativa para capturar una primera imagen de una escena del mundo real. Típicamente, cuando es usada por el usuario, la escena del mundo real capturada es la escena en frente del usuario. El medio de
25 procesamiento es operativo para seleccionar un objeto de calibración entre uno

o más objetos del mundo real, o partes de estos, que son visibles en la primera imagen. El medio de procesamiento es adicionalmente operativo para derivar una transformación de calibración para calcular una posición de visualización basada en una posición del mundo real, de modo que un objeto virtual que se visualiza en la pantalla en la posición de visualización se alinea con un objeto del mundo real correspondiente ubicado en la posición del mundo real, como se ve por el usuario. La transformación de calibración puede, por ejemplo, estar representada por una matriz u otra forma de representación matemática que sea adecuada para describir una transformación entre dos sistemas de coordenadas.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método realizado por un dispositivo de visualización montado en la cabeza. El dispositivo de visualización está configurado para ser usado por un usuario. El método comprende seleccionar un objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de estos, que son visibles en una primera imagen de una escena del mundo real. La primera imagen es capturada por una cámara frontal integrada en el dispositivo de visualización. El método comprende además derivar una transformación de calibración para calcular una posición de visualización basada en una posición del mundo real, de modo que un objeto virtual que se visualiza en la posición de visualización en una pantalla al menos parcialmente transparente se alinea con un objeto correspondiente del mundo real ubicado en la posición del mundo real, tal como se ve por el usuario. La pantalla al menos parcialmente transparente está comprendida en el dispositivo de visualización.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un programa de ordenador. El programa de computador comprende instrucciones

ejecutables por ordenador para hacer que un dispositivo de visualización montado en la cabeza realice el método de acuerdo con una realización del segundo aspecto de la invención, cuando las instrucciones ejecutables por ordenador sean ejecutadas en una unidad de procesamiento comprendida en el
5 dispositivo de visualización.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por computador. El medio de almacenamiento legible por computador que tiene almacenado el programa de computador de acuerdo con el tercer aspecto de la invención.

10 La invención hace uso de un entendimiento de que un procedimiento de calibración mejorada para Pantallas o Equipos de Visualización Transparentes Montados en la Cabeza (HMD) se consigue automáticamente seleccionando un objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real para uso en un procedimiento de calibración, por ejemplo, cualquiera de los procedimientos de
15 calibración que se conocen en el arte previo. De este modo, el usuario de una HDM se libera de tener, o portar, un objeto de calibración dedicado. Las realizaciones de la invención seleccionan un objeto de calibración adecuado entre uno o más objetos del mundo real, es decir, los objetos físicos en los alrededores del usuario que son visibles en la primera imagen que captura la
20 cámara frontal. Estos son objetos del mundo real que se encuentran en el campo de visión de la cámara frontal, como muebles, electrodomésticos, edificios, puertas, ventanas, vehículos, letreros de calles, tabletas, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, tableros de ajedrez, entre otros.

De acuerdo con una realización de la invención, el dispositivo de
25 visualización además comprende una cámara de seguimiento ocular la cual es

operativa para capturar una segunda imagen de un reflejo de la escena del mundo real por una córnea del usuario. El medio de procesamiento es operativo para seleccionar el objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de estos, que son visibles tanto en la primera imagen como en la

5 segunda imagen, y para derivar la transformación de calibración utilizando la primera imagen y la segunda imagen. Esta realización de la invención se refiere a métodos de calibración que dependen de la formación de imágenes en la córnea. Opcionalmente, el objeto de calibración se selecciona entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, que son visibles en una región de la

10 primera imagen que corresponde a un campo de visión de la cámara de seguimiento ocular. Por lo general, el campo de visión de la cámara de seguimiento ocular es más pequeño que el de la cámara frontal. Dado que el objeto de calibración debe ser visible tanto en la primera imagen como en la segunda imagen, para derivar la transformación de calibración como parte de un

15 procedimiento de calibración que se basa en formación de imágenes en la córnea, el objeto de calibración se selecciona ventajosamente entre los objetos del mundo real que son visibles en una parte de la primera imagen que corresponde al campo de visión de la cámara de seguimiento ocular. En la práctica, estos son objetos que también son visibles en la segunda imagen

20 capturada por la cámara de seguimiento ocular. De manera ventajosa, ya que la primera imagen (capturada por la cámara frontal) es típicamente superior a la segunda imagen (capturada por la cámara de seguimiento ocular), debido a las imperfecciones de la córnea, la identificación de objetos del mundo real por procesamiento de imágenes la primera imagen es más fácil, más confiable y

25 consume menos recursos, en comparación con la segunda imagen.

De acuerdo con una realización de la invención, el objeto de calibración puede seleccionarse en base a una distorsión del objeto de calibración en la segunda imagen en comparación con la primera imagen. Este es el caso si se emplea un método de calibración que se basa en formación de imágenes en la

5 córnea, preferiblemente, se selecciona el objeto con la menor distorsión. Esto es ventajoso ya que la transformación de calibración se obtiene al comparar el mismo objeto capturado por la primera y la segunda imagen.

De acuerdo con una realización de la invención, el objeto de calibración se selecciona en base a una apariencia visual del objeto de calibración. Por

10 ejemplo, se seleccionan preferiblemente objetos del mundo real que son claramente visibles y/o tienen un alto contraste, y que en consecuencia son fáciles de detectar mediante el procesamiento de imágenes o el reconocimiento de objetos.

De acuerdo con una realización de la invención, un objeto de calibración

15 previamente seleccionado entre el uno o más objetos del mundo real se selecciona como el objeto de calibración. Esto se puede lograr manteniendo una base de datos de objetos de calibración usados.

De acuerdo con una realización de la invención, el dispositivo de visualización comprende uno o más sensores de movimiento que son operativos

20 para realizar un seguimiento de un movimiento del dispositivo de visualización. El medio de procesamiento es operativo para estimar una duración de tiempo durante la cual uno o más objetos del mundo real permanecen visibles en la primera imagen, y seleccionar el objeto de calibración basado en el tiempo estimado durante el cual el objeto de calibración permanece visible en la primera

25 imagen. El tiempo durante el cual uno o más objetos del mundo real son visibles

en la primera imagen se estima en función del movimiento rastreado del dispositivo de visualización. Preferiblemente, se selecciona un objeto del mundo real que sea visible en la primera imagen, y opcionalmente en la segunda imagen, durante un tiempo suficientemente largo para realizar el procedimiento de calibración. Como alternativa, se puede seleccionar un objeto del mundo real que se mueva lentamente, o que no se mueva en absoluto, en relación con el campo de visión.

