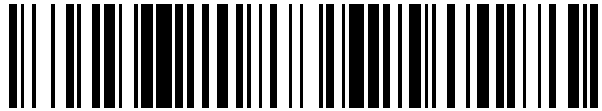


19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: 2 807 674

21 Número de solicitud: 202031083

51 Int. Cl.:

G06F 3/01 (2006.01)
G06T 19/20 (2011.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: 29.10.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud: 23.02.2021

71 Solicitantes: UNIVERSIDAD DE LEON (100.0%)
Avda. de la Facultad 25
24071 León ES

72 Inventor/es: FERNÁNDEZ LLAMAS, Camino;
ESTEBAN COSTALES, Gonzalo y
GUTIÉRREZ FERNÁNDEZ, Alexis

74 Agente/Representante: CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: MÉTODO, SISTEMA Y PRODUCTO DE PROGRAMA PARA INTERACCIÓN EN ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL MEDIANTE DISPOSITIVO HÁPTICO DE REALIMENTACIÓN DE FUERZAS DE ESCRITORIO

57 Resumen:

Método, sistema y producto de programa para interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502). El método (100) comprende: definir (102) un espacio de acción (210) en un entorno de realidad virtual correspondiente con un espacio de trabajo (510) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502); ante la detección (104) de una orden de modificación (512) del espacio de acción (210), modificar (106) el tamaño del espacio de acción (210) en función de la orden de modificación (512) detectada; determinar (107) la ubicación del espacio de acción modificado (210') para mantener inalterada la posición del avatar virtual (206); y mapear (108) el espacio de trabajo (510) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) con el espacio de acción modificado (210)'; ante la detección (110) de una orden de recolocación (514) del espacio de acción (210), mover (112) el espacio de acción (210) a una nueva ubicación del entorno de realidad virtual en función de la orden de recolocación (514) detectada.

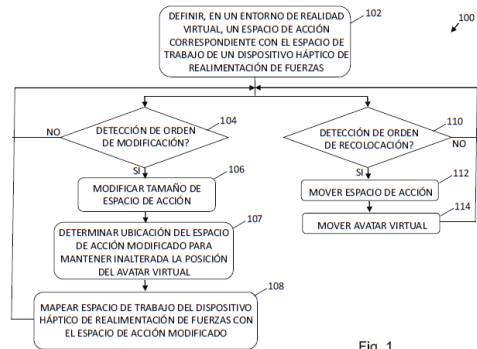


Fig. 1

ES 2 807 674 A1

**DESCRIPCIÓN**

**MÉTODO, SISTEMA Y PRODUCTO DE PROGRAMA PARA INTERACCIÓN EN ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL MEDIANTE DISPOSITIVO HÁPTICO DE REALIMENTACIÓN DE FUERZAS DE ESCRITORIO**

5

**CAMPO DE LA INVENCION**

El objeto de la invención se enmarca en el campo de la informática, más concretamente en el de los dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio y su interacción con la realidad virtual.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Los dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio son aquellos caracterizados por estimular la propiocepción del usuario permitiendo que éste sienta la fuerza generada por un objeto al ser tocado o manipulado. Varios estudios han hecho uso de dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio junto con cascos de realidad virtual (HMDs, "Head-Mounted Displays") para sus propósitos, generalmente el entrenamiento de habilidades concretas o la rehabilitación de zonas afectadas de la anatomía humana. Su uso en ejercicios de entrenamiento se ejemplifica en el estudio de Hashimoto et al. [1], en el cual se utilizan conjuntamente los dispositivos hápticos y los HMD en un simulador de eliminación de sarro. En este simulador se visualiza la boca del paciente a través del HMD y el stylus del dispositivo háptico se hace corresponder con la herramienta dental que sirve para eliminar el sarro. La imagen simulada se construye mediante realidad aumentada sobre marcadores de posición del entorno de trabajo y, dado que es importante la colocación del paciente para la tarea de eliminación, se puede modificar físicamente la posición y rotación del entorno que alberga los marcadores para recolocar la dentadura.

15

20

25

30

En el estudio realizado en Ji et al. [2] se utilizan dos dispositivos hápticos de grandes dimensiones conjuntamente con una simulación de los huesos y tejidos que forman la espalda que permite a los usuarios su palpación y exploración. En dicho estudio se consideran a su vez dos formas de visualización: una a través de un HMD, y otra mediante un holograma formado por un sistema de espejos. La utilización de este tipo de dispositivos en ejercicios de rehabilitación se ejemplifica en el estudio realizado por Andaluz et al. [3], en el cual se utilizan las gafas de realidad virtual Oculus Rift para una mayor inmersión, el dispositivo de

monitorización Leap Motion para la selección de ejercicios y un dispositivo háptico Novint Falcon para la realización de los ejercicios, consistentes en mover objetos, seguir caminos en los que actúan diferentes fuerzas, etc.. En el estudio de Pruna et al. [4] se desarrolla un sistema específico para niños en el que, a través de juegos, se realizan ejercicios de rehabilitación de las extremidades superiores. La visualización se realiza mediante Oculus Rift y los juegos consisten en, por ejemplo, regar las plantas o recoger objetos a sus cajas correspondientes utilizando para ello el dispositivo háptico. Saad et al. [5] realiza una integración del sentido de la vista y el tacto en una misma experiencia de interacción con modelos anatómicos del cuerpo humano. Para la visualización se sirvieron de las gafas de realidad virtual Oculus Rift, combinadas con la interacción mediante el dispositivo háptico. El movimiento por la escena se lleva a cabo mediante dispositivos de entrada auxiliares que se manipulan con la mano no dominante, es decir, teclado, joystick o ratón.

En los documentos mencionados anteriormente, los dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio son utilizados en entornos inmersivos de realidad virtual sin la aplicación de una técnica o modelo de interacción. La no aplicación de una técnica de interacción supone que el área que se puede manipular dentro de la escena virtual se encuentra limitada al tamaño del espacio de trabajo físico del dispositivo háptico, reduciendo considerablemente las capacidades del usuario para interactuar con la totalidad de la escena en la que se encuentra inmerso.

La patente ES2716012-B2 considera la interacción de un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio en un entorno de realidad virtual, donde el dispositivo háptico envía una orden de zoom para ampliar o disminuir la escena virtual representada. Dicha invención se basa en mantener en todo momento una relación entre el tamaño virtual del espacio de trabajo del dispositivo háptico y el nivel de ampliación aplicado sobre una escena virtual, permitiendo así que el usuario pueda interactuar en todo momento con cualquier elemento que visualice en la escena independientemente del nivel de ampliación aplicado. De esta manera, al incrementar el nivel de ampliación de la escena, el usuario no solo obtiene un zoom visual que le permite ver con mayor claridad los objetos de interés, sino que también obtiene un zoom háptico, gracias al cual sus movimientos se vuelven más precisos en el área de interés.

Dada una escena virtual visualizada a través de un casco o visor de realidad virtual, la invención propuesta aborda la integración en dicha escena de los dispositivos hápticos de

realimentación de fuerzas de escritorio, consiguiendo que con su utilización se pueda interactuar con cualquier elemento de la escena con el nivel de precisión deseado. Así pues, la presente invención aborda el problema del espacio de trabajo limitada de la que disponen este tipo de dispositivos.

5

## **BIBLIOGRAFÍA**

[1] Hashimoto, N., Kato, H., & Matsui, K. (2007, November). Training of Tooth Scaling by Simulator--Development of Simulator and Investigation of its Effectiveness--. In 17<sup>th</sup> International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2007) (pp. 251-257).  
10 IEEE.

[2] Ji, W., Williams, R. L., Howell, J. N., & Conatser, R. R. (2006, March). 3D stereo viewing evaluation for the virtual haptic back project. In 2006 14th Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (pp. 251-258). IEEE.

15

[3] Andaluz, V. H., Salazar, P. J., Escudero, M., Bustamante, C., Silva, M., Quevedo, W., ... & Rivas, D. (2016, December). Virtual reality integration with force feedback in upper limb rehabilitation. In International Symposium on Visual Computing (pp. 259-268). Springer, Cham.

20

[4] Pruna, E., Acurio, A., Tigse, J., Escobar, I., Pilatásig, M., & Pilatásig, P. (2017, June). Virtual system for upper limbs rehabilitation in children. In International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics (pp. 107-118). Springer, Cham.

25

[5] Saad, E., Funnell, W. R. J., Kry, P. G., & Ventura, N. M. (2018, October). A Virtual-Reality System for Interacting with Three-Dimensional Models Using a Haptic Device and a Head-Mounted Display. In 2018 IEEE Life Sciences Conference (LSC)(pp. 191-194). IEEE.

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

30

La presente invención consiste en un nuevo modelo de interacción aplicable a dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio que permite su utilización en entornos inmersivos de realidad virtual.

35

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un método de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio,

donde un avatar virtual de un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio se representa en escenas virtuales mediante un visor de realidad virtual portado por un usuario.

5 El método comprende definir un espacio de acción en un entorno de realidad virtual, donde dicho espacio de acción se corresponde con el espacio de trabajo del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio; cuando se detecta una orden de modificación del espacio de acción, se modifica el tamaño del espacio de acción, aumentando o disminuyendo en una determinada cantidad las dimensiones del espacio de acción en función de la orden de modificación detectada y se mapea el espacio de trabajo del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio con el espacio de acción modificado; y cuando se detecta una orden de recolocación del espacio de acción, se mueve el espacio de acción a una nueva ubicación del entorno de realidad virtual en función de la orden de recolocación detectada.

15 La invención soluciona el problema del limitado espacio de trabajo inherente a los dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio. La invención permite utilizar estos dispositivos hápticos para una interacción natural y precisa con cualquier elemento presente en una escena de realidad virtual inmersiva. El modelo de interacción se basa en dos modos de funcionamiento: modo interacción y modo recolocación.

20 En primer lugar, el modo interacción basa su funcionamiento en la definición de una correspondencia entre el espacio de trabajo del dispositivo háptico en el mundo real y un espacio determinado dentro de la escena virtual denominado 'espacio de acción' (o área de acción). El espacio de acción permanece inmóvil dentro de la escena virtual mientras se mantiene activado el modo interacción, lo que permite al usuario interactuar a través del dispositivo háptico con los elementos que se encuentren dentro del espacio de acción, así como cambiar su punto de vista de la escena mediante el movimiento de la cabeza, monitorizado por el visor de realidad virtual.

30 Mientras el modo interacción está activo, el espacio o área de trabajo del dispositivo háptico en la escena virtual (i.e. el espacio de acción) no cambia de posición, pero se permite la reducción o ampliación del tamaño del espacio de acción para obtener una mayor precisión o una mayor libertad de movimiento, respectivamente. Por tanto, dentro del modo interacción el usuario puede cambiar el tamaño del espacio de acción, consiguiendo así el nivel de precisión o la libertad de movimiento deseado en cada momento. El cambio de tamaño del espacio de

35

acción se aplica (i) sin alterar la posición relativa del avatar virtual del dispositivo háptico (el cual representa al efector final del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio en la escena virtual) dentro del espacio de acción antes y después de la modificación del tamaño del espacio de acción, y (ii) sin alterar la posición absoluta del avatar virtual en el entorno de realidad virtual. De este modo, el avatar mantiene su posición relativa dentro del espacio de trabajo virtual y la posición física del efector del dispositivo háptico no se ve modificada por el cambio de tamaño. Tanto el avatar virtual (efector en el mundo virtual) como el efector final (efector en el mundo real) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio no cambian de posición. Al aumentar o disminuir el tamaño del espacio de acción, el avatar virtual siempre se mantiene en la misma posición, lo cual aporta gran naturalidad en la interacción con el usuario. Cuando el avatar virtual está situado en el centro del espacio de acción en el momento de realizar el cambio de tamaño del espacio de acción, únicamente se amplía el tamaño del espacio de acción, sin cambiar la posición del centro del espacio de acción modificado. Sin embargo, cuando el avatar virtual no está centrado en el espacio de acción cuando se modifica el tamaño del mismo, se realizan las operaciones necesarias para que, tras la ampliación o reducción del espacio de acción, el avatar virtual quede exactamente en la misma posición absoluta del entorno de realidad virtual y en la misma posición relativa (con respecto al entorno de acción) en la que estaba antes. Esto requiere cambiar el centro del espacio de acción modificado (o mover el espacio de acción).

Debido a la correspondencia entre las dimensiones del espacio de trabajo del dispositivo háptico (mundo real) y las dimensiones del espacio de acción (mundo virtual), a menor tamaño del espacio de acción el usuario obtiene un mayor nivel de precisión, mientras que si el tamaño del espacio de acción es mayor se obtiene una mayor libertad de movimiento.

Por su parte, el modo recolocación permite reposicionar el espacio de trabajo del dispositivo háptico en cualquier emplazamiento dentro de la escena virtual. En otras palabras, el modo recolocación permite al usuario mover el espacio de acción al lugar deseado de la escena virtual. De esta manera, mediante la recolocación del espacio de acción, el usuario puede interactuar con cualquier objeto o elemento de la escena virtual.

El modo recolocación se puede activar, por ejemplo, mediante una interacción (e.g. una doble pulsación) con alguno de los botones del dispositivo háptico o al mirar hacia un área determinada de la escena virtual y, una vez activado, el espacio de acción se mueve siguiendo la mirada del usuario. La nueva posición del espacio de acción dentro de la escena se confirma

cuando el usuario sale del modo recolocación, es decir, cuando se vuelve al modo interacción. Mientras se mantenga activo el modo recolocación el usuario puede seleccionar, además de la posición angular del espacio de acción con respecto al usuario, la distancia del espacio de acción al usuario.

5

En la invención se contemplan diferentes maneras de realizar el cambio entre modos de funcionamiento (interacción y recolocación):

- 10 - Botones en el dispositivo háptico. Si el dispositivo háptico utilizado cuenta con botones, uno de ellos puede ser utilizado como mecanismo de intercambio entre modos de funcionamiento. Así pues, dentro del modo interacción, cuando el usuario presione el botón desencadena el cambio al modo recolocación. Una vez que el espacio de acción se encuentre en la ubicación deseada dentro del modo recolocación, se puede fijar dicha ubicación y volver al modo interacción mediante la activación de nuevo de dicho botón. Una alternativa a la pulsación del botón para 15 el cambio entre modos es la activación del modo recolocación únicamente mientras el botón del dispositivo háptico se encuentre presionado, por lo que el usuario debe seleccionar la nueva ubicación del espacio de acción mientras mantiene presionado el botón, fijándose la misma en su nuevo emplazamiento al dejar de presionar el botón. Otra alternativa es la de hacer doble click en uno de los botones del dispositivo háptico para desencadenar el cambio entre modos de 20 funcionamiento.
- Comandos de voz. El cambio entre los distintos modos de funcionamiento puede realizarse también mediante comandos de voz específicos que un software ad hoc es capaz de reconocer, procesar y actuar en consecuencia.
- 25 - Fijación de la mirada. Consiste en colocar dentro de la escena virtual un área de cambio de modo, en la cual si el usuario fija su mirada (i.e. centra la mirada, detectada mediante la orientación del visor de realidad virtual o mediante sensores de seguimiento de ojos instalados en el visor de realidad virtual, en el caso de que incorpore este tipo de sensores) en ella durante unos segundos se realiza el cambio entre el modo interacción y el modo recolocación. Una vez dentro del modo 30 recolocación, si el usuario fija la mirada durante unos segundos en la ubicación deseada para el espacio de acción, ésta quedará fijada en dicha ubicación y se volverá de nuevo al modo interacción. Como ayuda al usuario, la escena virtual puede mostrar unas barras de carga que se rellenan según el tiempo que se

encuentre el usuario mirando al área de cambio de modo o a la ubicación deseada para el espacio de acción.

5 La invención también considera varias formas para realizar las posibles acciones contempladas para activar la modificación del tamaño del espacio de acción en el modo interacción y el reposicionamiento del espacio de acción en el modo recolocación.

La modificación del tamaño del espacio de acción se puede llevar a cabo de varias formas diferentes, por ejemplo:

10 - Botones en el dispositivo háptico. Si el dispositivo háptico cuenta con botones, éstos pueden utilizarse para modificar el tamaño del espacio de acción dentro del modo interacción. Se contemplan modificaciones escalonadas (al presionar el botón) o modificaciones continuas (mientras se mantenga presionado el botón). Si el dispositivo cuenta con más de un botón disponible, se puede utilizar un botón para incrementar el tamaño del espacio de acción y otro  
15 botón para disminuir el tamaño del mismo. Por el contrario, si el dispositivo háptico sólo cuenta con un botón puede realizarse la ampliación al realizar una única pulsación en el botón, y el efecto contrario con una doble pulsación del mismo.

- Comandos de voz. Se contempla también la utilización de comandos de voz para la modificación del tamaño del espacio de acción. Al igual que para el cambio entre modos de  
20 funcionamiento, el software empleado es capaz de reconocer, procesar y actuar en consecuencia aumentando o disminuyendo el tamaño del espacio de acción.

La modificación de la distancia del espacio de acción al usuario también se puede realizar de múltiples formas, entre ellas las siguientes:

25 - Botones en el dispositivo háptico. Si el dispositivo háptico cuenta con botones, éstos se pueden utilizar para modificar la distancia del espacio de acción al usuario dentro del modo recolocación. Se contemplan modificaciones escalonadas de la distancia (al presionar el botón) o modificaciones continuas de la misma (mientras se mantenga presionado el botón). Si el dispositivo háptico de realimentación de  
30 fuerzas de escritorio cuenta con más de un botón, se puede utilizar uno de ellos para aumentar la distancia y otro para disminuirla. Por el contrario, si el dispositivo háptico cuenta con un solo botón, puede aumentarse la distancia al realizar una única pulsación en el botón, y reducirse la distancia al efectuar una doble pulsación del botón.



- Comandos de voz. Se contempla también la utilización de comandos de voz para la modificación de la distancia del espacio de acción al usuario. Un software es capaz de reconocer el comando concreto, procesarlo y actuar en consecuencia para aumentar o disminuir dicha distancia.

5

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, que implementa el método anteriormente descrito. El sistema comprende un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio para interactuar con un entorno de realidad virtual; una unidad de procesamiento gráfico encargada de generar escenas virtuales del entorno de realidad virtual en las que se representa un avatar virtual del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio; y un visor de realidad virtual para mostrar a un usuario las escenas virtuales generadas. La unidad de procesamiento gráfico está configurada para implementar el método descrito.

15

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

A continuación, se describen de manera muy breve una serie de figuras que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

20

La Figura 1 ilustra las diferentes etapas de un método de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, de acuerdo a una realización de la presente invención.

25 Las Figuras 2A y 2B muestran el funcionamiento esquemático del método propuesto en el modo interacción, y en particular durante la modificación del tamaño del espacio de acción.

La Figura 3 representa el funcionamiento del método propuesto en el modo recolocación, y en particular durante la modificación de la posición angular del espacio de acción.

30

La Figura 4 representa el funcionamiento esquemático del modo recolocación cuando el usuario modifica la distancia a la que se encuentra el espacio de acción.

35 La Figura 5 muestran, de acuerdo a una posible realización, el sistema de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de

escritorio en funcionamiento, cuando el usuario envía una orden de modificación del tamaño del espacio de acción.

5 Las Figuras 6A y 6B ilustran, respectivamente, el contenido de una orden de modificación y de una orden de recolocación de acuerdo a una realización.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

10 La presente invención se refiere a un método de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, donde un avatar virtual de un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio se representa en escenas virtuales mediante un visor de realidad virtual de un usuario.

15 En la **Figura 1** se representan las diferentes etapas del método 100, de acuerdo a una realización. En primer lugar, se define 102 un espacio de acción en un entorno de realidad virtual, donde dicho espacio de acción se corresponde con el espacio de trabajo de un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio. Una vez ya definido el entorno de realidad virtual, de manera continuada se comprueba por un lado la detección 104 de una orden de modificación del espacio de acción, y por otro lado la detección 110 de una orden de recolocación del espacio de acción. Dichas comprobaciones se pueden realizar, por ejemplo, en paralelo o una a continuación de la otra, en bucle. Las órdenes detectadas son generadas a partir de la acción de un usuario, por ejemplo mediante la pulsación de un botón del dispositivo háptico, mediante un comando de voz o mediante el manejo del visor de realidad virtual.