De acuerdo con una realización de la invención, el objeto de calibración se selecciona identificando uno o más objetos en el mundo real, haciendo coincidir las características visuales de los uno o más objetos del mundo real con la información relativa a las características visuales de los objetos del mundo real que se almacenan en una base de datos, y seleccionando el objeto de calibración basándose en la información obtenida de la base de datos. La información obtenida de la base de datos puede indicar una idoneidad respectiva de los objetos del mundo real identificados, o partes de estos, como objeto de calibración. La información puede, por ejemplo, relacionarse con la apariencia visual, las dimensiones, la composición del objeto del mundo real en términos de formas geométricas o similares. A este respecto, un objeto del mundo real se considera más adecuado como objeto de calibración si su aspecto visual se caracteriza por un alto contraste o por formas geométricas que son fáciles de detectar por procesamiento de imágenes. Por ejemplo, un tablero de ajedrez se caracteriza por estar compuesto de formas geométricas simples y por un alto contraste. Preferiblemente, se selecciona el objeto de calibración más adecuado.

De acuerdo con una realización de la invención, el dispositivo de visualización además comprende una interfaz de comunicaciones inalámbricas.

El medio de procesamiento es operativo para seleccionar el objeto de calibración identificando, usando la interfaz de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo de comunicaciones que comprende una pantalla entre uno o más objetos del mundo real, y seleccionando como objeto de calibración al menos una de las

5 pantallas del dispositivo de comunicaciones y el contenido gráfico que se muestra allí. El dispositivo de comunicaciones que comprende una pantalla podrá, por ejemplo, ser identificado mediante el establecimiento de comunicaciones inalámbricas con dispositivos de comunicaciones cercanas, mediante la consulta del tipo, capacidades, o marca/modelo, de los dispositivos de comunicaciones

10 cercanas. Ventajosamente, un dispositivo de comunicaciones cercano que está en el campo de visión de la cámara frontal puede mostrar contenido gráfico en forma de un patrón de calibración dedicado que se caracteriza por un alto contraste y que se compone de formas geométricas simples, como rectángulos, cuadrados, círculos o similares. Opcionalmente, el dispositivo de visualización

15 puede recibir una representación del contenido gráfico mostrado desde el dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas. En otras palabras, el dispositivo de comunicaciones puede reportar al dispositivo de visualización qué contenido gráfico se está mostrando actualmente, de modo que el dispositivo de visualización puede usar el contenido

20 gráfico mostrado como objeto de calibración. Como alternativa, el dispositivo de visualización puede transmitir una instrucción al dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas, para mostrar el contenido gráfico en la pantalla del dispositivo de comunicaciones. La instrucción puede ser una solicitud, como un mensaje o señal, en respuesta a la cual el dispositivo de

25 comunicaciones muestra el contenido gráfico. Opcionalmente, el dispositivo de

visualización puede transmitir una representación del contenido gráfico al dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas.

Según una realización de la invención, el dispositivo de visualización es
5 además operativo para recibir una instrucción para mostrar un objeto virtual, comprendiendo la instrucción una posición correspondiente del mundo real del objeto virtual cuando se muestra al usuario. Esta es la posición en la escena del mundo real donde el objeto virtual parece estar colocado. La instrucción puede, por ejemplo, ser recibida desde una aplicación AR que es ejecutada por el
10 dispositivo de visualización, o que utiliza el dispositivo de visualización para la mostrar objetos virtuales al usuario. El dispositivo de visualización es operativo además para calcular una posición de visualización del objeto virtual mediante la aplicación de la transformación de calibración a la posición en el mundo real recibida, y mostrar el objeto virtual en la posición de visualización calculada en la
15 pantalla.

Aunque las ventajas de la invención se han descrito en algunos casos con referencia a realizaciones del primer aspecto de la invención, el razonamiento correspondiente se aplica a realizaciones de otros aspectos de la invención.

Otros objetivos, características y ventajas de la invención serán evidentes
20 al estudiar la siguiente descripción detallada, las gráficas y las reivindicaciones adjuntas. Los expertos en la materia se dan cuenta de que se pueden combinar diferentes características de la invención para crear realizaciones distintas a las descritas a continuación.

Breve descripción de las gráficas

Lo anterior, así como objetos, características, y ventajas adicionales de la invención, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción detallada, ilustrativa y no limitativa de realizaciones de la invención, con referencia a las gráficas adjuntas, en las que:

La Figura 1 muestra un dispositivo de visualización montado en la cabeza, de acuerdo con las realizaciones de la invención.

La Figura 2 muestra una vista a través de la pantalla al menos parcialmente transparente del dispositivo de visualización de la Figura 1, de acuerdo con las realizaciones de la invención.

La Figura 3 muestra una realización de los medios de procesamiento comprendidos en el dispositivo de visualización de la Figura 1.

La Figura 4 muestra otra realización de los medios de procesamiento comprendidos en el dispositivo de visualización de la Figura 1.

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por un dispositivo de visualización montado en la cabeza, de acuerdo con las realizaciones de la invención.

Todas las figuras son esquemáticas, no necesariamente a escala, y generalmente solo muestran partes que son necesarias para dilucidar la invención, en donde otras partes pueden omitirse o simplemente sugerirse.

Descripción detallada

La invención se describirá ahora más completamente en este documento con referencia a las gráficas adjuntas, en las que se muestran ciertas realizaciones de la invención. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en este documento. Más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance de la invención a los expertos en la materia.

En adelante, las realizaciones de Equipo de Visualización Montado en la Cabeza (HMD) se describen con referencia a la Figura 1, que muestra un HMD 100 configurado para ser portado por un usuario. El HMD 100 puede, por ejemplo, estar asegurado a la cabeza 121 del usuario mediante correas o similares. El HMD 100 comprende una pantalla al menos parcialmente transparente 101 a través de la cual el usuario puede ver una escena del mundo real que está frente al usuario, utilizando los ojos 122. La pantalla 101 puede ser usada para mostrar objetos virtuales, tales como texto, imágenes, videos, u otros tipos de contenido gráfico, al usuario, de manera que los objetos virtuales mostrados se superponen a la escena del mundo real. El HMD 100 comprende además una cámara frontal 102 que es operativa para capturar una primera imagen de la escena del mundo real, y un medio de procesamiento 104 que es operativo para hacer que el HMD 100 funcione de acuerdo con las realizaciones de la invención aquí presentadas.

Más específicamente, el HMD 100 es operativo para seleccionar un objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de estos, 130-

135 que son visibles en la primera imagen capturada por la cámara frontal 102. La primera imagen representa una vista de la escena del mundo real que se encuentra dentro del campo de visión 112 de la cámara frontal 102. En el contexto actual, un objeto del mundo real puede ser cualquier objeto físico, como un
5 mueble, un electrodoméstico, un edificio, una puerta, una ventana, un vehículo, un letrero de la calle, una tableta, un teléfono inteligente, una ordenador portátil, un tablero de ajedrez, etc. En la figura 1, algunos objetos del mundo real se ejemplifican como una tableta 130, una caja 133 y un automóvil 134. Las realizaciones de la invención pueden seleccionar un objeto completo del mundo
10 real como objeto de calibración, como, por ejemplo, la caja 133, o una parte de un objeto del mundo real, como, por ejemplo, una pantalla 131 de la tableta 130, o el contenido gráfico 132 que se muestra en ella. En la Figura 1, el contenido gráfico 132 se ejemplifica como un tablero de ajedrez, que es un patrón de calibración utilizado comúnmente en el campo, debido a su alto contraste y
15 composición con formas geométricas simples, que facilitan el procesamiento de imágenes y el reconocimiento de objetos.

El HMD 100 es además operativo para derivar una transformación de calibración para calcular una posición de visualización basada en una posición del mundo real. La posición de visualización se calcula de tal manera que un
20 objeto virtual que se visualiza en la pantalla 101 en la posición de visualización, en relación con un sistema de coordenadas de visualización 101, se alinea con un objeto del mundo real correspondiente ubicado en la posición del mundo real, en relación con un sistema de coordenadas de la cámara frontal 102, tal como la ve el usuario cuando ve la escena del mundo real con sus ojos 122 a través de
25 la pantalla 101.

En AR depender de pantallas transparentes, como el HMD 100, una tarea importante es calibrar el HDM con el fin de establecer la orientación relativa y la posición, es decir, la posición, de los diferentes sistemas de coordenadas. Con el fin de dilucidar la invención, se pueden asociar varios sistemas de coordenadas con el HMD 100. Se puede asociar un primer sistema de coordenadas con la pantalla 101, se puede asociar un segundo sistema de coordenadas con la cámara frontal 102, se puede asociar un tercer sistema de coordenadas con una cámara de seguimiento ocular opcional 103 (descrita más adelante), y un cuarto sistema de coordenadas puede estar asociado con los ojos 122 del usuario. Solo si está calibrado adecuadamente, un objeto virtual se puede mostrar en la pantalla 101 de modo que parezca estar ubicado en la posición deseada en la escena del mundo real, lo que permite una experiencia de usuario inmersiva. El problema en cuestión se describe y se propone un procedimiento de calibración manual en el documento WO 2016/191043 A1. Se puede encontrar una descripción general de los diferentes procedimientos de calibración en “A Survey of Calibration Methods for Optical See-Through Head-Mounted Displays”, por J. Grubert, Y. Itoh, K. Moser, y J. E. Swan II (arXiv:1709.04299v1, 13 de septiembre de 2017).

La superposición de un objeto virtual en la escena del mundo real se ilustra en la Figura 2, que muestra la vista de la escena del mundo real tal como la ve el usuario, con los ojos 122, a través de la pantalla 101. En la Figura 2, los objetos del mundo real, o partes de este, 130-135 se ven a través de la pantalla 101, mientras que el objeto virtual 232, ilustrado aquí como un tablero de ajedrez que es idéntico al tablero de ajedrez 132 que se muestra como contenido gráfico en la pantalla 131 de la tableta 130, se superpone en la escena del mundo real

visualizándolo en la pantalla 101. Bajo el supuesto de que el tablero de ajedrez 232 debe mostrarse en una posición de visualización tal que parezca estar colocado en la posición del mundo real del tablero de ajedrez 132 que se muestra en la pantalla 131 de la tableta 130, el HMD 100 debe corregir la posición de visualización para desplazar el tablero de ajedrez 232 de manera que esté
5 alineado con, es decir, superpuesto, el tablero de ajedrez 132 mostrado en la tableta 130, como se ve con los ojos 122. El desplazamiento requerido del tablero de ajedrez 232, que en la figura 2 se ilustra con una flecha 240, es el objetivo de un procedimiento de calibración.

10 El HMD 100 puede comprender opcionalmente una cámara de seguimiento ocular 103 que es operativa para capturar una segunda imagen de un reflejo de la escena del mundo real en una córnea 123 del usuario. La formación de imágenes en la córnea es una técnica que utiliza una cámara para obtener imágenes de la córnea de una persona, en particular la del usuario del
15 HMD, para recopilar información sobre lo que está frente a la persona y también, debido a la naturaleza esférica del globo ocular humano, para recopilar información sobre objetos en un campo de visión que es potencialmente más amplio que el campo de visión. Tales objetos pueden estar potencialmente fuera del campo de visión de la cámara e incluso estar ubicados detrás de la cámara.
20 La técnica es posible debido a la naturaleza altamente reflexiva de la córnea humana, y también a la disponibilidad de cámaras de alta definición en dispositivos de consumo como los HMD.

Si el procedimiento de calibración se basa en la formación de imágenes en la córnea, el HMD 100 es operativo para seleccionar el objeto de calibración
25 entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, 130-135 que son

visibles tanto en la primera imagen como en la segunda imagen, y para derivar la transformación de calibración usando la primera imagen y la segunda imagen. Además, opcionalmente, el HMD 100 puede ser operativo para seleccionar el objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de estos,

5 130-135 que son visibles en una región de la primera imagen que corresponde al campo de visión 113 de la cámara de seguimiento ocular 103. Dado que la primera imagen (capturada por la cámara frontal 102 con campo de visión 112) es típicamente superior a la segunda imagen (capturada por la cámara de seguimiento ocular 103 con campo de visión 113), debido al reflejo de la

10 superficie imperfecta de la córnea 123, la identificación de objetos del mundo real mediante el procesamiento de imágenes y el reconocimiento de objetos es más fácil, más confiable y requiere menos recursos, utilizando la primera imagen en comparación con la segunda imagen. Al limitar la región de la primera imagen que necesita ser procesada para identificar objetos del mundo real que son

15 adecuados como objetos de calibración, las realizaciones de la invención requieren menos recursos de ordenadores y, en consecuencia, menos energía.