25 Cuando se detecta 104 una orden de modificación del espacio de acción, se modifica 106 el tamaño del espacio de acción, aumentando o disminuyendo las dimensiones del espacio de acción una determinada cantidad en función de la orden de modificación recibida detectada. A continuación, se determina 107 la ubicación del espacio de acción modificado (por ejemplo, la ubicación del centro del mismo) de forma que no se altere la posición absoluta del avatar virtual en el entorno de realidad virtual y además se mantenga la posición relativa del avatar virtual con respecto al espacio de acción antes y después de la modificación de tamaño. Finalmente, se mapea 108 el espacio de trabajo del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio con el espacio de acción modificado. Estos dos últimos pasos (107, 108) se pueden realizar en cualquier orden.

35

5 Cuando se detecta 110 una orden de recolocación del espacio de acción, se mueve 112 el espacio de acción a una nueva ubicación del entorno de realidad virtual en función de la orden de recolocación detectada. En este caso, siempre que se mueve 112 el espacio de acción una determinada distancia en una determinada dirección, también se mueve 114 el avatar virtual la misma distancia y en la misma dirección, ya que el remapeo de ambos espacios (virtual y físico) debe ser consistente (y, por tanto, la posición relativa del avatar virtual dentro del espacio de acción debe permanecer invariable).

10 En la **Figura 2A** se ilustra la ejecución de una orden de modificación del espacio de acción. En el caso particular mostrado en la figura, se trata de una orden de ampliación del tamaño del espacio de acción. La figura se divide en dos escenas virtuales 202, siendo la superior la escena original y la inferior la escena resultante tras aplicar una modificación en el tamaño del espacio de acción.

15 En la parte superior de la Figura 2A una escena virtual 202, representada en un visor de realidad virtual 204 de un usuario 212, muestra el avatar virtual 206 de un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, a través del cual el usuario interactúa con objetos virtuales 208 del entorno de realidad virtual representados también en la escena virtual 202. En la figura también se muestra el espacio de acción 210 (el cual no necesariamente se muestra en la escena virtual 202), que corresponde al volumen dentro del cual se puede mover el avatar virtual 206 en respuesta al movimiento del efector final del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio generado por la mano del usuario 212. En la Figura 2A, el avatar virtual 206 se encuentra representado mediante una pequeña esfera en el centro del espacio de acción 210.

25 En la parte inferior de la figura se muestra la ampliación de las dimensiones del espacio de acción 210, manteniendo el espacio de acción modificado 210' las proporciones originales entre ancho, largo y alto del espacio de acción 210. En el ejemplo de la Figura 2A el avatar virtual 206 está centrado en el espacio de acción 210, con lo cual el centro del espacio de acción 210 no varía su posición dentro de la escena virtual 202, ya que la posición absoluta del avatar virtual en el entorno de realidad virtual no varía y la posición relativa del avatar virtual con respecto al espacio de acción se mantiene antes y después de la modificación de tamaño. Como se aprecia en la Figura 2A, la escena virtual 202 representada en el visor de realidad virtual 204 no varía, únicamente se amplía el tamaño del espacio de acción 210, el cual afecta al mapeo entre las dimensiones del espacio de trabajo del dispositivo háptico de

30

35

realimentación de fuerzas de escritorio y las dimensiones del espacio de acción modificado (esto es, cuánto se mueve en cada eje el avatar virtual 206 en la escena virtual del entorno de realidad virtual cuando el efector final del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio se desplaza en el mundo real una determinada cantidad en cada eje). Como se  
5 ha indicado anteriormente, la visualización del espacio de acción 210 en la escena virtual 202 es opcional.

La modificación del tamaño del espacio de acción 210 se realiza por tanto sin alterar la posición absoluta ni la posición relativa del avatar virtual 206 dentro del espacio de acción  
10 210. En el ejemplo de la Figura 2A, el avatar virtual 206 se mantiene posicionado en el centro del espacio de acción 210 antes y después de la modificación del tamaño del espacio de acción 210, de forma que el centro del espacio de acción 210 no varía su ubicación. Sin embargo, la posición del centro del espacio de acción 210 sí varía en el caso de que el avatar virtual 206 no esté posicionado en el centro del espacio de acción 210 en el momento de  
15 realizar la ampliación de tamaño del mismo, ya que lo que debe permanecer inmóvil es el avatar virtual 206.

La **Figura 2B** muestra una ampliación del espacio de acción 210 donde el avatar virtual 206 no está posicionado en el centro 214 del espacio de acción 210. En la parte superior de la  
20 Figura 2B se representa, en una escena virtual 202, un objeto virtual 208, y el espacio de acción 210 y el avatar virtual 206 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio. El avatar virtual 206 se ubica en un extremo superior del espacio de acción, desplazado una distancia “-a” en el eje X, una distancia de cero en el eje Y, y una distancia “b” en el eje Z con respecto al centro 214 del espacio de acción 210.

25 En la parte inferior de la Figura 2B se muestra la escena virtual 202 anterior con el objeto virtual 208 y el avatar virtual 206 en las mismas posiciones, y con el espacio de acción modificado 210', en concreto ampliado al doble de tamaño en respuesta a una correspondiente orden de modificación del espacio de acción. En este caso, el centro 214 del  
30 espacio de acción 210 se desplaza una distancia  $\vec{d}$  hacia una nueva posición, centro modificado 214', para mantener inalterada la posición relativa del avatar virtual 206 antes de la ampliación (i.e. con respecto al espacio de acción 210) y después de la ampliación (i.e. con respecto al espacio de acción modificado 210'). En este caso, al duplicarse el tamaño del espacio de acción 210, también debe duplicarse las distancias relativas originales, con lo que  
35 el avatar virtual 206 queda a una distancia “-2a” en el eje X, una distancia de cero en el eje Y,

y una distancia "2b" en el eje Z con respecto al centro modificado 214'. Como se ha indicado anteriormente, en el paso 107 del diagrama de flujo de la Figura 1 se determina la ubicación del espacio de acción modificado 210' y, por tanto, la ubicación del centro modificado 214' para mantener la posición del avatar virtual 206 inalterada (en posición absoluta en la escena virtual y en posición relativa con respecto a los espacios de acción 210 y 210').

Volviendo a la Figura 1, el método también comprueba si se produce la detección 110 de una orden de recolocación del espacio de acción, en cuyo caso se mueve (112, 114) el espacio de acción 210, junto con el avatar virtual 206, un determinado vector desplazamiento hacia una nueva ubicación. La orden de recolocación contiene la información suficiente para determinar la posición de la nueva ubicación del espacio de acción 210, por ejemplo las tres coordenadas cartesianas (X,Y,Z) que determinan en el espacio la posición absoluta de un punto (e.g. el centro) del espacio de acción 210, o la modificación de la posición ( $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ ) del espacio de acción 210 en alguno de los ejes cartesianos o en cualquier otro sistema de coordenadas. De acuerdo a una realización, dicha orden puede comprender una modificación de la posición angular del espacio de acción con respecto al usuario, una modificación de la distancia del espacio de acción con respecto al usuario, o una combinación de ambas.

En la **Figura 3** se representa la ejecución de una orden de recolocación del espacio de acción; en particular, la modificación de la posición angular del espacio de acción 210 con respecto al usuario 212. Al igual que en la figura anterior, la Figura 3 se subdivide en dos escenas virtuales 202. En la escena superior se representa el instante en el que se activa el modo recolocación, ya que el objeto virtual 208 con el que se desea interactuar se encuentra alejado del espacio de acción 210. El usuario puede entonces cambiar su punto de vista, centrando su mirada en el objeto virtual 208 con el que desea iniciar la interacción, y es en esa posición angular en la que se coloca el espacio de acción, tal y como se representa en la escena inferior, manteniendo constante (dentro del entorno de realidad virtual) la distancia al usuario.

Se puede considerar al usuario 212 que porta el visor de realidad virtual 204 como un espectador posicionado dentro del entorno de realidad virtual en una posición que correspondería con una posición intermedia de sus ojos. De acuerdo a una realización preferida, el desplazamiento angular (o modificación de la posición angular) del espacio de acción 210 se determina en base a una orientación final 308 del visor de realidad virtual 204. La orientación del visor de realidad virtual 204 se puede definir por ejemplo como la línea

perpendicular al segmento 304 que une los centros de las lentes del visor de realidad virtual 204 en su punto intermedio 306.

5 En la Figura 3 se representa en la parte superior el visor de realidad virtual 204 con una orientación inicial 302 centrada en el espacio de acción 210. El usuario 212 inicia una orden de recolocación, y gira el visor de realidad virtual 204 un determinado ángulo hacia la izquierda, hasta centrar la mirada en el objeto virtual 208. La orientación final 308 del visor de realidad virtual 204, centrada en el objeto virtual 208, está incluida en la orden de recolocación del espacio de acción, y determina la nueva posición angular del espacio de acción 210 con respecto al usuario 212. La posición angular del espacio de acción 210 se puede definir, por ejemplo, con respecto a su centro geométrico. En la escena virtual 202 mostrada en la parte inferior de la figura se representa el espacio de acción recolocado 210", una vez su centro geométrico se ha movido a la nueva posición angular (centrada en el objeto virtual 208) determinada por la orientación final 308 del visor, y manteniendo constante la distancia al usuario 212. Por simplicidad de la figura, únicamente se muestra un giro lateral en dos dimensiones, correspondiente al azimutal  $\varphi$  en coordenadas esféricas. Pero la orientación final 308 del visor de realidad virtual 204 se determinaría preferentemente en un espacio tridimensional, por ejemplo mediante al ángulo azimutal  $\varphi$  y el ángulo polar  $\theta$  cuando se emplean coordenadas esféricas.

20 De acuerdo a una realización, la detección 110 de una orden de recolocación del espacio de acción 210 se inicia mediante un comando de inicio de recolocación y se finaliza mediante un comando de fin de recolocación generado cuando el visor de realidad virtual 204 está orientado en la orientación final 308.

25 En una realización, el comando de inicio de recolocación se genera mediante la orientación del visor de realidad virtual 204 durante un tiempo determinado (e.g. 3 segundos) hacia una zona determinada del entorno virtual (correspondiente a la fijación de la mirada del usuario en una zona concreta), como por ejemplo una zona del entorno virtual (área de recolocación) en el que se muestre un comando de recolocación; y el comando de fin de recolocación se genera al mantener la orientación del visor de realidad virtual 204 durante un tiempo determinado (e.g. 3 segundos) en la orientación final 308, la cual determina la posición angular final del espacio de acción 210. De manera ventajosa esta realización permite la interacción con el usuario únicamente utilizando el visor de realidad virtual, sin necesidad de usar por ejemplo

ningún botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, con lo que sus botones quedan libres para otras funcionalidades.

5 En otra realización, el comando de inicio de recolocación se genera mediante una primera interacción con al menos un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio y el comando de fin de recolocación se genera mediante una segunda interacción con al menos un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio cuando el visor de realidad virtual 204 está orientado en la orientación final 308. La primera y segunda interacción puede consistir, a modo de ejemplo, en una pulsación simple o una doble  
10 pulsación de uno de los botones del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio. En una realización, el comando de inicio de recolocación se genera a través de dicha primera interacción cuando el visor de realidad virtual 204 tiene una determinada orientación, por ejemplo cuando está orientado hacia el espacio de acción 210.

15 Alternativamente, el comando de inicio de recolocación y el comando de fin de recolocación se pueden generar mediante comandos de voz.

La orden de recolocación puede comprender, alternativamente o en adición a lo anterior, una modificación de la distancia del espacio de acción 210 con respecto al usuario 212. La  
20 distancia del espacio de acción 210 al usuario 212 se puede considerar, por ejemplo, como la distancia de un punto de referencia del espacio de acción 210 (e.g. el centro 214 geométrico) al punto intermedio 306 de las lentes (más en concreto, a la representación de dicho punto intermedio en el entorno de realidad virtual).

25 La **Figura 4** ilustra el funcionamiento esquemático del modo recolocación cuando el usuario modifica la distancia a la que se encuentra el espacio de acción (con respecto a la posición de los ojos del usuario en el mundo virtual), permitiendo así alcanzar objetos que se encuentren a mayor distancia ( $d_2$ ) o menor distancia ( $d_1$ ) que la distancia actual ( $d_0$ ) del espacio de acción.

30 En la Figura 4 se representa el espacio de acción 210 en su posición inicial, a una distancia  $d_0$  con respecto al usuario 212 (medida en la figura con respecto al punto del espacio de acción 210 más cercano al usuario 212, si bien se podría medir con respecto a cualquier otro punto, por ejemplo el centro geométrico del espacio de acción 210), y el espacio de acción  
35 recolocado 210" en dos ubicaciones diferentes, a una distancia  $d_1$  y una distancia  $d_2$  del

5 usuario, respectivamente. En el primer caso, distancia  $d_1$ , se produce un acercamiento al usuario 212 del espacio de acción 210; en el segundo caso, distancia  $d_2$ , se produce un alejamiento del espacio de acción con respecto al usuario 212. El espacio de acción recolocado 210" se puede mostrar en la nueva escena virtual 212, por ejemplo mediante un espacio sombreado.

10 En una realización, la orden de recolocación comprende una combinación de la modificación de la posición angular del espacio de acción con respecto al usuario (Figura 3) y la modificación de la distancia del espacio de acción con respecto al usuario (Figura 4). En este caso si se considera la posición del centro geométrico del espacio de acción 210 en coordenadas esféricas, la posición angular (ángulo azimutal  $\varphi$  y ángulo polar  $\theta$ ) del espacio de acción recolocado 210" viene determinado por una orientación final 308 del visor de realidad virtual 204, y la distancia (coordenada radial  $\rho$ ) del espacio de acción recolocado 210" al usuario 212 se determina en base a la distancia inicial  $d_0$  modificada por una instrucción o comando del usuario (distancia final  $d_1$  o  $d_2$ , en función de si es una instrucción de acercamiento o de alejamiento).

15 Las formas de ejecutar las órdenes de modificación y de recolocación por parte del usuario pueden ser muy diversas. Así por ejemplo, la modificación del tamaño del espacio de acción y la modificación de la distancia del espacio de acción se pueden determinar mediante la pulsación de uno o varios botones del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio.

20 De acuerdo a una realización, se puede utilizar una doble pulsación de uno de los botones del dispositivo háptico (botón de cambio de modo) como mecanismo para el cambio entre los modos de funcionamiento, interacción y recolocación. Mientras se esté en el modo interacción, la modificación del tamaño del espacio de acción se realiza de manera continua mediante el uso de dos botones integrados en el dispositivo háptico, un botón de ampliación para ampliar el tamaño del espacio de acción y un botón de reducción para reducir el tamaño. Estos mismos botones, botón de ampliación y botón de reducción, también se pueden emplear como mecanismo para la modificación continua de la distancia del espacio de acción al usuario dentro del modo recolocación. La velocidad de ampliación/reducción en ambos casos (del tamaño o distancia) estará predeterminada por software, siendo un parámetro configurable por el usuario.

35



Dada una escena virtual de 360 grados, se coloca inicialmente el correspondiente espacio de acción justo delante de la posición base de partida del usuario, dimensionada acorde al entorno virtual y en un formato que permite una correlación directa con el espacio de trabajo físico del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio. De este modo, si el espacio de trabajo físico del dispositivo háptico tiene unas dimensiones concretas L x A x F (largo, ancho y fondo), el espacio de acción presente en la escena mantendrá las proporciones definidas por dichas constantes (L,A,F).

En el modo interacción el usuario puede aumentar el tamaño del espacio de acción progresivamente mientras mantenga pulsado uno de los botones del dispositivo háptico (el botón de ampliación). De esta forma se consigue una ampliación fluida que el usuario puede adaptar a sus preferencias. La disminución del espacio de acción se puede llevar a cabo igualmente mediante la pulsación prolongada de otro de los botones (el botón de reducción). Tanto el aumento como la disminución del tamaño del espacio de acción tienen límites lógicos, en base al tamaño de los objetos presentes en la escena virtual.

Siempre que el usuario se encuentre mirando hacia el espacio de acción, puede hacer doble click en uno de los botones del dispositivo háptico (el botón de cambio de modo) para realizar el cambio al modo recolocación. El botón de cambio de modo puede corresponder con uno de los botones empleados para la ampliación/reducción del tamaño o distancia. Una vez en modo recolocación, el usuario entonces puede desplazar la mirada hacia la posición angular del entorno virtual en la que desee colocar el espacio de acción (orientación final del visor de realidad virtual). Asimismo, el usuario puede utilizar dos botones (botón de ampliación y botón de reducción) del dispositivo háptico dentro del modo recolocación para modificar la distancia del usuario al espacio de acción. Cuando el usuario realice de nuevo doble click en el botón de cambio de modo, se volverá al modo interacción, ya una vez fijado el espacio de acción a su nueva ubicación.

La presente invención soluciona un problema inherente a los dispositivos hápticos de realimentación de fuerzas de escritorio, su pequeño espacio de trabajo. La invención propuesta permite una interacción mediante el dispositivo háptico en cualquier parte de la escena virtual debido a la recolocación del espacio de acción y con un nivel de precisión deseado obtenido por la modificación del tamaño del espacio de acción.

La aplicación de la presente invención en los dispositivos hápticos permite su utilización de una manera natural y precisa como principales dispositivos de interacción en diferentes tipos de simuladores y experiencias de realidad virtual (sector médico, industria automovilística, industria aeroespacial, juegos, etc.), así como en tareas de teleoperación de robots en diferentes escenarios.

En la **Figura 5** se muestran los distintos elementos del sistema de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, de acuerdo a una posible realización de la presente invención. En particular, el sistema 500 comprende un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 de escritorio (mostrado en la figura de manera incompleta y esquemática) a través del cual un usuario 212 interactúa con un entorno de realidad virtual; una unidad de procesamiento gráfico 504 (tal como una GPU, una CPU, y en general cualquier unidad o dispositivo electrónico con capacidad de procesamiento de datos) encargada de generar escenas virtuales 202 del entorno de realidad virtual en las que se representa un avatar virtual 206 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 interactuando con objetos virtuales 208 en un entorno virtual; y un visor de realidad virtual 204 para mostrar al usuario 212 las escenas virtuales generadas por la unidad de procesamiento gráfico 504.

Según la realización mostrada en la Figura 5, la unidad de procesamiento gráfico 504 es una entidad separada e independiente del visor de realidad virtual 204. Dicha unidad de procesamiento gráfico 504 se puede implementar, por ejemplo, mediante un ordenador conectado por cable 506 (o por conexión inalámbrica a alta frecuencia según las recientes tecnologías, e.g. WiGig a 60 Ghz) al visor de realidad virtual 204. Sin embargo, en otra realización (no mostrada en las figuras) la unidad de procesamiento gráfico 504 está integrada en el propio visor de realidad virtual 204 (i.e. visor de realidad virtual autónomo, como por ejemplo Oculus Quest).

La unidad de procesamiento gráfico 504 está configurada para definir, en un entorno de realidad virtual, un espacio de acción 210 que se corresponde con el espacio de trabajo 510 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 en el entorno real. La unidad de procesamiento gráfico 504 está configurada para detectar órdenes de modificación 512 y órdenes de recolocación 514 del espacio de acción 210. Según se ha explicado anteriormente, dichas órdenes son generadas de diferentes formas por la acción del usuario

212, por ejemplo mediante la pulsación de un botón 508 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502.

5 En el ejemplo mostrado en la Figura 5 el dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 está configurado para enviar a la unidad de procesamiento gráfico 504, como respuesta a la pulsación de un botón 508 por parte del usuario 212, una orden de modificación 512 que contiene información para modificar el tamaño del espacio de acción 210. Cuando la unidad de procesamiento gráfico 504 detecta la orden de modificación 512, aumenta o disminuye las dimensiones del espacio de acción 210 una determinada cantidad en función  
10 de la orden de modificación 512 detectada (de ampliación o de reducción). La ampliación o reducción del espacio de acción 210 se puede realizar de manera discreta (por ejemplo, una única ampliación de 2x según la información contenida en la orden de modificación 512) o de manera continua (por ejemplo, con un ratio de velocidad de ampliación progresivo durante todo el tiempo en que se esté recibiendo la orden de modificación 512).