El procedimiento de calibración en sí mismo, es decir, establecer la posición relativa de los diferentes sistemas de coordenadas asociados con un HMD, está fuera del alcance de esta divulgación. Es suficiente decir que un objeto

20 de calibración del mundo real se usa para derivar la transformación de calibración, por ejemplo, una matriz o cualquier otra forma de representación matemática que sea adecuada para la descripción de una transformación de coordenadas entre dos sistemas de coordenadas. Se apreciará que, dependiendo del diseño del HMD, uno o más de los sistemas de coordenadas

25 pueden tener poses fijas respecto a la otra y/o el HMD 100. Por ejemplo, este es

el caso de los HMD en los que la pantalla 101, la cámara frontal 102 y, opcionalmente, la cámara de seguimiento ocular 103, están contenidas en una sola unidad, de modo que los diferentes componentes no se pueden mover entre sí durante el uso normal.

- 5 Los objetos de calibración que se utilizan en el arte previo suelen ser objetos de calibración dedicados, como un tablero de ajedrez o una plataforma de calibración (véase, por ejemplo, “Hybrid Eye Tracking: Combining Iris Contour and Corneal Imaging”, por A. Plopski, C. Nitschke, K. Kiyokawa, D. Schmalstieg, y H. Takemura, International Conference on Artificial Reality and Telexistence
- 10 Eurographics Symposium on Virtual Environments, The Eurographics Association, 2015). En lugar de usar un objeto de calibración dedicado que el usuario del HMD 100 tiene que conservar, y posiblemente llevar con él/ella, las realizaciones de la invención dependen de la utilización de un objeto del mundo real que esté disponible cerca del usuario cuando el HMD 100 requiera
- 15 calibración. Dependiendo del diseño de un HDM y su uso, la calibración generalmente se requiere si la postura de los ojos 122 ha cambiado, es decir, la orientación y/o posición de los ojos 122 en relación con el HDM 100. Además, la calibración puede requerirse si uno o más de la pantalla 101, la cámara frontal 102 y la cámara de seguimiento ocular 103, se han desplazado una respecto de
- 20 la otra y/o con respecto al HMD 100.

- Más específicamente, el HMD 100 puede estar operativo para iniciar o activar un procedimiento de calibración, es decir, para seleccionar el objeto de calibración y derivar la transformación de calibración, en respuesta a cualquiera de: recibir del usuario una instrucción para iniciar un procedimiento de
- 25 calibración, encender el HMD 100, detectar una desalineación de un objeto virtual

visualizado en relación con la escena del mundo real, detectar que el usuario es diferente de un usuario previo del HMD 100, detectando que el HMD 100 ha sido desplazado en relación con al menos un ojo 122 del usuario, y detectar que una o más de la pantalla 101, la cámara frontal 102 y la cámara de seguimiento ocular 103, se han desplazado una respecto de la otra y/o con respecto al HMD 100.

En la práctica, se puede detectar una desalineación de un objeto virtual visualizado en relación con la escena del mundo real mostrando un objeto virtual en una posición de visualización que corresponde a la posición del mundo real de un objeto específico del mundo real. En particular, el objeto virtual visualizado puede tener la misma forma que el objeto del mundo real, es decir, puede ser una representación virtual (o copia virtual) del objeto del mundo real. Si el objeto virtual en pantalla y el objeto del mundo real están mal alineados, al menos en cierta medida, el procedimiento de calibración se inicia. La desalineación puede ser detectada por el usuario o por medio de formación de imágenes en la córnea, mediante el procesamiento de imágenes de la segunda imagen capturada por la cámara de seguimiento ocular 103, en la que son visibles tanto el objeto del mundo real como el objeto virtual superpuesto.

Un desplazamiento del HMD 100 en relación con al menos un ojo 122 del usuario puede, por ejemplo, detectarse usando la cámara de seguimiento ocular 103. Esto puede lograrse rastreando la(s) posición(es) de el(los) ojo(s) 122 del usuario en el tiempo. El procedimiento de calibración se activa si la posición de el(los) ojo(s) 122 del usuario se desvía de un valor promedio histórico en más de un valor umbral. El valor umbral puede ser establecido por el usuario, por un fabricante del HMD 100 o por una aplicación AR que utilice el HMD 100 para mostrar objetos virtuales al usuario.

El desplazamiento de uno o más de la pantalla 101, la cámara frontal 102 y la cámara de seguimiento ocular 103, una con respecto a la otra y/o con respecto al HMD 100 puede detectarse utilizando sensores de movimiento que se incluyen en la pantalla 101, la cámara frontal 102, y la cámara de seguimiento
5 ocular 103.

A continuación, se describen diferentes alternativas para seleccionar el objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de estos, 130-135.

Por ejemplo, el HMD 100 puede ser operativo para seleccionar el objeto
10 de calibración basándose en una apariencia visual del objeto de calibración. Preferiblemente, se seleccionan objetos del mundo real que son claramente visibles, tienen buenas condiciones de iluminación y/o alto contraste, y/o están compuestos de formas geométricas simples. Dichos objetos del mundo real son típicamente fáciles de detectar mediante el procesamiento de imágenes y el
15 reconocimiento de objetos, por ejemplo, utilizando la Característica invariante en escala transformar (SIFT) (véase, por ejemplo, el documento US 6,711,293 B1) o algoritmos similares conocidos en el arte previo.

Alternativamente, el HMD 100 puede ser operativo para seleccionar como
objeto de calibración un objeto de calibración previamente seleccionado entre
20 uno o más objetos del mundo real, o partes de estos, 130-135. Para este propósito, el HMD 100 puede mantener una base de datos, ya sea en una memoria comprendida en HMD 100 (como la memoria 303 mostrada en la Figura 3) o accesible por el HMD 100 a través de una red de comunicaciones (a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105), por ejemplo, una base de
25 datos basada en la nube. En la base de datos, la información que puede usarse

para identificar un objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real puede almacenarse, por ejemplo, información relacionada con su apariencia visual, o características visuales, imágenes o información relacionada con su forma, composición de formas geométricas y dimensiones.

5 Como una alternativa adicional, el HMD 100 puede, además, comprender uno o más sensores de movimiento 106 operativo para realizar un seguimiento de un movimiento de HMD 100. El uno o más sensores de movimiento 106 pueden, por ejemplo, estar basados en acelerómetros, giroscopios, sensores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), magnetómetros, cámaras, etc., tal
10 como se conoce en el arte previo y provistos en los teléfonos inteligentes regulares. El HMD 100 es operativo para estimar el tiempo durante el cual uno o más objetos del mundo real permanecen visibles en la primera imagen, es decir, permanecen dentro del campo de visión 112 de la cámara frontal 102, en función del movimiento rastreado del HMD 100, y seleccionar el objeto de calibración en
15 función del tiempo estimado durante el cual el objeto de calibración permanece visible en la primera imagen. Este es el caso si el HMD 100 emplea un procedimiento de calibración que se basa en el seguimiento del objeto de calibración seleccionado con la cámara frontal 102. Preferiblemente, un objeto del mundo real, o parte de este, 130–135 se selecciona como objeto de
20 calibración, el cual es visible en la primera imagen durante un tiempo lo suficientemente largo como para realizar la calibración. Como alternativa, un objeto del mundo real, o parte de este, 130-135 que se mueve lentamente, o no se mueve en absoluto, en relación con el campo de visión 102 puede seleccionarse como objeto de calibración. Por ejemplo, si el HMD 100 es más o
25 menos estacionario, se puede seleccionar un objeto estacionario del mundo real

como el cuadro 133. Si, por otro lado, el HMD 100 se está moviendo, por ejemplo, porque el usuario está girando la cabeza 121, se puede seleccionar un objeto del mundo real que se mueva de manera similar, como el automóvil 134.

5 También se apreciará que, si el objeto de calibración se selecciona entre uno o más objetos del mundo real, o partes de estos, 130-135 que son visibles en una región de la primera imagen que corresponde al campo de visión 113 de la cámara de seguimiento ocular 103, el objeto de calibración puede seleccionarse en función de un tiempo estimado durante el cual el objeto de calibración permanece visible en la segunda imagen, es decir, dentro del campo
10 de visión 113 de la cámara de seguimiento ocular 103.

Como otra alternativa adicional, el HDM 100 puede ser operativo para elegir el objeto de calibración identificando uno o más objetos del mundo real 130–135 haciendo coincidir las características visuales entre uno o más objetos del mundo real 130–135 con información relativa a características visuales de
15 objetos del mundo real que se almacenan en una base de datos, por ejemplo, utilizando SIFT o algoritmos similares, y seleccionando el objeto de calibración basado en la información obtenida de la base de datos. La información obtenida puede indicar una idoneidad respectiva de los objetos del mundo real identificados, o partes de estos, 130-135 como objeto de calibración. Por ejemplo,
20 la información puede relacionarse con la apariencia visual, la forma, la composición de formas geométricas, dimensiones o similares, que se utilizan para derivar la transformación de calibración. Preferiblemente, se selecciona el objeto de calibración más adecuado.

Como otra alternativa adicional, si la transformación de calibración se
25 deriva utilizando la primera imagen y la segunda imagen, confiando en la

formación de imágenes en la córnea, el HMD 100 puede ser operativo para seleccionar el objeto de calibración basándose en una distorsión del objeto de calibración en la segunda imagen en comparación con la primera imagen. Una distorsión del objeto de calibración en la segunda imagen puede provenir del
5 reflejo de la córnea 123, que tiene forma esférica y puede sufrir imperfecciones en la superficie externa de la córnea 123 y rasgaduras o suciedad en la superficie externa de la córnea 123. Además, el elemento óptico de HMD 100, a través del cual el usuario ve la escena del mundo real, puede contribuir a la distorsión de la segunda imagen. Preferiblemente, el objeto con la menor distorsión se selecciona
10 para facilitar la derivación de la transformación de calibración.

Las realizaciones de la invención también pueden seleccionar como objeto de calibración un dispositivo de comunicaciones entre uno o más objetos del mundo real, tal como la tableta 130 mostrada en las Figuras 1 y 2, un teléfono inteligente, un teléfono móvil, una pantalla de ordenador, un televisor o similar.
15 Con este fin, el HMD 100 puede comprender una interfaz de comunicaciones inalámbricas 105, que puede basarse en cualquier tecnología de comunicaciones inalámbricas conocida. Por ejemplo, la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105 puede basarse en una tecnología de radio de corto alcance como la Red inalámbrica de área local (WLAN)/WiFi o Bluetooth, o una tecnología de radio
20 celular como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM), el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), la evolución a largo plazo (LTE) o una tecnología 5G basada en NR/NX. Las comunicaciones, es decir, el intercambio de datos, entre el HMD 100 y el dispositivo de comunicaciones, que comprende una interfaz de comunicaciones inalámbricas que es compatible con
25 la tecnología inalámbrica de comunicaciones de interfaz 105, pueden comenzar

usando cualquier protocolo adecuado, por ejemplo, el Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), el Protocolo de aplicación restringida (CoAP) o similares.

Más específicamente, el HDM 100 es operativo para seleccionar el objeto de calibración identificando, usando la interfaz de comunicaciones inalámbricas

5 105, un dispositivo de comunicaciones que comprende una pantalla entre uno o más objetos del mundo real, como la tableta 130, y seleccionar como el objeto de calibración al menos uno entre la pantalla 131 de la tableta 130 y el contenido gráfico 132 mostrado en la misma. La identificación de dispositivos de comunicaciones inalámbricas entre uno o más objetos del mundo real puede, por

10 ejemplo, lograrse confiando en un procedimiento de descubrimiento como el conocido por Bluetooth y otras tecnologías de comunicaciones inalámbricas. Como parte del procedimiento de descubrimiento o posterior al procedimiento de descubrimiento, el HMD 100 puede ser operativo para establecer la comunicación inalámbrica con el dispositivo de comunicaciones identificado y/o

15 para adquirir información sobre un tipo de dispositivo de comunicaciones o de sus capacidades, en particular la información perteneciente a su pantalla 131. La utilización de un dispositivo de comunicaciones con una pantalla, como la tableta 130, como objeto de calibración es ventajoso porque una pantalla es típicamente fácil de identificar mediante el procesamiento de imágenes y el reconocimiento

20 de objetos, debido a su forma geométrica simple y alto contraste, si es suficientemente brillante.

Una ventaja adicional de usar un dispositivo de comunicaciones que comprende una pantalla como objeto de calibración es que la información relativa al contenido gráfico que se muestra en la pantalla del dispositivo de

25 comunicaciones durante el procedimiento de calibración puede intercambiarse

entre el HMD 100 y el dispositivo de comunicaciones. El contenido gráfico visualizado puede ser, por ejemplo, un patrón de calibración dedicado que se caracteriza por un alto contraste y se compone de formas geométricas simples (rectángulos, cuadrados, círculos), como el tablero de ajedrez 132 que se muestra en las Figuras 1 y 2.

Más específicamente, el HMD 100 puede ser operativo para recibir una representación del contenido gráfico visualizado 132 desde la tableta 130 a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105. Es decir, la tableta 130 reporta lo que se visualiza actualmente en la pantalla 131. El contenido gráfico mostrado puede ser cualquier contenido gráfico que se muestre actualmente en una o más aplicaciones ejecutadas por la tableta 130, pero puede ser de manera ventajosa un patrón de calibración dedicado, como el tablero de ajedrez 132. La tableta 130 puede, por ejemplo, ser operativa para mostrar un patrón de calibración dedicado en respuesta al establecimiento de comunicaciones con el HMD 100, o en respuesta a recibir una indicación del HMD 100 de que la calibración está en curso.

Como alternativa, el HDM 100 puede ser operativo para transmitir una instrucción a la tableta 130 a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105, para mostrar el contenido gráfico 132 en la pantalla 131. La instrucción puede ser, por ejemplo, una solicitud, un mensaje o una señal, en respuesta a la cual la tableta 130 muestra el contenido gráfico 132. El contenido gráfico mostrado puede ser predefinido, como un patrón de calibración dedicado. Opcionalmente, el HDM 100 puede ser operativo para transmitir una representación de contenido gráfico 132 a la tableta 130 a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105. De esta manera, el HMD 100 puede

controlar los detalles del contenido gráfico que se muestra en la tableta 132, y puede transmitir de manera ventajosa un patrón de calibración dedicado a la tableta 132. La representación del contenido gráfico puede, por ejemplo, tener la forma de un conocido formato de gráficos por ordenador o formato de imagen.

5 El HMD 100 puede ser operativo, además, en respuesta a la selección del objeto de calibración, para adaptar uno o más objetos virtuales mostrados que se superponen al objeto de calibración seleccionado, como lo ve el usuario con los ojos 122. Esto es particularmente ventajoso si se emplea un método de calibración basado en formación de imágenes en la córnea, por ejemplo, como
10 se describe en “Hybrid Eye Tracking: Combining Iris Contour and Corneal Imaging”, por A. Plopski, C. Nitschke, K. Kiyokawa, D. Schmalstieg, y H. Takemura, International Conference on Artificial Reality and Telexistence Eurographics Symposium on Virtual Environments, The Eurographics Association, 2015). De este modo, se evita que el objeto de calibración quede
15 oculto por un objeto virtual visualizado, lo que puede inhibir el procedimiento de calibración.

puede ser operativo, en respuesta a la selección del objeto de calibración, para notificar al usuario que la calibración está en curso. Opcionalmente, el HDM 100 puede ser operativo para notificar al usuario que la calibración está en curso
20 mostrando un marcador 250 en la pantalla 101 para identificar el objeto de calibración seleccionado, en este caso el cuadro 133, al usuario. De este modo, se le puede solicitar al usuario que mire en dirección al objeto de calibración seleccionado, o que adapte su movimiento para facilitar el procedimiento de calibración. Alternativamente, se le puede solicitar al usuario que cambie la
25 postura de su cabeza para minimizar una distorsión del objeto de calibración

seleccionado en la segunda imagen, si se usa un procedimiento de calibración que se basa en formación de imágenes en la córnea, o que se acerque al objeto de calibración seleccionado.

Una vez que se ha derivado la transformación de calibración, se puede
5 almacenar una representación de la transformación de calibración derivada, como una matriz u otra representación matemática adecuada en formato electrónico, en una memoria de HMD 100 (como la memoria 303 que se muestra en la Figura 3) y posteriormente utilizarla para mostrar objetos virtuales de una manera que proporcione una experiencia de usuario inmersiva. Con este fin, el
10 HMD 100 puede ser operativo para recibir una instrucción para mostrar un objeto virtual. La instrucción puede, por ejemplo, ser recibida desde una aplicación AR que es ejecutada por el HMD 100, o desde una aplicación AR que utiliza el HMD 100 para mostrar objetos virtuales al usuario. Por ejemplo, el HMD 100 puede conectarse, ya sea por cable o de forma inalámbrica, utilizando cualquier
15 protocolo adecuado, por ejemplo, HTTP o CoAP, a un dispositivo de ordenador como una ordenador, una ordenador portátil, un teléfono inteligente, una tableta o una consola de juegos, ejecutando la solicitud AR. La instrucción recibida comprende una posición en el mundo real correspondiente del objeto virtual cuando se muestra al usuario, es decir, una posición en el mundo real en la que
20 parece estar colocado el objeto virtual cuando se muestra al usuario (visto con los ojos 122) en la pantalla 101. El HMD 100 es además operativo para calcular una posición de visualización del objeto virtual aplicando la transformación de calibración a la posición del mundo real recibida, y para mostrar el objeto virtual en la posición de visualización calculada en la pantalla 101.

A continuación, se describen realizaciones de medio de procesamiento 104 comprendido en el HMD 100 con referencia a las Figuras 3 y 4.

Una realización 300 del medio de procesamiento 104 se muestra en la Figura 3. El medio de procesamiento 300 comprende una unidad de procesamiento 302, tal como un procesador de propósito general o circuitos de procesamiento, y un medio de almacenamiento legible por computador 303, tal como una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), una memoria Flash o similares. Además, el medio de procesamiento 300 comprende una o más interfaces 301 ("I/O" en la Figura 3) para controlar y/o recibir información de otros componentes comprendidos en HMD 100, tales como la pantalla 101, la cámara frontal 102, la cámara de seguimiento ocular 103, la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105 y uno o más sensores de movimiento 106, algunos de los cuales pueden ser opcionales. La memoria 303 contiene instrucciones ejecutables por computador 304, es decir, un programa o software de computador, para hacer que el HMD 100 se vuelva operativo de acuerdo con las realizaciones de la invención como se describe aquí, cuando se ejecutan instrucciones ejecutables por computador 304 en la unidad de procesamiento 302.

Una realización alternativa 400 del medio de procesamiento 104 se ilustra en la Figura 4. Similar al medio de procesamiento 300, el medio de procesamiento 400 comprende una o más interfaces 401 ("I/O" en la Figura 4) para controlar y/o recibir información de otros componentes comprendidos en HMD 100, tales como la pantalla 101, la cámara frontal 102, la cámara de seguimiento ocular 103, la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105, y uno o más sensores de movimiento 106, algunos de los cuales pueden ser opcionales. El medio de procesamiento 400 además comprende un módulo de selección 402, un módulo

de calibración 403, un módulo opcional de disparo 404, y un módulo opcional de visualización 405, que están configurados para hacer que HMD 100 se vuelva operativo de acuerdo con las realizaciones de la invención aquí descritas.

5 En particular, el módulo de selección 402 está configurado para seleccionar un objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, que son visibles en una primera imagen de una escena del mundo real, cuya primera imagen es capturada por una cámara frontal comprendida en el dispositivo de visualización. El módulo de calibración 403 está configurado para derivar una transformación de calibración para calcular una posición de
10 visualización basada en una posición del mundo real, de modo que un objeto virtual que se visualiza en la posición de visualización en una pantalla al menos parcialmente transparente que está comprendida en el dispositivo de visualización está alineado con un objeto del mundo real correspondiente ubicado en la posición del mundo real, como lo ve el usuario.

15 Por ejemplo, el módulo de selección 402 puede configurarse para seleccionar el objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, que son visibles tanto en la primera imagen como en una segunda imagen de un reflejo de la escena del mundo real producido por una córnea del usuario, cuya segunda imagen es capturada por una cámara de seguimiento
20 ocular comprendida en el dispositivo de visualización. El módulo de calibración 403 puede configurarse para derivar la transformación de calibración usando la primera imagen y la segunda imagen.

Alternativamente, el módulo de selección 402 puede configurarse para seleccionar el objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o

partes de este, que son visibles en una región de la primera imagen que corresponde a un campo de visión de la cámara de seguimiento ocular.

Como otra alternativa, el módulo de selección 402 puede configurarse para seleccionar el objeto de calibración basándose en una distorsión del objeto
5 de calibración en la segunda imagen en comparación con la primera imagen.

Como alternativa adicional, el módulo de selección 402 puede configurarse para seleccionar el objeto de calibración basándose en una apariencia visual del objeto de calibración.

Como otra alternativa más, el módulo de selección 402 puede configurarse
10 para seleccionar un objeto de calibración seleccionado previamente entre los uno o más objetos del mundo real como el objeto de calibración.

Como otra alternativa más, el módulo de selección 402 puede configurarse además para seguir un movimiento del dispositivo de visualización usando uno o más sensores de movimiento comprendidos en el dispositivo de visualización,
15 estimar, basándose en el movimiento rastreado del dispositivo de visualización, el tiempo durante el cual los uno o más objetos del mundo real permanecen visibles en la primera imagen, y seleccionar el objeto de calibración basándose en el tiempo estimado durante el cual el objeto de calibración permanece visible en la primera imagen.

20 Como otra alternativa más, el módulo de selección 402 puede configurarse para seleccionar el objeto de calibración identificando uno o más objetos del mundo real al hacer coincidir las características visuales entre uno o más objetos del mundo real con la información perteneciente a las características visuales de los objetos del mundo real que se almacena en una base de datos, y seleccionar
25 el objeto de calibración basándose en la información obtenida de la base de

datos, donde dicha información indica una idoneidad respectiva de los objetos del mundo real identificados, o partes de este, como objeto de calibración.

Como otra alternativa más, el módulo de selección 402 puede configurarse para seleccionar el objeto de calibración identificando, usando una interfaz de comunicaciones inalámbricas comprendida en el dispositivo de visualización, un
5 dispositivo de comunicaciones que comprende una pantalla entre los uno o más objetos del mundo real, y seleccionar como el objeto de calibración al menos una de las pantallas del dispositivo de comunicaciones y el contenido gráfico que se muestra allí. Opcionalmente, el módulo de selección 402 puede configurarse
10 además para recibir una representación del contenido gráfico visualizado desde el dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas. Alternativamente, el módulo de selección 402 puede configurarse además para transmitir una instrucción al dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas, para mostrar el contenido gráfico
15 en la pantalla del dispositivo de comunicaciones. Opcionalmente, el módulo de selección 402 puede configurarse además para transmitir una representación del contenido gráfico al dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas.

El módulo opcional de disparo 404 puede configurarse para activar la
20 selección del objeto de calibración por el módulo de selección 402 y derivar la transformación de calibración mediante el módulo de calibración 403 en respuesta a cualquiera de: recibir del usuario una instrucción para iniciar un procedimiento de calibración, encender el dispositivo de visualización, detectar una desalineación de un objeto virtual visualizado en relación con la escena del
25 mundo real, detectar que el usuario es diferente de un usuario previo del

dispositivo de visualización, detectar que el dispositivo de visualización ha sido desplazado en relación con al menos un ojo del usuario, y detectar que cualquiera de la pantalla 101, la cámara frontal 102, y la cámara de seguimiento ocular 102, se ha desplazado en relación con el dispositivo de visualización.

5 El módulo opcional de visualización 405 puede configurarse, en respuesta a la selección del objeto de calibración por el módulo de selección 402, para adaptar uno o más objetos virtuales visualizados que se superponen al objeto de calibración seleccionado como lo ve el usuario.

Opcionalmente, el módulo de selección 402 puede configurarse
10 adicionalmente, en respuesta a la selección del objeto de calibración, para notificar al usuario que la calibración está en curso. Opcionalmente, se notifica al usuario que la calibración está en curso mostrando un marcador en la pantalla para identificar el objeto de calibración seleccionado al usuario.

El módulo opcional de visualización 405 puede configurarse
15 adicionalmente para recibir una instrucción de mostrar un objeto virtual, donde la instrucción comprende una posición correspondiente en el mundo real del objeto virtual cuando se muestra al usuario, calcular una posición de visualización del objeto virtual aplicando la transformación de calibración derivada por el módulo de calibración 403 para la posición del mundo real recibida, y mostrar el objeto
20 virtual en la posición de visualización calculada en la pantalla.

Los módulos 402–405 comprendidos en medio de procesamiento 400 puede configurarse además para realizar operaciones adicionales o alternativas de acuerdo con las realizaciones de la invención aquí descritas.

Las interfaces 301 y 401, y los módulos 402–405, así como cualquier
25 módulo adicional incluido en el medio de procesamiento 400, pueden

implementarse mediante cualquier tipo de circuito electrónico, por ejemplo, cualquiera o una combinación de circuitos electrónicos analógicos, circuitos electrónicos digitales y el medio de procesamiento que ejecuta un programa de computador adecuado, es decir, un software.

- 5 A continuación, las realizaciones 500 del método realizado por un dispositivo de visualización montado en la cabeza que está configurado para ser usado por un usuario se describen con referencia a la Figura 5.

- El método 500 comprende seleccionar 504 un objeto de calibración entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, que son visibles en una
10 primera imagen de una escena del mundo real, donde dicha primera imagen es capturada por una cámara frontal comprendida en el dispositivo de visualización, y derivar 507 una transformación de calibración para calcular una posición de visualización basándose en una posición del mundo real, de modo que un objeto
15 virtual que se muestra en la posición de visualización en una pantalla al menos parcialmente transparente que está comprendida en el dispositivo de visualización está alineado con un objeto del mundo real correspondiente ubicado en la posición del mundo real, como lo ve el usuario.

- Por ejemplo, el objeto de calibración puede seleccionarse 504 entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, que son visibles tanto en la primera
20 imagen como en una segunda imagen de un reflejo de la escena del mundo real producido por una córnea del usuario, cuya segunda imagen es capturada por una cámara de seguimiento ocular comprendida en el dispositivo de visualización, y la transformación de calibración puede derivarse 507 usando la primera imagen y la segunda imagen.

Alternativamente, el objeto de calibración puede seleccionarse 504 entre uno o más objetos del mundo real, o partes de este, que son visibles en una región de la primera imagen que corresponde a un campo de visión de la cámara de seguimiento ocular.

- 5 Como otra alternativa, el objeto de calibración puede seleccionarse 504 basándose en una distorsión del objeto de calibración en la segunda imagen en comparación con la primera imagen.

 Como alternativa adicional, el objeto de calibración puede seleccionarse 504 basándose en una apariencia visual del objeto de calibración.

- 10 Como otra alternativa más, un objeto de calibración seleccionado previamente entre los uno o más objetos del mundo real puede seleccionarse 504 como el objeto de calibración.

- Como otra alternativa más, el método 500 puede comprender además rastrear 502 un movimiento del dispositivo de visualización usando uno o más
15 sensores de movimiento comprendidos en el dispositivo de visualización, y estimar 503, basándose en el movimiento rastreado del dispositivo de visualización, el tiempo durante el cual los uno o más objetos del mundo real permanecen visibles en la primera imagen. El objeto de calibración se selecciona 504 basándose en el tiempo estimado durante el cual el objeto de calibración
20 permanece visible en la primera imagen.

- Como otra alternativa más, seleccionar 504 el objeto de calibración puede comprender identificar uno o más objetos del mundo real al hacer coincidir las características visuales entre uno o más objetos del mundo real con la información perteneciente a las características visuales de los objetos del mundo
25 real que se almacena en una base de datos, y seleccionar el objeto de calibración

basándose en la información obtenida de la base de datos, donde dicha información indica una idoneidad respectiva de los objetos del mundo real identificados, o partes de este, como objeto de calibración.

- 5 Como otra alternativa más, seleccionar 504 el objeto de calibración puede comprender identificar, usando una interfaz de comunicaciones inalámbricas comprendida en el dispositivo de visualización, un dispositivo de comunicaciones que comprende una pantalla entre los uno o más objetos del mundo real, y seleccionar como el objeto de calibración al menos una de las pantallas del dispositivo de comunicaciones y el contenido gráfico que se muestra allí.
- 10 Opcionalmente, seleccionar 504 el objeto de calibración puede comprender además recibir una representación del contenido gráfico visualizado desde el dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas. Alternativamente, seleccionar 504 el objeto de calibración puede comprender además transmitir una instrucción al dispositivo de comunicaciones
- 15 a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas, para mostrar el contenido gráfico en la pantalla del dispositivo de comunicaciones. Opcionalmente, seleccionar 504 el objeto de calibración puede comprender además transmitir una representación del contenido gráfico al dispositivo de comunicaciones a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas.
- 20 Opcionalmente, el objeto de calibración se selecciona 504 y la transformación de calibración se deriva 507 en respuesta a la calibración que es activada 501 por cualquiera de: recibir del usuario una instrucción para iniciar un procedimiento de calibración, encender el dispositivo de visualización, detectar una desalineación de un objeto virtual visualizado en relación con la escena del
- 25 mundo real, detectar que el usuario es diferente de un usuario previo del

dispositivo de visualización, detectar que el dispositivo de visualización ha sido desplazado en relación con al menos un ojo del usuario, y detectar que cualquiera de la pantalla 101, la cámara frontal 102, y la cámara de seguimiento ocular 103, se ha desplazado en relación con el dispositivo de visualización.

5 Opcionalmente, el método 500 puede comprender además, en respuesta a seleccionar 504 el objeto de calibración, adaptar 505 no o más objetos virtuales visualizados que se superponen al objeto de calibración seleccionado como lo ve el usuario.

10 Opcionalmente, el método 500 puede comprender además, en respuesta a seleccionar 504 el objeto de calibración, notificar 506 al usuario que la calibración está en curso. Opcionalmente, se notifica al usuario 506 que la calibración está en curso mostrando un marcador en la pantalla para identificar el objeto de calibración seleccionado al usuario.

15 Opcionalmente, el método 500 puede comprender además recibir 508 una instrucción para mostrar un objeto virtual, donde la instrucción comprende una posición correspondiente en el mundo real del objeto virtual cuando se muestra al usuario, calcular 509 una posición de visualización del objeto virtual aplicando la transformación de calibración a la posición del mundo real recibida, y mostrar 510 el objeto virtual en la posición de visualización calculada en la pantalla.

20 Se apreciará que el método 500 puede comprender pasos adicionales, o modificados, de acuerdo con lo que se describe a lo largo de esta divulgación. Una realización puede implementarse como un software, tal como el programa de computador 304, para ser ejecutado por una unidad de procesamiento comprendida en un dispositivo de visualización montado en la cabeza, por lo que
25 el dispositivo de visualización se vuelve operativo de acuerdo con las

realizaciones de la invención aquí descritas. El programa de computador 304 puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por computador tal como la memoria 303, un disco compacto (CD), un disco digital versátil (DVD), una tarjeta de memoria o similar. El programa de computador 304 también puede
5 ser transportado por una señal portadora de datos. Por ejemplo, el programa de computador 304 puede transferirse a la memoria 303 a través de una red de comunicaciones, como Internet, a través de la interfaz de comunicaciones inalámbricas 105.

El experto en la materia se da cuenta de que la invención de ninguna
10 manera está limitada a las realizaciones descritas anteriormente. Por el contrario, son posibles muchas modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.