15 La unidad de procesamiento gráfico 504 determina la ubicación del espacio de acción modificado 210' para mantener inalterada la posición del avatar virtual 206 (según se ha explicado en el ejemplo de la Figura 2B), y mapea el espacio de trabajo 510 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 con el espacio de acción modificado  
20 210', haciéndolos corresponder (por ejemplo, un desplazamiento  $d$  en el eje X del dispositivo háptico en el espacio de trabajo 510 se corresponde con un desplazamiento  $d'$  en el eje correspondiente dentro del espacio de acción 210 del entorno de realidad virtual). La unidad de procesamiento gráfico 504 envía por cable 506 al visor de realidad virtual 204 escenas virtuales 202 a una determinada tasa de refresco (e.g. 90 Hz) mostrando al usuario 212 el  
25 espacio de acción modificado 210'. El envío de las escenas virtuales 202 con el tamaño del espacio de trabajo actualizado es opcional, ya que el espacio de trabajo 210 no tiene por qué visualizarse en la escena virtual 202.

La unidad de procesamiento gráfico 504 está también configurada para detectar una orden de  
30 recolocación 514 del espacio de acción 210, y para mover el espacio de acción 210 a una nueva ubicación del entorno de realidad virtual en función de la orden de recolocación 514 detectada.

El dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 puede estar configurado  
35 para enviar a la unidad de procesamiento gráfico 504, como respuesta por ejemplo a la

pulsación de un botón 508 por parte del usuario 212, una orden de recolocación 514 (mostrada en líneas discontinuas) que contiene información utilizada para mover el espacio de acción 210 a una nueva ubicación. Por ejemplo, la orden de recolocación puede incluir información para ampliar o disminuir una determinada cantidad la distancia del espacio de acción 210 al usuario 212. O, alternativamente, la unidad de procesamiento gráfico 504 puede ampliar o reducir la distancia del espacio de acción 210 al usuario 212 mientras reciba una orden de recolocación 514 (en el caso de que dicha orden se esté enviando de manera continua mientras el usuario 212 esté pulsado un botón 508).

El dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 puede estar configurado para detectar una orden de modificación 512 o una orden de recolocación 514, por ejemplo mediante la detección de la pulsación, realizada por el usuario 212, de un botón 508 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502. El dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 envía, mediante cable 516 o de manera inalámbrica, la orden detectada convenientemente procesada a la unidad de procesamiento gráfico 504, la cual detecta la orden mediante su recepción.

La unidad de procesamiento gráfico 504 puede detectar una orden de recolocación 514 por la información recibida del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 o de otras formas, por ejemplo mediante el análisis de la información proporcionada por el visor de realidad virtual 204. Así, por ejemplo, cuando el usuario 212 centra la mirada (detectada mediante la orientación del visor de realidad virtual 204) durante un tiempo determinado en un área de recolocación 518 del entorno de realidad virtual (por ejemplo, un área de recolocación 518 representado en la escena virtual 202 próxima al espacio de acción 210, como se muestra en la Figura 5, o un área de recolocación 518 que coincide con en el propio espacio de acción 210), la unidad de procesamiento gráfico 504 lo interpreta como una orden de recolocación 514 para mover el espacio de acción 210 a una nueva ubicación, y en particular para modificar la posición angular del espacio de acción 210 con respecto al usuario 212. En este caso, la detección de la orden de recolocación 514 del espacio de acción 210 se inicia mediante la orientación del visor de realidad virtual 204 durante un tiempo determinado hacia el área de recolocación 518 del entorno virtual, y se finaliza al mantener la orientación del visor de realidad virtual 204 durante un tiempo determinado en una orientación final 308. La modificación de la posición angular del espacio de acción 210 se determina en función de dicha orientación final 308 del visor de realidad virtual 204. En esta realización, aunque se representa en líneas discontinuas en la Figura 5 el envío de una orden de recolocación 514

desde el visor de realidad virtual 204 hacia la unidad de procesamiento gráfico 504, en realidad el visor de realidad virtual 204 no envía una orden de recolocación 514 como tal, sino que envía información relativa a la orientación del visor que, cuando cumple una o varias condiciones, puede ser detectada o interpretada como una orden de recolocación.

5

En función de la orden recibida o de la configuración de la unidad de procesamiento gráfico 504, la modificación del tamaño del espacio de acción 210 o de la distancia al usuario puede realizarse de forma puntual, de forma que cada pulsación del botón 508 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 conlleva la ampliación o disminución del tamaño/distancia con un determinado valor predefinido, o de forma continua, donde al mantener pulsado el botón 508 se aplicará una ampliación/disminución progresiva hasta que el usuario deje de presionar el botón, momento en el que se considera que ha alcanzado el nivel de ampliación deseado.

10

15

El método 100 puede comprender enviar, por parte del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 a la unidad de procesamiento gráfico 504, una o varias órdenes de modificación 512 del espacio de acción 210, donde cada orden de modificación 512 contiene información empleada por la unidad de procesamiento gráfico 504 para realizar el aumento o disminución del tamaño del espacio de acción 210.

20

La **Figura 6A** ilustra el contenido de una orden de modificación 512, la cual puede incluir el tipo de modificación 602, ya sea de aumento de tamaño o de disminución de tamaño. La orden de modificación 512 puede también incluir un grado, nivel o coeficiente de modificación de tamaño 604 que la unidad de procesamiento gráfico 504 debe aplicar, por ejemplo un coeficiente de ampliación o un coeficiente de reducción. Alternativamente, la unidad de procesamiento gráfico 504 puede tener determinado mediante un parámetro configurable el nivel de modificación de tamaño que se debe aplicar cuando se recibe una orden de aumento o de disminución; en ese caso no es necesario incluir un coeficiente de modificación de tamaño 604 en la orden de modificación 512. En otra realización la orden de modificación solo incluye un coeficiente de modificación de tamaño 604, el cual indica *per se* si se trata de un aumento o disminución del tamaño y el nivel de aumento o disminución a aplicar (e.g. un coeficiente de 0.5 indica una disminución a la mitad del tamaño y un coeficiente de 2 indica un aumento al doble del tamaño). Estos coeficientes de modificación de tamaño 604 incluidos en la orden de modificación 512 puede ser un parámetro configurable del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502.

25

30

35

En una realización, el usuario pulsa un primer botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 para enviar un comando de aumento de tamaño, y pulsa un segundo botón para enviar un comando de disminución de tamaño. En este caso particular la  
5 orden de modificación 512 se envía una única vez, con información relativa al tipo de modificación 602 asignada al botón pulsado. La unidad de procesamiento gráfico 504 aplica, una vez recibe la orden de modificación 512, un ratio de aumento o de disminución establecido en parámetros internos configurables almacenados en memoria.

10 En otra realización, el usuario mantiene pulsado un primer botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 para aumentar progresivamente el tamaño del espacio de acción 210 y mantiene pulsado un segundo botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 para disminuir progresivamente el tamaño del espacio de acción 210. En este caso particular la orden de modificación 512 se envía  
15 repetidamente durante el tiempo de pulsación del botón, con información relativa al tipo de modificación 602 asignada al botón pulsado. Durante el tiempo que la unidad de procesamiento gráfico 504 recibe la orden de modificación 512, aplica de forma progresiva un ratio de aumento o de disminución determinado según unos parámetros configurables almacenados en memoria.

20 El método 100 puede comprender enviar, por parte del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502 a la unidad de procesamiento gráfico 504, una o varias órdenes de recolocación 514 del espacio de acción 210, donde cada orden de recolocación 514 contiene información empleada por la unidad de procesamiento gráfico 504 para realizar el  
25 desplazamiento del espacio de acción 210 a una nueva ubicación, por ejemplo indicando un determinado desplazamiento del espacio de acción 210 relativo con respecto a la posición actual o indicando la posición final del espacio de acción 210.

La **Figura 6B** muestra, de acuerdo a una realización, el contenido de una orden de  
30 recolocación 514, la cual puede incluir una posición angular modificada 606, una distancia al usuario modificada 608, o una combinación de ambas. Las informaciones de posición angular y distancia se pueden proporcionar de manera absoluta o relativa a la posición actual. En una realización, para determinar la posición angular modificada 606 el proceso de detección 110 de una orden de recolocación 514 por parte de la unidad de procesamiento gráfico 504  
35 comprende la detección de un comando de inicio de recolocación y de un comando de fin de

recolocación. Mediante el comando de inicio de recolocación la unidad de procesamiento gráfico 504 detecta la instrucción del usuario para iniciar una orden de recolocación, y en particular para la modificación de la posición angular del espacio de acción 210. Mediante el comando de fin de recolocación la unidad de procesamiento gráfico 504 determina la  
5 modificación de la posición angular 606 en función de una orientación final 308 del visor de realidad virtual 204 en el momento de recibir dicho comando.

En una realización, el comando de inicio de recolocación y el comando de fin de recolocación pueden ser el mismo comando. Por ejemplo, el usuario puede realizar una doble pulsación de  
10 un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502, y dicha doble pulsación puede determinar el inicio y fin de la detección 110 de una orden de recolocación 514, de forma que la modificación de la posición angular 606 del espacio de acción 210 se determina en base a la orientación final 308 del visor de realidad virtual 204 en el momento de realizar la doble pulsación.

15 Finalmente, el método 100 también puede comprender la etapa de representar, en el visor de realidad virtual 204, al menos una escena virtual 202 en la que se muestre el espacio de acción modificado 210' o el espacio de acción recolocado 210", en función del tipo de orden detectada y ejecutada (i.e. orden de modificación 512 u orden de recolocación 514). En la  
20 escena virtual 202 también se representa el avatar virtual 206 del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio 502, con su posición convenientemente actualizada.

## REIVINDICACIONES

1. Método de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, donde un avatar virtual (206) de un dispositivo háptico  
5 de realimentación de fuerzas de escritorio (502) se representa en escenas virtuales (202) mediante un visor de realidad virtual (204) portado por un usuario (212), caracterizado por que el método (100) comprende:

definir (102) un espacio de acción (210) en un entorno de realidad virtual, donde dicho espacio de acción (210) se corresponde con un espacio de trabajo (510) del dispositivo háptico  
10 de realimentación de fuerzas de escritorio (502);

ante la detección (104) de una orden de modificación (512) del espacio de acción (210):  
modificar (106) el tamaño del espacio de acción (210), aumentando o disminuyendo en una determinada cantidad las dimensiones del espacio de acción (210) en función de la orden de modificación (512) detectada;

15 determinar (107) la ubicación del espacio de acción modificado (210') para mantener inalterada la posición del avatar virtual (206); y

mapear (108) el espacio de trabajo (510) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) con el espacio de acción modificado (210');

20 ante la detección (110) de una orden de recolocación (514) del espacio de acción (210), mover (112) el espacio de acción (210) a una nueva ubicación del entorno de realidad virtual en función de la orden de recolocación (514) detectada.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la orden de recolocación (514) del  
25 espacio de acción (210) comprende:

una modificación de la posición angular (606) del espacio de acción (210) con respecto al usuario (212);

una modificación de la distancia (608) del espacio de acción (210) con respecto al usuario (212); o

30 una combinación de las anteriores.

3. Método según la reivindicación 2, caracterizado por que la modificación de la posición angular (606) del espacio de acción (210) se determina en función de una orientación final (308) del visor de realidad virtual (204).

35



4. Método según la reivindicación 3, caracterizado por que la detección (110) de una orden de recolocación (514) del espacio de acción (210) se inicia mediante un comando de inicio de recolocación, y se finaliza mediante un comando de fin de recolocación generado cuando el visor de realidad virtual (204) está orientado en la orientación final (308).

5

5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que el comando de inicio de recolocación se genera mediante la orientación del visor de realidad virtual (204) durante un tiempo determinado hacia un área de recolocación (518) del entorno virtual, y el comando de fin de recolocación se genera al mantener la orientación del visor de realidad virtual (204) durante un tiempo determinado en la orientación final (308).

10

6. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que el comando de inicio de recolocación se genera mediante una primera interacción con al menos un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) y el comando de fin de recolocación se genera mediante una segunda interacción con al menos un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502).

15

7. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que el comando de inicio de recolocación y el comando de fin de recolocación se generan mediante comandos de voz.

20

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado por que la modificación de la distancia del espacio de acción (210) con respecto al usuario (212) se determina mediante la pulsación de al menos un botón (508) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502).

25

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la modificación del tamaño del espacio de acción (210) se determina mediante la pulsación de al menos un botón (508) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502).

30

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende enviar, por parte del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) a la unidad de procesamiento gráfico (504), al menos una orden de modificación (512) del espacio de acción (210), donde cada orden de modificación (512) contiene información (602, 604) empleada por la unidad de procesamiento gráfico (504) para realizar el aumento o

35

disminución del tamaño del espacio de acción (210).

11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende enviar, por parte del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) a la unidad de procesamiento gráfico (504), al menos una orden de recolocación (514) del espacio de acción (210), donde cada orden de recolocación (514) contiene información (606, 608) empleada por la unidad de procesamiento gráfico (504) para realizar el desplazamiento del espacio de acción (210) a una nueva ubicación.
12. Sistema de interacción en entornos de realidad virtual mediante dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio, que comprende:
- un dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) para interactuar con un entorno de realidad virtual;
  - una unidad de procesamiento gráfico (504) encargada de generar escenas virtuales (202) del entorno de realidad virtual en las que se representa un avatar virtual (206) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502);
  - un visor de realidad virtual (204) para mostrar a un usuario (212) las escenas virtuales (202) generadas;
- caracterizado por que la unidad de procesamiento gráfico (504) está configurada para:
- definir un espacio de acción (210) en el entorno de realidad virtual, donde dicho espacio de acción (210) se corresponde con un espacio de trabajo (510) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502);
  - ante la detección de una orden de modificación (512) del espacio de acción (210):
    - modificar el tamaño del espacio de acción (210), aumentando o disminuyendo en una determinada cantidad las dimensiones del espacio de acción (210) en función de la orden de modificación (512) detectada;
    - determinar la ubicación del espacio de acción modificado (210') para mantener inalterada la posición del avatar virtual (206); y
    - mapear el espacio de trabajo (510) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) con el espacio de acción modificado (210');
  - ante la detección de una orden de recolocación (514) del espacio de acción (210), mover el espacio de acción (210) a una nueva ubicación del entorno de realidad virtual en función de la orden de recolocación (514) detectada.
13. Sistema según la reivindicación 12, caracterizado por que la orden de recolocación (514)

del espacio de acción (210) comprende:

una modificación de la posición angular (606) del espacio de acción (210) con respecto al usuario (212);

5 una modificación de la distancia (608) del espacio de acción (210) con respecto al usuario (212); o

una combinación de las anteriores.

10 14. Sistema según la reivindicación 13, caracterizado por que la modificación de la posición angular (606) del espacio de acción (210) se determina en función de una orientación final (308) del visor de realidad virtual (204).

15 15. Sistema según la reivindicación 14, caracterizado por que la detección de una orden de recolocación (514) del espacio de acción (210) se inicia mediante un comando de inicio de recolocación, y se finaliza mediante un comando de fin de recolocación generado cuando el visor de realidad virtual (204) está orientado en la orientación final (308).

20 16. Sistema según la reivindicación 15, caracterizado por que el comando de inicio de recolocación se genera mediante la orientación del visor de realidad virtual (204) durante un tiempo determinado hacia un área de recolocación (518) del entorno virtual, y el comando de fin de recolocación se genera al mantener la orientación del visor de realidad virtual (204) durante un tiempo determinado en la orientación final (308).

25 17. Sistema según la reivindicación 15, caracterizado por que el comando de inicio de recolocación se genera mediante una primera interacción con al menos un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502) y el comando de fin de recolocación se genera mediante una segunda interacción con al menos un botón del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502).

30 18. Sistema según la reivindicación 15, caracterizado por que el comando de inicio de recolocación y el comando de fin de recolocación se generan mediante comandos de voz.

35 19. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, caracterizado por que la modificación de la distancia (608) del espacio de acción (210) con respecto al usuario (212) se determina mediante la pulsación de al menos un botón (508) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502).

20. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 19, caracterizado por que la modificación del tamaño del espacio de acción (210) se determina mediante la pulsación de al menos un botón (508) del dispositivo háptico de realimentación de fuerzas de escritorio (502).

5

21. Un producto de programa que comprende medios de instrucciones de programa para llevar a cabo el método definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 cuando el programa se ejecuta en un procesador.

10

22. Un producto de programa según la reivindicación 21, almacenado en un medio de soporte de programas.

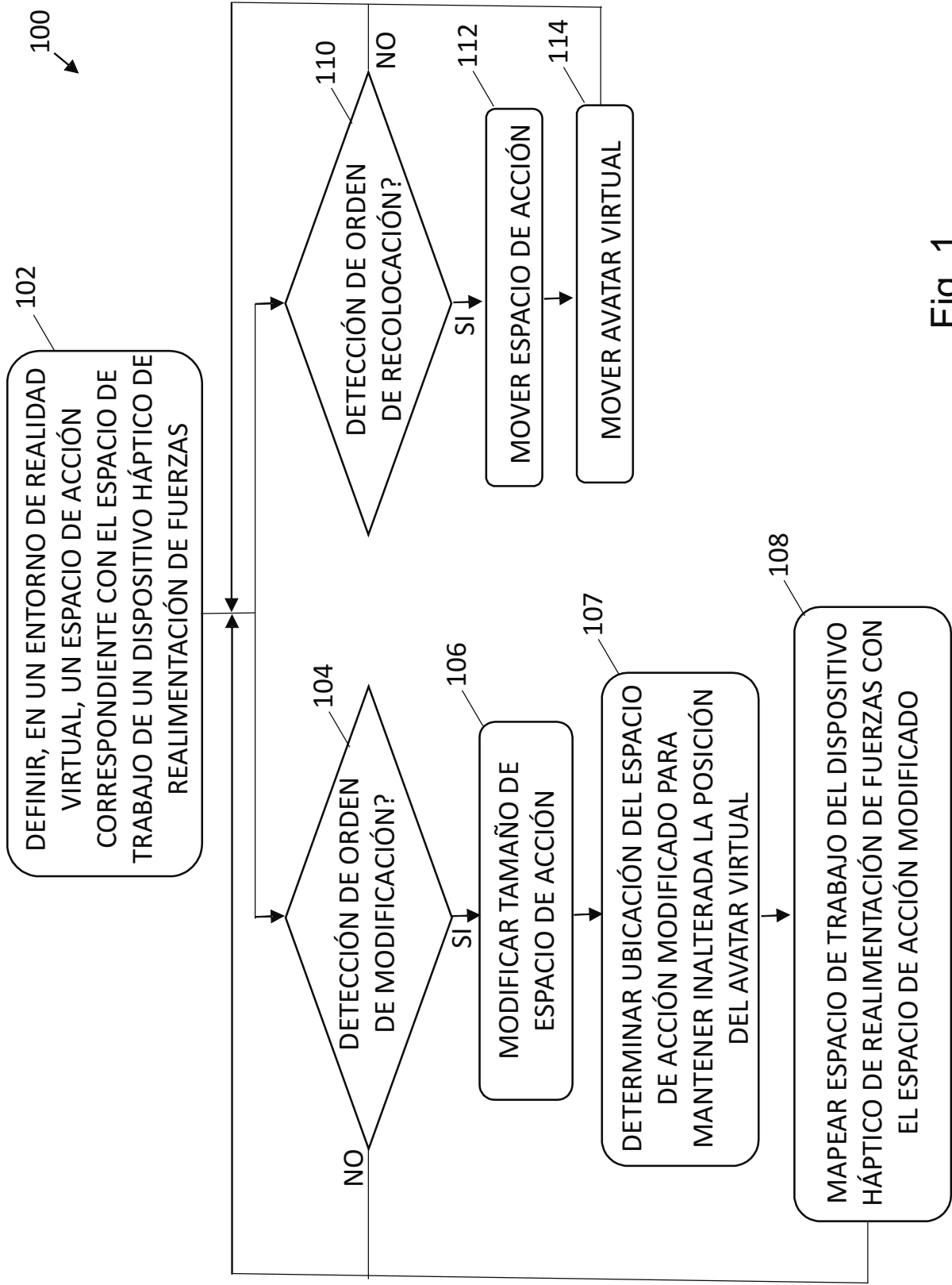


Fig. 1

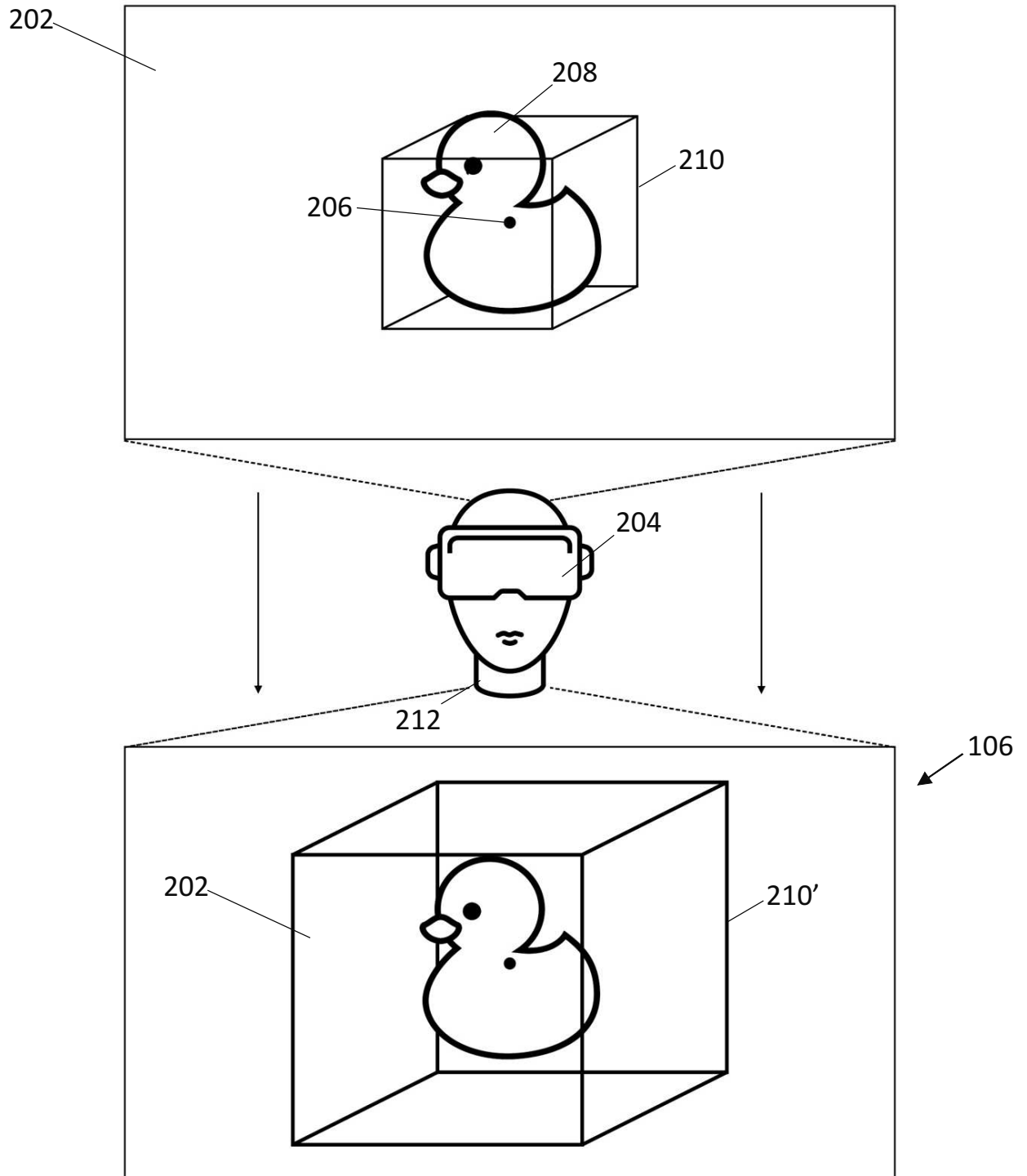


Fig. 2A

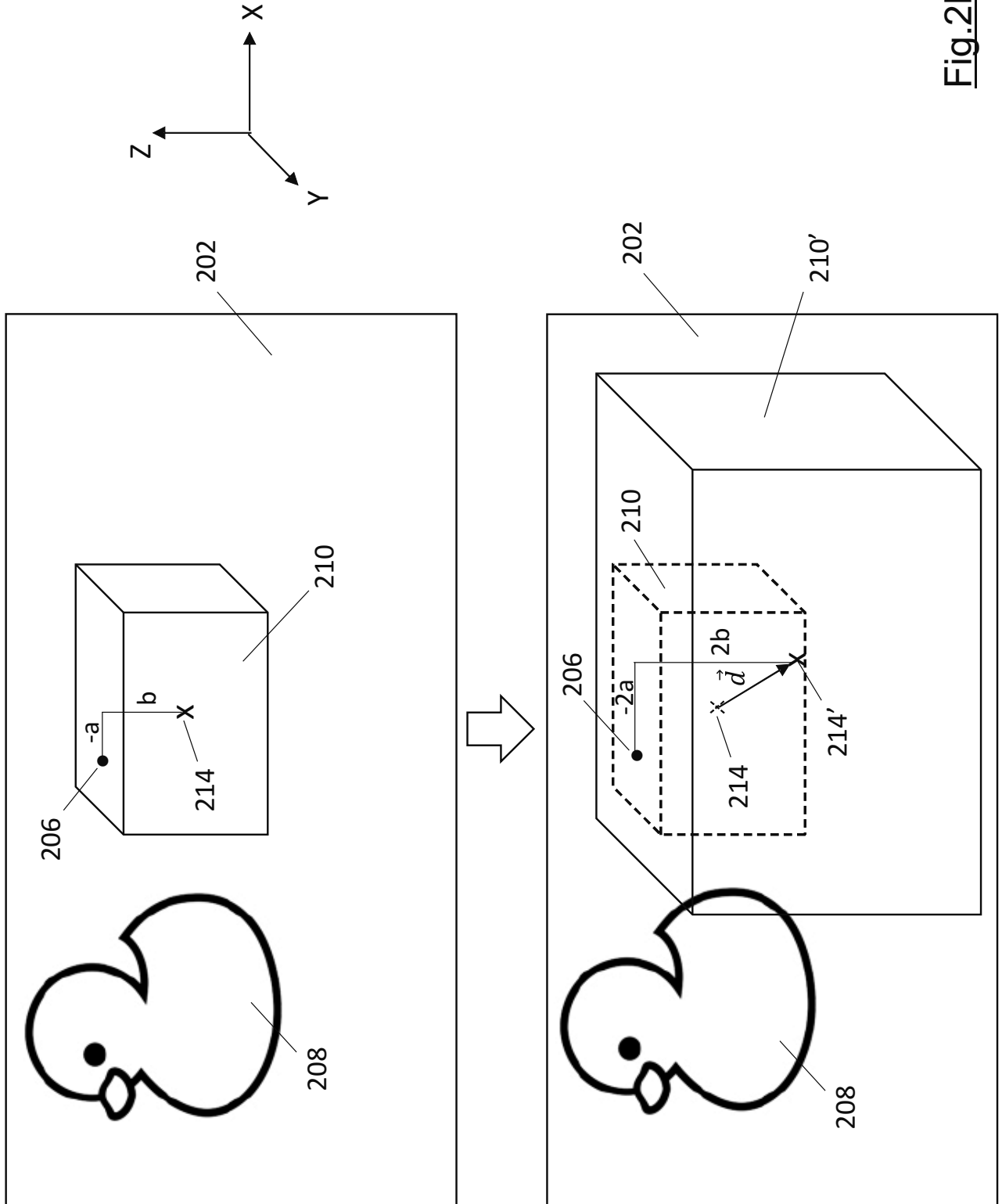


Fig.2B

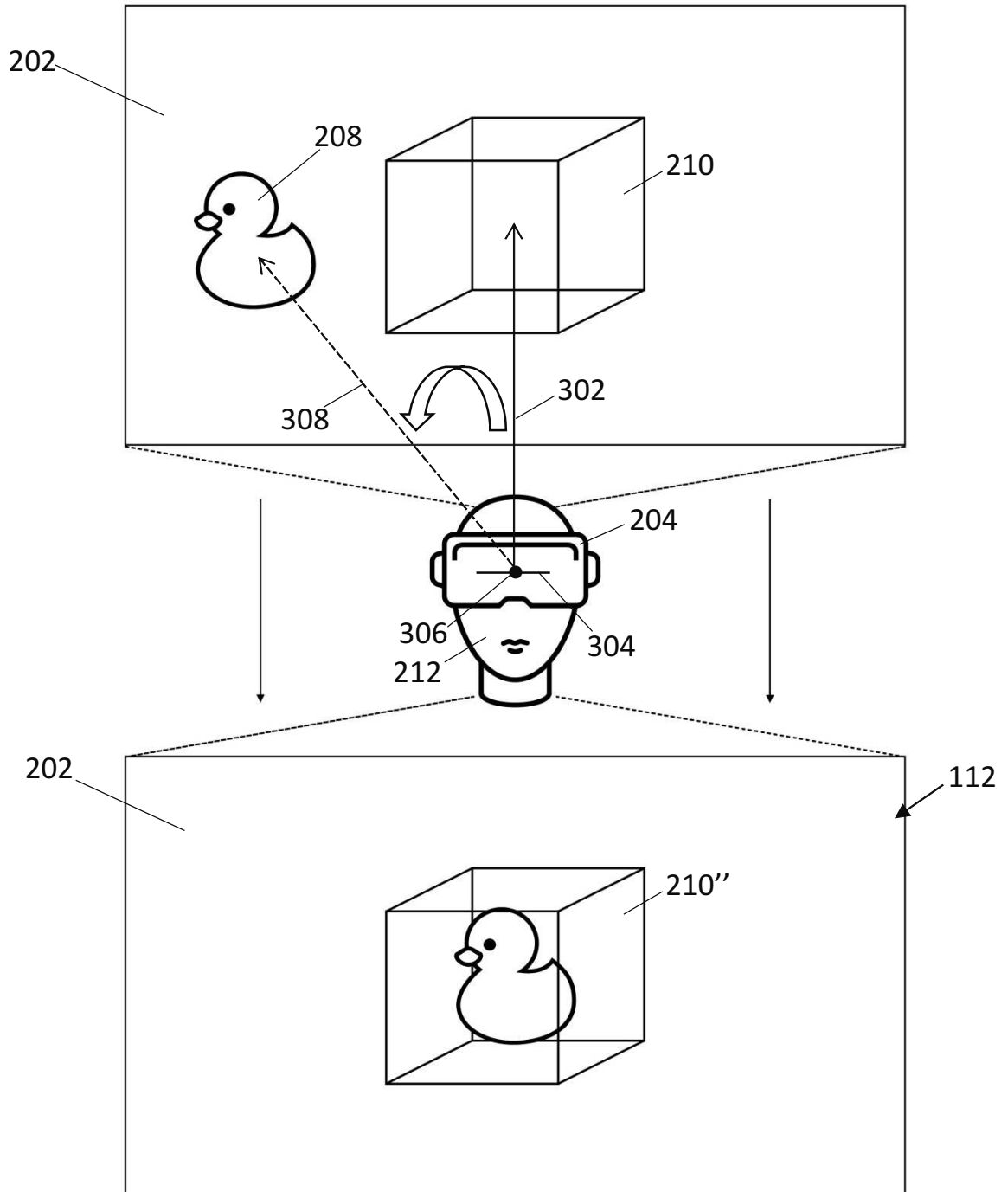


Fig. 3



112

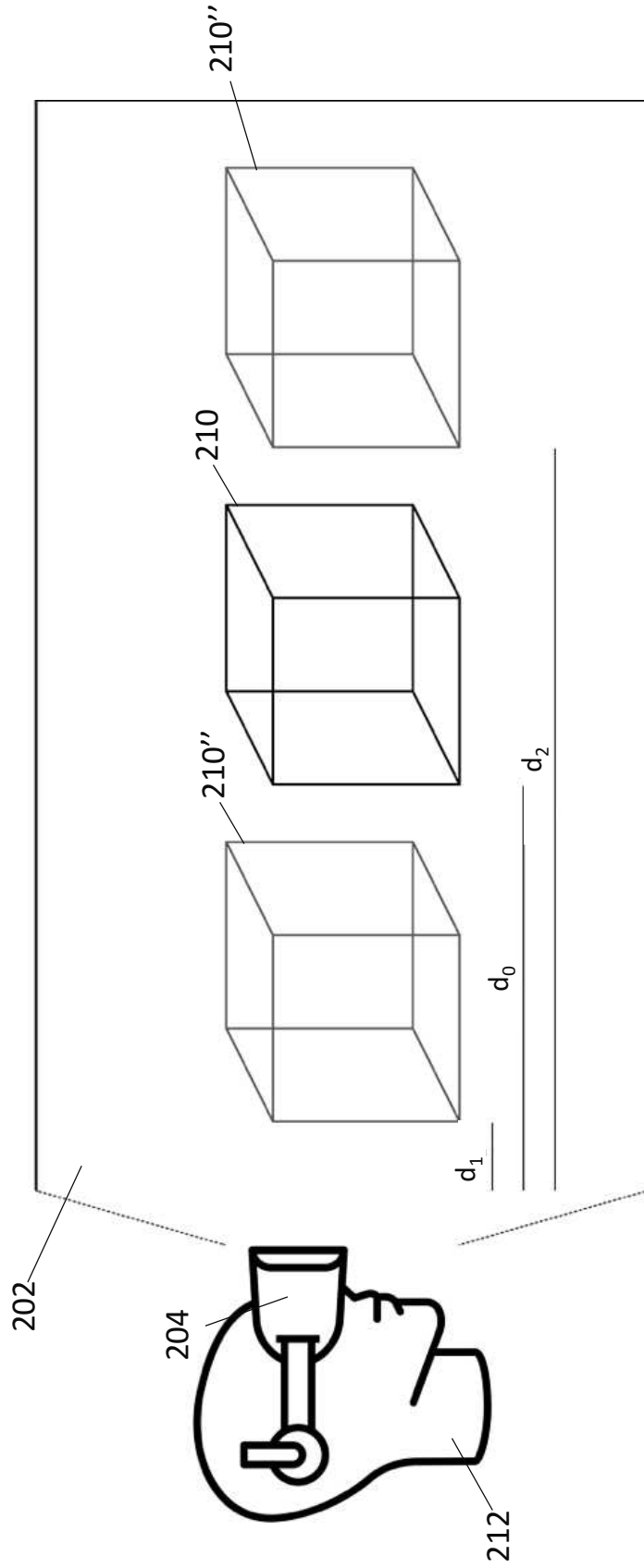


Fig. 4

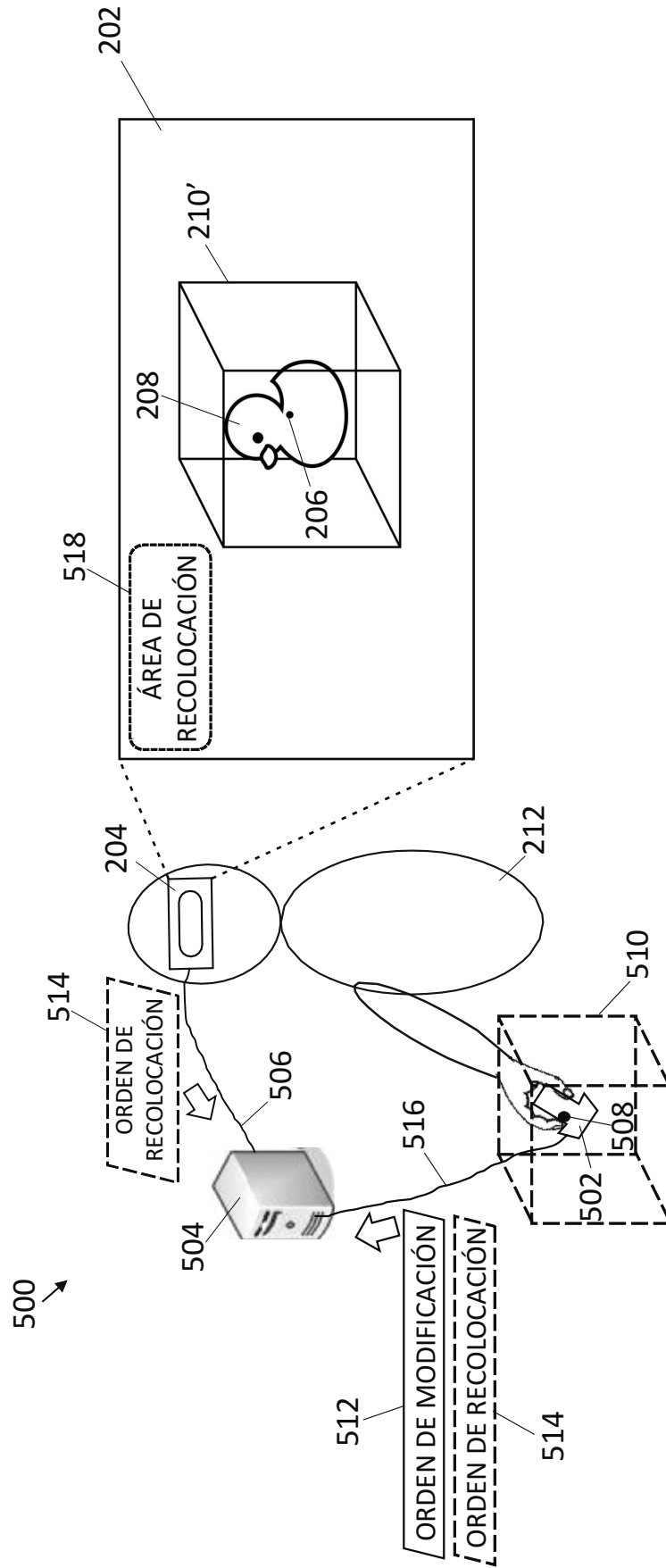


Fig. 5

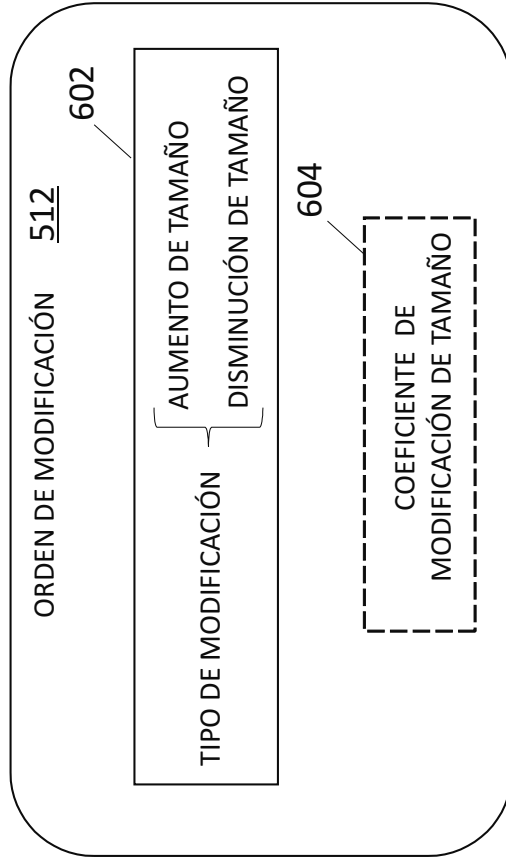


Fig. 6A

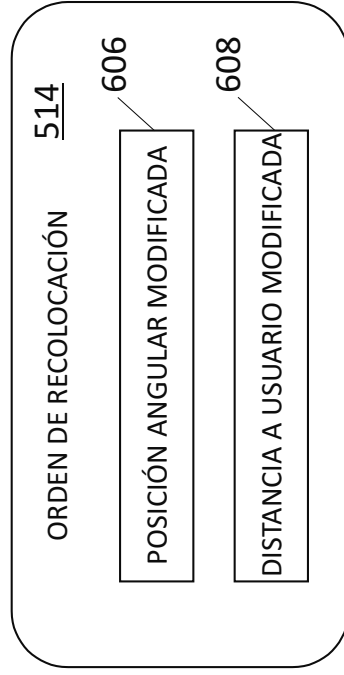


Fig. 6B



- ②① N.º solicitud: 202031083  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.10.2020  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G06F3/01** (2006.01)  
**G06T19/20** (2011.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ES 2716012 A1 (UNIV LEON) 07/06/2019, resumen; página 9 línea 30 a página 10 línea 5; figuras 1A, 1B, 2A, 2B; reivindicaciones 1, 11;	1-22
A	US 2007171194 A1 (CONTI FRANCOIS et al.) 26/07/2007, resumen WPI, resumen EPODOC; párrafos 11-16; reivindicaciones; figuras;	1-22
A	US 6417638 B1 (RODOMISTA GUY et al.) 09/07/2002, resumen WPI, resumen EPODOC; reivindicaciones; figuras 1, 8;	1-22
A	WO 2005043365 A2 (SENSABLE TECHNOLOGIES INC et al.) 12/05/2005, resumen WPI, resumen EPODOC; reivindicaciones; figuras;	1-22

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
28.01.2021

Examinador  
M. T. Ibáñez Blanco

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06F, G06T

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC