

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 125**

51 Int. Cl.:

G09G 3/00 (2006.01)

G09G 3/20 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

G06F 3/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.10.2016** **PCT/GB2016/053069**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017** **WO17064469**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2016** **E 16777785 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023** **EP 3363011**

54 Título: **Mejoras en y relacionadas con los visualizadores**

30 Prioridad:

13.10.2015 GB 201518113

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

18.06.2024

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

TRYTHALL, SIMON

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 973 125 T3

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

DESCRIPCIÓN

Mejoras en y relacionadas con los visualizadores

5 Esta invención se refiere a los métodos y dispositivos de visualización para generar una imagen para su visualización por un observador. En particular, pero no exclusivamente, la invención proporciona un método y un aparato para generar imágenes para ver en visualizadores de tal modo que aumente la luminancia del visualizador y reduzca el “parpadeo” de visualización tal como puede surgir cuando hay un movimiento relativo del visualizador y la dirección de la mirada de un observador. La invención puede aplicarse en particular a sistemas de visualización montados en
10 cabezal o casco (HMD) sustancialmente transparentes.

La patente US-8970495B1 describe un sistema informático, tal como un visualizador montado en el cabezal, que incluye un visualizador secuencial de color (CSD) y un dispositivo de rastreo ocular. El sistema informático puede determinar el movimiento ocular con respecto al CSD, mientras muestra subtramas de color temporalmente
15 secuenciales de una imagen de visualizador de vídeo en el CSD. Basado en el movimiento determinado, el sistema informático puede determinar un cambio esperado en la posición del ojo con respecto al CSD durante un intervalo de tiempo de una primera subtrama de color temporalmente secuencial a una segunda subtrama de color temporalmente secuencial que sigue a la primera subtrama de color temporalmente secuencial. A continuación, basado en el cambio esperado determinado de la posición, el sistema informático puede compensar el movimiento determinado ocular
20 ajustando una posición de visualizador en el CSD de la segunda subtrama de color temporalmente secuencial con respecto a una posición de visualizador en el CSD de la primera subtrama de color temporalmente secuencial.

La patente US2014176591A1 describe un sistema y un método para fusionar contenido virtual con contenido real para proporcionar una experiencia de realidad mixta para uno o más usuarios. El sistema incluye un dispositivo de
25 visualización móvil que se comunica con un sistema informático central. En ejemplos, el dispositivo de visualización móvil incluye una visualización secuencial de color para visualizar una imagen en un número de canales de color. Los datos de imagen en los canales de color respectivos pueden ajustarse basados en una posición predicha del dispositivo de visualización móvil en un momento en que el visualizador de color secuencial proyecta la imagen.

La patente US2014247286A1 describe métodos y sistemas para la estabilización activa de visualizadores frontales. Un dispositivo informático portátil puede incluir un visualizador montado en el cabezal (HMD) con un sistema de rastreo ocular. El dispositivo informático portátil puede generar un visualizador de contenido en una ubicación dada en un área de visualización del HMD. Un usuario puede llevar el HMD y puede someterse a un balanceo mecánico dando como
30 resultado un movimiento del HMD con respecto a un eje de la mirada de un ojo del usuario. El dispositivo informático portátil puede recibir información relacionada con el eje de mirada del sistema de rastreo de ojos y puede recibir información relacionada con el movimiento del HMD de los sensores acoplados al HMD. El dispositivo informático portátil puede ajustar la ubicación dada del contenido visualizado en el área de visualización para compensar dicho movimiento. Por lo tanto, el contenido puede aparecer estable al usuario.

La patente JP2010230898A describe un dispositivo de visualización de imágenes montado en el cabezal que forma una imagen de color superponiendo mutuamente una pluralidad de imágenes monocromáticas y muestra la imagen de color, en donde una relación relativa entre las posiciones de visualización de la pluralidad de imágenes monocromáticas en un área de visualización bidimensional que muestra el campo visual del observador se corrige
40 basado en la operación del observador. Como resultado, se reduce el cambio de color en la imagen de color vista por el observador, debido a la aberración cromática de un elemento óptico.

Se sabe que se intenta lograr un aumento en el brillo de las imágenes para mostrar en los sistemas HMD aumentando la proporción (ciclo de trabajo) de un período de actualización de imagen, por ejemplo un período de 16,667 ms en el caso de un visualizador de 60 Hz, durante el cual un píxel de un dispositivo de visualización está emitiendo luz. En un
50 sistema de visualización digital, por ejemplo, esto significa que el esquema de modulación de ancho de pulso (PWM) que se utiliza se requiere para permitir que un píxel emita pulsos de luz en una mayor proporción del período de actualización de imagen. Dadas las limitaciones en el brillo alcanzable de las fuentes de iluminación de visualizador, p. ej., diodos emisores de luz (LED) y limitaciones en la eficiencia óptica, un aumento en la duración del pulso de luz total durante un período de actualización de imagen puede ser la única opción para aumentar el brillo de imagen.

55 También es conocido intentar reducir el parpadeo de visualización aumentando la duración o aumentando el número de pulsos de luz emitidos durante un período de actualización de imagen.

Sin embargo, también se sabe que aumentar la duración total sobre la que se pueden emitir pulsos de luz por un píxel en un HMD, por ejemplo, trae artefactos de visualización no deseados cuando hay un movimiento relativo del HMD y una dirección de la mirada del observador mientras muestra una imagen generada. En particular, el observador puede percibir una “mancha” de la imagen generada sobre una zona del visualizador durante dicho movimiento relativo. Este problema es particularmente notable cuando el observador está observando una escena externa en la cual se está visualizando un símbolo denominado “estabilizador en el espacio”; el símbolo estabilizador en el espacio previsto para
60 aparecer en el visualizador superpuesto en una posición fija con respecto a una línea de visión en un punto de la escena externa, independientemente del movimiento del cabezal. Por esta razón, generalmente es deseable que un

píxel emita su luz durante un período tan corto como sea posible para reducir la incidencia de manchas de imagen, pero con la limitación asociada en el brillo máximo alcanzable de píxeles y mayor probabilidad de ver efectos de parpadeo.

5 Según con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar un dispositivo de visualización para generar una imagen para que la vea un usuario en un visualizador, según la reivindicación 1.

10 Un segundo de los tres componentes de luz se usa como un componente de luz de referencia de modo que, en la etapa (iii), cualquier ajuste respectivo se determine usando la temporización del componente de luz con respecto a una temporización del componente de luz de referencia. Esto tiene la ventaja de procesamiento porque no se requiere un ajuste para el segundo componente de luz cuando se determina su posición en el visualizador.

15 Los componentes de luz comprenden tres componentes de luz que se mostrarán secuencialmente. Los componentes de luz de cada imagen de componente están igualmente separados en el tiempo, de modo que el ajuste requerido con respecto al primer componente tiene una relación simple con el ajuste requerido para el tercer componente, con una reducción correspondiente en el tiempo de procesamiento.

20 Mediante este método, el brillo de visualización se puede aumentar y la velocidad efectiva de actualización de imagen mostrada también puede aumentarse sin incurrir en problemas de frotis de imagen o múltiples efectos de imagen durante el movimiento relativo del visualizador y la dirección de la mirada del ojo de un observador. El movimiento relativo alrededor de cualquiera de los ejes posibles, es decir, en acimut, elevación o balanceo, puede compensarse al determinar la posición en la que mostrar cada uno de los múltiples componentes de luz de una característica dentro de una imagen, si es diferente a la posición en la que la característica se habría mostrado en ausencia de movimiento relativo. De esta manera, se pueden utilizar múltiples componentes de luz dentro de un período de actualización de
25 imagen para lograr un nivel de brillo requerido y cada componente de luz se percibirá para colocarse correctamente en el visualizador en el momento en que se visualiza.

30 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona, con ventajas y beneficios equivalentes al método del primer aspecto, un aparato para controlar un dispositivo de visualización para generar una imagen para que la vea un usuario en un visualizador, según la reivindicación 5.

35 Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de visualización montado en el cabezal o casco (HMD) que comprende un dispositivo de visualización para generar imágenes para su visualizador en un visualizador montado en el cabezal o casco, y un aparato según el segundo aspecto de la invención, estando el aparato dispuesto para controlar el dispositivo de visualización para generar dichas imágenes para su visualización en el visualizador montado en el cabezal o casco.

40 Según un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo código de programa informático que cuando se carga en un procesador digital y se ejecuta para implementar el método según el primer aspecto de la presente invención.

45 La figura 1a proporciona una representación de un método conocido para generar un píxel mediante el uso de pulsos de luz de secuencia o componentes de imagen de una duración y brillo apropiados dentro de un período de trama determinado o período de actualización de imágenes;

la figura 1b proporciona una representación del efecto conocido del movimiento ocular con respecto al visualizador en la posición percibida de los componentes mostrados de un píxel;

50 la figura 2 es un diagrama de flujo que muestra las etapas en un proceso conocido para generar una imagen que incluye símbolos estabilizados en el espacio en un visualizador montado en un cabezal o casco (HMD);

la figura 3 es un diagrama de flujo que muestra un visualizador montado en el cabezal, según una realización de la presente invención;

55 la figura 4a proporciona una ilustración de cómo puede variarse la generación de componentes de imagen en una zona de un área de imagen del HMD, por ejemplo de realizaciones de la presente invención;

60 la figura 4b proporciona una ilustración de lo que percibe un observador cuando visualiza la región de un área de imagen de HMD sujeta a las variaciones mostradas en la figura 4a según realizaciones ilustrativas de la presente invención; y

la figura 5 muestra los componentes de un sistema de un HMD típico en el que pueden implementarse realizaciones de ejemplo de la presente invención.

65

Los sistemas de visualización montados en un cabezal o casco (HMD) conocidos incluyen un dispositivo de visualización digital, bajo el control de un procesador de imágenes, y un combinador transparente en forma de un visor de casco o una guía de ondas posicionada delante de uno u otro ojo de un usuario en la línea de visión del usuario a una escena externa de modo que las imágenes emitidas por el dispositivo de visualización pueden proyectarse sobre la superficie interior del visor y reflejarse hacia el ojo del observador o transportarse a través de la guía de ondas y la salida a lo largo de esa línea de visión para aparecer en la vista en la vista del usuario de la escena externa. El dispositivo de visualización tiene elementos de tamaño de píxel cada uno controlable por separado para reflejar, emitir o transmitir luz desde una o más fuentes de luz de iluminación, según el tipo de dispositivo de visualización, por ejemplo, un dispositivo digital de microespejo (DMD) o dispositivo de visualización de cristal líquido sobre silicio (LCoS). La luz se puede emitir desde el dispositivo de visualización en cada posición de píxel en forma de una combinación secuencial predefinida de pulsos discretos de luz de igual intensidad pero de una variedad de duraciones. El ojo integra los pulsos de luz discretos emitidos en cada posición de píxel en un período de actualización de imagen -16,667 ms en el caso de un ejemplo de velocidad de actualización de visualización de 60 Hz-y percibe un píxel de un brillo determinado por la duración total de los pulsos emitidos durante el período de actualización de imagen.

Por supuesto, otros métodos que serían conocidos por un experto en la técnica están disponibles para lograr un nivel requerido de salida de luz por un píxel en un visualizador durante un período de actualización de imagen. En el caso de una visualización en color, un dispositivo de visualización correspondiente se controlaría para emitir pulsos de luz roja, verde y azul secuencialmente durante un período de actualización de imagen de una duración relativa determinada por el color que un observador está previsto que perciba.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, cualquier método se use para hacer que un píxel emita luz de una duración adecuada, mayor que la duración total, mayor es las posibilidades de que un observador perciba efectos de manchas en las imágenes, incluyendo una percepción de múltiples imágenes, cuando hay un movimiento relativo del ojo de un usuario con respecto al área de imagen de visualización. Dicho movimiento relativo puede deberse a un movimiento del propio ojo para alterar la dirección de la mirada a diferentes características en la escena externa (movimiento ocular sacádico), o al movimiento del cabezal, y por lo tanto del visualizador, mientras que el ojo mantiene una mirada fija sobre una característica visible en la escena externa (reflejo vestibulo-ocular, en el caso donde la dirección fija de la mirada sea hacia una característica fija en el espacio inercial).

Las realizaciones de ejemplo de la presente invención proporcionan una forma de aumentar la salida de luz global por un píxel en un dispositivo de visualización y para reducir la incidencia del parpadeo sin incurrir en la formación de manchas o los efectos de imagen múltiples mencionados anteriormente en una visualización monocromática. La invención proporciona una forma de controlar un dispositivo de visualización para aumentar la proporción de un período de actualización de imagen durante el cual un píxel puede emitir luz al dividir el período de actualización de imagen en fases discretas o períodos de pulso durante los cuales pueden mostrarse “componentes de luz “de la imagen o de símbolos o características dentro de la imagen, ya sea períodos de iluminación continua o períodos que comprenden un conjunto de pulsos de luz según un esquema de modulación de ancho de pulso (PWM) existente, por lo tanto, el esquema PWM se repite con respecto a cada componente de luz. Cada componente de luz está sujeto a un tratamiento modificado según la invención para evitar los efectos de manchas mencionados anteriormente que de otro modo continuarían produciéndose, como se describirá brevemente con referencia a la figura 1.

Con referencia inicialmente a la figura 1a, se muestra una división ilustrativa de un período de actualización de imagen en tres fases durante el cual se muestran los pulsos de luz de componente 1, 2 y 3 respectivamente, en este ejemplo de duración sustancialmente igual, para el píxel 2 en un grupo de tres píxeles adyacentes (píxeles 1, 2 y 3) dentro del área de imagen de un visualizador. Se supone en esta representación que no hay cambio de dirección de mirada ocular con respecto al visualizador durante los períodos en los que los pulsos 1, 2 y 3 y que se emiten de modo que el observador percibe el píxel 2 como un píxel de un brillo representado por la duración total de los pulsos 1, 2 y 3.

Con referencia a la figura 1b, se puede ver el efecto del movimiento ocular con respecto al visualizador para hacer que el pulso 2 y el pulso 3 parezcan desplazados de la posición de píxel prevista en los momentos en que se generan. El resultado de este desplazamiento es que el ojo integra diferentes combinaciones de luz de los pulsos 1, 2 y 3 en la zona del visualizador que cubre los píxeles 2 y 3, en este ejemplo, y el observador percibe la luz prevista para el píxel 2 como con manchas, según el grado de desplazamiento de los tres pulsos de luz en esa zona. El píxel 2 ya no parece tener el brillo previsto y el observador ve un rango de niveles de luz variables resultantes de las combinaciones de pulso 1 solo, el pulso y pulso 2, el pulso 2 y el pulso 3 y el pulso 3 solo, según el grado de superposición posicional en las posiciones desplazadas percibidas de los tres pulsos.

Si los tres componentes de los pulsos de luz mostrados en la figura 1 eran de diferentes colores, entonces el efecto del desplazamiento de los pulsos de luz se percibiría como una ruptura de los colores destinados para el Pixel 2, con el observador que ve una gama de colores diferentes según las combinaciones superpuestas de color de pulso en cada posición en el visualizador.

El problema ilustrado en la figura 1b se produce en particular cuando el sistema de visualización está visualizando los denominados símbolos “estabilizados en el espacio” que están previstos para aparecer en el visualizador como si estuvieran fija en el espacio con relación a una línea de visión en un punto en una escena visible externamente,

independientemente del movimiento del cabezal. Para aparecer fijo en el espacio, se debe reposicionar continuamente un símbolo estabilizado en el espacio en el visualizador, utilizando datos de orientación de visualización suministrados por un sistema de rastreo asociado, para compensar el movimiento del cabezal o casco del observador y, por lo tanto, del visualizador en relación con la dirección de la mirada del observador. A medida que la mirada del observador tiende a permanecer fija en una línea de visión a una característica visible en el espacio inercial durante el movimiento del cabezal, no necesariamente el mismo punto que el que se alinea el símbolo, los pulsos de luz generados en el visualizador de los píxeles reposicionados de símbolos estabilizados por espacio pueden recibirse en diferentes puntos de la retina del ojo del observador, lo que da como resultado el efecto percibido mostrado en la figura 1b.

Según las realizaciones ilustrativas de la presente invención, se proporciona un esquema para generar imágenes usando pulsos de luz emitidos durante múltiples fases discretas o períodos de pulso en una proporción elegida de un período de actualización de imagen de tal manera que se evite las manchas en la imagen o múltiples efectos de imagen.

Para poner en contexto la presente invención, un método conocido para posicionar símbolos u otras características en imágenes generadas se describirá en primer lugar con referencia a la figura 2 y las mejoras a ese método proporcionado por la presente invención se describirán entonces con referencia a la figura 3.

Con referencia inicialmente a la figura 2, se proporciona un diagrama de flujo que muestra etapas en un proceso conocido para generar una imagen que comprende símbolos fijos y estabilizados en el espacio para su visualización mediante un HMD. El proceso comienza en la ETAPA 10 que determina la orientación del visualizador en relación con un cuadro de referencia inercial. Este paso puede llevarse a cabo mediante un sistema de rastreo de cabezal o casco, por ejemplo, como se describe en la solicitud codependiente de patente del Reino Unido publicada GB1516120.1 por el presente solicitante, asumiendo que el visualizador está fijado de manera inmóvil en el cabezal o casco. Los datos de orientación determinados en la ETAPA 10 se utilizan en la ETAPA 15 para calcular la posición requerida en el área de imagen del visualizador de cada símbolo estabilizado en el espacio para un período de actualización de la imagen actual. Cada símbolo es “arrastrado” en la ETAPA 20, generando un conjunto de datos que determina el brillo requerido de cada píxel en el área de imagen del visualizador a lo largo del período de actualización de imagen para mostrar los símbolos generados en sus posiciones determinadas. Un conjunto de datos que define los símbolos dibujados se almacena en un almacén de imágenes 25.

Cualquier símbolo requerido para ser mostrado en posiciones fijas dentro del área de imagen del visualizador puede colocarse y arrastrarse en la ETAPA 30 y el conjunto de datos resultantes almacenados en el almacén de imágenes 25.

En la ETAPA 35, el contenido del almacén de imágenes 25 se emite y se usa para generar datos de vídeo, combinando las características de píxeles determinadas definidas en la ETAPA 20 con las definidas en la ETAPA 30. A continuación, los datos de vídeo generados se emiten a un dispositivo de visualización del sistema de visualizador para generar la imagen para el período de actualización de imagen de modo que, en la ETAPA 40, aparece en el visualizador, visible para el observador. El proceso se reanuda después en la ETAPA 10 para el siguiente período de actualización de imágenes.

En una técnica conocida para calcular, en la ETAPA 15, la posición de los símbolos requeridos para aparecer alineadas en un HMD con una línea de visión en un punto en el espacio inercial, la orientación del HMD en el espacio inercial, según lo determinado por un sistema de rastreo asociado en la ETAPA 10, puede representarse mediante una matriz de rotación $[HW]$,

$$\begin{bmatrix} \cos(e)\cos(a) & \cos(e)\sin(a) & -\sin(e) \\ \sin(r)\sin(e)\cos(a) - \cos(r)\sin(a) & \sin(r)\sin(e)\sin(a) + \cos(r)\cos(a) & \sin(r)\cos(e) \\ \cos(r)\sin(e)\cos(a) + \sin(r)\sin(a) & \cos(r)\sin(e)\sin(a) - \sin(r)\cos(a) & \cos(r)\cos(e) \end{bmatrix}$$

donde a , e y r son los ángulos de Euler en acimut, elevación y balanceo, respectivamente.

La matriz $[HVV]$ define una transformación de una línea de vector de visión conocida P_W hasta un punto en el espacio inercial en una línea de vector de visión P_H en el punto en un marco de referencia del HMD. Por lo tanto,

$$P_H = [HW] P_W \dots\dots\dots (1)$$

el vector P_W suele ser conocido típicamente a través de los sistemas asociados. Por ejemplo, si la característica era un punto de referencia conocido, la posición relativa del usuario y, por lo tanto, del visualizador en el espacio inercial sería conocida por el GPS u otras fuentes. En la ETAPA 15, la línea determinada de vector de visión P_H se transforma en coordenadas de visualización, según:

$$X_D = S \frac{y_H}{x_H} \quad Y_D = S \frac{z_H}{x_H} \dots\dots\dots (2)$$

donde (X_D, Y_D) son las coordenadas de visualización, x_H, y_H y z_H son los componentes del vector P_H y S es un factor de escala para la visualización.

Los inventores de la presente invención se han dado cuenta de que la velocidad de cambio en la orientación del HMD, como normalmente estaría disponible a partir de un sistema de rastreo o derivable de datos emitidos a partir de datos de orientación emitidos por un sistema de rastreo, también puede introducirse en el cálculo del posicionamiento de símbolos de modo que un ajuste a la matriz $[HW]$ en forma de una matriz de rotación $[H'H]$ se puede calcular con respecto a cada componente de luz, basado en esa velocidad de cambio en la orientación del HMD y la temporización de la fase en la que se va a visualizar un componente de luz en relación con el momento de visualizar componentes de luz en una segunda de las otras fases, eligiéndose la segunda fase como una fase de referencia. La matriz de ajuste $[H'H]$ se utiliza a continuación en el cálculo de un vector de línea de visión ajustado P'_H , modificando la ecuación (1) como sigue:

$$P'_H = [H'H] [HW] P_W \dots\dots\dots (3)$$

El vector ajustado P'_H aplicable a un componente de luz dado se utiliza entonces para calcular una posición ajustada del componente de luz en el visualizador con respecto a un componente de luz de la fase de referencia seleccionada, es decir, la segunda fase. En este cálculo, los componentes del vector P'_H reemplazan los del vector no ajustado P_H en las ecuaciones (2) para dar la posición de visualización del componente de luz. No es necesario ajustar la posición visualizada para el componente de luz en la fase de referencia seleccionada, cuya posición visualizada sigue siendo la calculada según las ecuaciones (1) y (2) utilizando la matriz no ajustada $[HW]$.

Las posiciones calculadas se utilizan para dibujar los respectivos componentes de luz del símbolo, de modo que cada componente de luz aparezca alineado en el visualizador en la dirección de su respectiva dirección ajustada P'_H o, en el caso del componente de luz en la fase de referencia seleccionada, en la dirección no ajustada P_H . Por lo tanto, los componentes de luz del símbolo aparecen alineados en el visualizador durante ese movimiento relativo del visualizador y la supuesta dirección fija de la mirada del usuario.

Convenientemente, en esta realización ilustrativa de la presente invención, el sistema de rastreo puede incluir una capacidad de predicción de modo que la matriz de rotación $[HW]$ puede sincronizarse con el tiempo en el que el componente de luz en la fase de referencia seleccionada, es decir, el componente de luz en la segunda fase (pulso 2 en el ejemplo de la figura 1) en una secuencia de tres pulsos de luz, se espera que sea visible en la visualización. Esto proporciona una alineación más precisa del símbolo con la línea de visión prevista. Sin embargo, no se esperaría que la falta de sincronización afectaría la consecución de una alineación percibida de los componentes de luz del símbolo. Más importante aún, si los datos de velocidad se sincronizan con el tiempo esperado de mostrar al menos uno de los componentes de luz, por ejemplo, aquellos durante la fase de referencia seleccionada, entonces se puede esperar que los componentes de luz aparezcan con mayor precisión alineados con precisión en el visualizador, en particular donde la velocidad de movimiento relativo se hace cambiante rápidamente en ese momento.

Para el pulso de luz en la fase de referencia seleccionada, no se requiere ningún ajuste a la matriz $[HW]$ y la ecuación (1) se aplica al posicionar el símbolo en el visualizador. Sin embargo, la matriz de rotación de ajuste $[H'H]$ de un componente de luz de primera fase puede aproximarse a

$$\begin{bmatrix} 1 & \partial A_z & -\partial A_y \\ -\partial A_z & 1 & \partial A_x \\ \partial A_y & -\partial A_x & 1 \end{bmatrix}$$

donde $\partial A_x = \Delta t_{12} \times r_x$, $\partial A_y = \Delta t_{12} \times r_y$ y $\partial A_z = \Delta t_{12} \times r_z$. Δt_{12} es el tiempo entre los pulsos de luz de las fases primera y segunda y r_x, r_y y r_z son las velocidades de rotación de HMD en radianes por segundo resueltos a lo largo de los ejes del marco de referencia de HMD.

Similarmente, y suponiendo que $\Delta t_{32} = -\Delta t_{12}$, es decir, que el intervalo de pulsos entre los componentes de luz de la primera y segunda fase y el intervalo de pulsos entre los componentes de luz de la tercera y segunda fase son iguales en magnitud pero negativos, entonces $[H'H]$ para los pulsos del componente de luz de la tercera fase es simplemente la transposición de $[H'H]$ para el componente de luz de la primera fase.

En un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, si la primera fase se seleccionara como la fase de referencia, entonces las matrices de rotación de ajuste $[H'H]$ se determinarían basadas en las temporizaciones de pulsos en las fases segunda y tercera posteriores en relación con las de la primera fase.

Típicamente, las rotaciones del cabezal comprenden solo componentes horizontales y verticales, dado el diseño de cascos de piloto y los límites de la cabina de una aeronave. En tales circunstancias, es posible una simplificación de los cálculos anteriores, donde la velocidad de balanceo r_x se supone que es cero. Dicha simplificación proporciona una oportunidad de adoptar un método de desplazamiento más simple para determinar una posición ajustada en el visualizador para símbolos estabilizados en el espacio en lugar del método de ajuste de rotación descrito anteriormente.

Los desplazamientos requeridos en la posición horizontal y la posición vertical pueden determinarse sobre una base similar al método de ajuste de rotación anterior usando la temporización relativa de pulsos para los diferentes componentes de luz y las tasas de cambio y elevación de cambio en la orientación de HMD r_y y r_z , respectivamente recibidos del sistema de rastreo, según las ecuaciones:

$$\text{Desplazamiento en posición horizontal} = \frac{s \times \Delta t \times r_z}{\cos^2(\text{Sym}_x)} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Desplazamiento en posición vertical} = \frac{s \times \Delta t \times r_y}{\cos^2(\text{Sym}_y)} \dots\dots\dots (5)$$

Donde

s es el tamaño angular en radianes del píxel central del visualizador,

Δt es la diferencia de tiempo requerida en segundos de la corrección, en la práctica la diferencia de tiempo entre un punto de tiempo de referencia al que se sincroniza el sistema de rastreo, es decir, el tiempo de visualización del segundo componente de luz, como anteriormente, y el tiempo de visualización de pulsos de cada uno de los otros componentes,

r_y y r_z son las velocidades de rotación de HMD en radianes por segundo obtenidos de las tasas de giroscopio corregidas en ejes de HMD, y

Sym_x y Sym_y son las posiciones de visualización x e y predesplazadas del símbolo calculadas en la ETAPA 15.

Se supone en las ecuaciones (4) y (5) que la proyección de imagen en el HMD es una proyección de superficie plana donde, por ejemplo, la posición de visualización horizontal de un símbolo en un ángulo de acimut a_z es proporcional a $\tan(A_z)$. Si la imagen se va a proyectar mediante proyección esférica, entonces es posible una simplificación de las ecuaciones (4) y (5) en la que se puede suponer que los términos divisores del $\cos^2$ toman el valor 1, de tal modo que:

$$\text{Desplazamiento en posición horizontal} = s \times \Delta t \times r_z \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Desplazamiento en posición vertical} = s \times \Delta t \times r_y \dots\dots\dots (7)$$

Ahora se describirá una mejora al proceso descrito anteriormente con referencia a la figura 2 con referencia a la figura 3, implementando las técnicas descritas anteriormente para colocar componentes de luz de símbolos estabilizados por espacio en un HMD según una realización ilustrativa de la presente invención.

Con referencia a la figura 3, el proceso mejorado comienza en la ETAPA 50 con respecto a un período de actualización de imagen dado en la determinación de la orientación de la HMD utilizando un sistema de rastreo conocido, por ejemplo en forma de una matriz de rotación $[HW]$ como se ha descrito anteriormente. En la ETAPA 55, también se determina la velocidad de cambio de orientación del HMD, ya sea mediante el sistema de rastreo del HMD o, de forma más local, utilizando un historial reciente de datos de orientación recibidos del sistema de rastreo.

En la ETAPA 60, se utiliza la velocidad determinada en la ETAPA 55, junto con la información predeterminada leída de un ALMACEN 65 que proporciona la temporización relativa de los componentes de luz de la primera fase con respecto a los de la segunda fase, para determinar un ajuste rotacional de la orientación del HMD, por ejemplo una matriz de rotación $[H'H]$ como la descrita anteriormente, aplicable a los componentes de la primera fase de los símbolos estabilizados en el espacio que se van a visualizar. De manera similar, en la ETAPA 70, se utiliza la velocidad determinada de la ETAPA 55, junto con información predeterminada leída de una tienda 65 que proporciona la temporización relativa de los componentes de luz en la tercera fase con respecto a las de la segunda fase, para determinar un ajuste de rotación aplicable a los componentes de tercera fase de símbolos estabilizados por espacio que se van a visualizar. Los ajustes rotacionales determinados $[H'H]$ se aplican en la ETAPA 75 y la ETAPA 80 a la orientación del HMD $[HW]$ determinada en LA ETAPA 50 para los componentes de la primera y tercera fase, respectivamente.

La orientación del HMD ajustada determinada en la ETAPA 75 para los componentes de primera fase se utiliza entonces en la ETAPA 85, junto con datos ya determinados que definen una dirección conocida en un punto en el espacio inercial, leída desde un ALMACÉN 90, al que se va a alinear un símbolo estabilizado en el espacio, para calcular una posición en el área de imagen del HMD para mostrar el componente de la primera fase del símbolo. Similarmente, en la ETAPA 95, se utiliza la orientación del HMD ajustada determinada en la ETAPA 80 para los componentes de tercera fase, junto con los datos ya determinados que definen la dirección a la característica en el espacio inercial, leída desde un ALMACÉN 90, para calcular una posición en el área de imagen del HMD para mostrar el componente de la tercera fase del símbolo.

La orientación del HMD determinada en la ETAPA 50 se utiliza en la ETAPA 100 para calcular una posición para mostrar el componente de luz de la segunda fase “de referencia” del símbolo estabilizado en el espacio. Las posiciones determinadas en la ETAPA 85, ETAPA 95 y ETAPA 100 se utilizan a continuación en la ETAPA 105, ETAPA 110 y ETAPA 115 respectivamente para arrastrar los componentes de la primera, tercera y segunda fase del símbolo, como en la ETAPA 20 del proceso conocido mostrado en la figura 2. Los datos que definen las características de los píxeles implicados en el visualizador del símbolo estabilizado por espacio se almacenan en un almacén de imágenes 120.

La posición de cualquier símbolo a arrastrar en una posición fija en el área de imagen del HMD se calcula en la ETAPA 125 y los componentes de luz de los símbolos fijos se dibujan en la ETAPA 130. Los datos resultantes se almacenan en el ALMACÉN 120 de imágenes.

Habiendo acumulado todos los datos requeridos para definir características de píxeles para un período de actualización de imagen, el contenido del almacén de imágenes 120 se leen y se utilizan en la ETAPA 135 para generar datos de vídeo a usar, en la ETAPA 140, para generar una imagen en un dispositivo de visualización del HMD. El proceso se reanuda en la ETAPA 50 para el siguiente período de actualización de imágenes.

Los efectos de implementar el proceso mejorado de generación de imágenes descrito anteriormente se ilustrarán ahora con referencia a la figura 4.

Con referencia a la figura 4a, y adicionalmente a la figura 1a, los resultados de la aplicación de las técnicas anteriores para determinar las posiciones de visualización para las tres fases de componentes de luz pueden verse para una velocidad de movimiento relativa ilustrativa. En este ejemplo, puede observarse que la posición determinada de cada uno de los pulsos del primer y tercer componentes de luz de fase previstos para píxel 2 de un símbolo estabilizado por espacio se desplaza a la derecha (150) y a la izquierda (155), respectivamente, del segundo componente de luz de la fase “de referencia”, en comparación con el posicionamiento mostrado en la figura 1a donde sustancialmente no hay movimiento relativo. En la figura 4a se puede ver que la posición del componente de luz de la segunda fase “de referencia” seleccionado en el visualizador no cambia en comparación con su posición indicada en la figura 1a por la presente invención. Por supuesto, en general, los primer y tercer componentes de luz se desplazarán según la corrección de rotación determinada en la ETAPA 60 y ETAPA 70, respectivamente, dando como resultado un desplazamiento vectorial bidimensional de esos componentes a través del área de imagen de la HMD a menos que, como en este ejemplo ilustrado, la dirección del movimiento relativo de la dirección de mirada y mirada ocular sea sustancialmente en acimut.

Con referencia ahora a la figura 4b, y adicionalmente a la figura 1b, la percepción del efecto del efecto de los componentes de luz reposicionados para píxeles 2 de un símbolo estabilizado por espacio se ilustra durante el movimiento relativo del HMD y la mirada ocular. Como puede verse, el observador percibe que los pulsos de luz 1, 2 y 3 de las tres fases de los componentes de luz están ubicados en el área de la imagen del HMD, aunque ligeramente desplazados en total en un alcance 160 de la posición prevista del píxel 2, y el observador percibe que el píxel 2 tiene el brillo requerido. Se ha descubierto que el desplazamiento fraccional 160 en la posición percibida de un píxel visualizado, mostrado en la figura 4b como desplazamiento 160, durante dicho movimiento relativo no perjudica la percepción del observador del símbolo y la imagen general significativamente.

Las realizaciones ilustrativas de la presente invención pueden implementarse en cualquier cabezal o casco basado en un sistema de visualización digital con acceso a los datos del rastreador que dan una indicación del movimiento ocular con relación al visualizador. Un ejemplo de sistema de visualización montado en un casco en el que se pueden implementar realizaciones de la presente invención se describirá ahora en un resumen con referencia a la figura 5.

En referencia a la figura 5, se muestra una representación de un sistema HMD, por ejemplo, para usar por un piloto 205 que lleva un casco 210 equipado con componentes de un sistema de rastreo de casco y que incorpora un visualizador montado en el casco, en este ejemplo un visualizador de guía de ondas sustancialmente transparente 215 colocado delante de un ojo 220 del piloto 205. El sistema de rastreo puede incluir uno o más sensores inerciales 225 montados en el casco 210, dispuestos para suministrar datos a un procesador 230 de sistema de rastreo. El sistema de rastreo también puede incluir un rastreador de casco óptico que comprende una disposición de diodos emisores de luz (LED) 235 integrados dentro de la carcasa del casco 210 y controlable por el procesador 230 de sistema de rastreo para emitir pulsos de luz. El rastreador óptico de casco también incluye una disposición de una o más cámaras 240 (una de las cuales se muestra en la figura 5) en posiciones fijas conocidas dispuestas para detectar

la luz de los LED montados en el casco 235 y para enviar señales correspondientes al procesador 230 de sistema de rastreo.

5 El procesador 230 de sistema de rastreo se dispone para interpretar los datos recibidos desde los sensores inerciales 225 y desde las cámaras 240 del sistema de rastreo de casco óptico para determinar la orientación del casco 210 y, por lo tanto, del visualizador 215 en el espacio inercial o en relación con una aeronave, por ejemplo (no mostrada en la figura 5), en la que el piloto 205 puede desplazarse. El procesador 230 de sistema de rastreo también puede determinar una velocidad de cambio en la orientación del casco y, por lo tanto, del visualizador 215 desde esas
10 entradas de datos y la orientación de visualizador de salida y la velocidad de cambio de datos a un generador 245 de imágenes. El generador 245 de imágenes se dispone para generar imágenes, incluidas imágenes estabilizadas en el espacio para su visualización por el piloto en el visualizador 215 montado en el casco, de modo que aparecen superpuestas a la vista del piloto a través de la guía 215 de ondas transparente del mundo exterior.

15 El generador 245 de imágenes puede disponerse para implementar las técnicas descritas anteriormente para tener en cuenta el movimiento detectado del ojo del piloto 220 o la dirección de mirada con respecto al área de imagen del visualizador montado en el casco 215, utilizando datos del procesador 230 de sistema de rastreo, cuando se colocan diferentes componentes de luz de símbolos estabilizados en el espacio con el objetivo de reducir la incidencia percibida de la formación de manchas de imagen o múltiples efectos de imagen durante el movimiento del ojo 220 o la dirección de mirada del piloto con respecto al área de imagen del visualizador 215.
20

Las realizaciones ilustrativas de la presente invención se han descrito en el contexto de un sistema de visualizador digital montado en el cabezal o casco tal como se puede usar en una aeronave, por ejemplo. La información que define dicho movimiento ocular puede ser suministrada por un rastreador de cabezal o casco o un rastreador ocular para rastrear los desplazamientos reales del ojo de un espectador, y por lo tanto su línea de visión, en relación con el área
25 de imagen del visualizador. Cualquiera de las fuentes de datos de rastreo se puede utilizar en las realizaciones ilustrativas de la presente invención descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar un dispositivo (215) de visualización para generar una imagen para su visualización por un usuario en un visualizador montado en un cabezal o en un casco, HMD, teniendo el dispositivo de visualización elementos del tamaño de píxel, cada uno de los cuales puede controlarse por separado para reflejar, emitir o transmitir luz desde una o más fuentes de luz, estando la imagen formada por tres componentes de luz visualizados secuencialmente en tres fases respectivas que tienen temporizaciones relativas predeterminadas, comprendiendo cada componente de luz ya sea un período de iluminación continua por uno de dichos elementos del tamaño de píxel o un período que comprende un conjunto de pulsos de luz según un esquema de modulación por ancho de pulsos, PWM, comprendiendo el método las etapas:

(i) en un aparato de control del dispositivo de visualización, recibir datos de imagen que definen tres componentes de luz de una característica que se visualizará como elemento en la imagen;
(ii) en dicho aparato, recibir datos de velocidad indicativos de una velocidad de cambio en la orientación del visualizador en relación con una dirección de mirada de un ojo (220) del usuario (205), y recibir datos de orientación indicativos de una orientación del HMD en el espacio inercial;
(iii) en dicho aparato, recibir una línea de vector de visión, P_W , en un punto en el espacio inercial;
(iv) en un procesador (245) de imágenes de dicho aparato, determinar una posición en el visualizador para visualizar cada uno de los tres componentes de luz de la característica, incluyendo determinar cualquier ajuste respectivo requerido a una posición determinada para el componente de luz según los datos de velocidad recibidos y las temporizaciones relativas predeterminadas; y
(v) en el procesador (245) de imágenes de dicho aparato, emitir la posición determinada de cada uno de los tres componentes de luz al dispositivo de visualización para la visualización del componente de luz en la posición determinada respectiva,

en donde para el primer y tercer componentes de luz que se van a visualizar de los tres componentes de luz, en la etapa (iv) dicho ajuste respectivo se determina usando la temporización de la fase en la que se va a visualizar el componente de luz con respecto a la temporización de la fase en la que se va a visualizar el segundo componente de luz que se va a visualizar de los tres componentes de luz, y en la etapa (v) la posición determinada del componente de luz que incluye dicho ajuste respectivo se emite al dispositivo de visualización;

en donde en la etapa (iv) no se requiere ningún ajuste en la posición determinada del segundo componente de luz, de modo que en la etapa (v) la posición determinada del segundo componente de luz se emita al dispositivo de visualización sin ningún ajuste;

en donde las temporizaciones relativas predeterminadas definen intervalos de tiempo iguales entre las fases respectivas en las que se van a visualizar los tres componentes de luz;

en donde para el primer y tercer componentes de luz, en la etapa (iv), la posición en el visualizador se determina en la forma de coordenadas de visualización, transformando la línea de vector de visión P_W en una línea de vector de visión P_H en dicho punto en un marco de referencia del HMD basado en

$$P_H = [HW][H'H]P_W$$

donde $[HW]$ es una matriz de rotación determinada basada en los datos de orientación y $[H'H]$ es una matriz de rotación de ajuste que define el ajuste respectivo, y transforma la línea de vector de visión P_H en las coordenadas de visualización basadas en

$$X_D = S \frac{y_H}{x_H} Y_D = S \frac{z_H}{x_H}$$

donde (X_D, Y_D) son las coordenadas de visualización, x_H, y_H y z_H son componentes de P_H , y S es un factor de escala para el HMD;

en donde para el segundo componente de luz, en la etapa (iv), la posición en el visualizador se determina en la forma de coordenadas de visualización, transformando la línea de vector de visión P_W en una línea de vector de visión P_H en dicho punto en un marco de referencia del HMD basado en

$$P_H = [HW]P_W$$

en donde en la etapa (iv) el ajuste respectivo para uno del primer y tercer componentes de luz se aplica transformando la línea de vector de visión P_W en la línea de vector de visión P_H basado en la matriz de rotación de ajuste, y el ajuste respectivo para el otro del

primer y tercer componentes de luz se aplica transformando la línea del vector de visión P_W en la línea de vector de visión P_H basado en una transposición de la matriz de rotación de ajuste, y en donde la matriz de rotación de ajuste $[H'H]$ para dicho primer y tercer componentes de luz se proporciona por

$$[H'H] = \begin{bmatrix} 1 & \partial A_z & -\partial A_y \\ -\partial A_z & 1 & \partial A_x \\ \partial A_y & -\partial A_x & 1 \end{bmatrix}$$

donde $\partial A_x = \Delta t \times r_x$, $\partial A_y = \Delta t \times r_y$, y $\partial A_z = \Delta t \times r_z$, Δt es la diferencia en el tiempo entre la fase en la que se va a visualizar dicho uno del primer o tercer componentes de luz y la fase en la que se va a visualizar el segundo componente de luz, y r_x , r_y y r_z son velocidades de rotación alrededor de los ejes x, y y z del dispositivo de visualización, respectivamente.

2. El método según la reivindicación 1, en donde, en la etapa (iii), determinar la posición para visualizar los tres componentes de luz comprende determinar una posición en el visualizador de modo que la característica aparece alineada con una línea de visión predeterminada hasta un punto en el espacio inercial.

3. El método según la reivindicación 2, en donde, en la etapa (iii), determinar cualquier ajuste respectivo comprende determinar un ajuste respectivo a los datos recibidos indicativos de una orientación del visualizador de modo que la posición del componente de luz se determine después de aplicar el ajuste respectivo a los datos de orientación recibidos.

4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el eje x es un eje de balanceo de modo que r_x denota la velocidad de balanceo, y en la etapa (iv) la velocidad de balanceo r_x se toma como cero de modo que $\partial a_x = -\partial a_x = 0$.

5. Un aparato para controlar un dispositivo (215) de visualización para generar una imagen para su visualización por un usuario en un visualizador montado en un cabezal o en un casco, HMD, teniendo el dispositivo de visualización elemento de tamaño de píxel, cada uno de los cuales puede controlarse por separado para reflejar, emitir o transmitir luz desde una o más fuentes de luz, estando la imagen formada por tres componentes de luz visualizados secuencialmente en tres fases respectivas que tienen temporizaciones relativas predeterminadas, comprendiendo el aparato:

una entrada para la recepción de datos de imagen que definen tres componentes de luz de una característica que se visualizará como elemento de la imagen;
una entrada para la recepción de datos de velocidad indicativos de una velocidad de cambio en la orientación del visualizador en relación con una dirección de mirada de un ojo (220) del usuario (205), y recepción de datos de orientación indicativos de una orientación del HMD en el espacio inercial;
una entrada para la recepción de una línea de vector de visión, P_W , en un punto en el espacio inercial;
un procesador (245) de imágenes dispuesto:

(i) para determinar una posición en el visualizador para visualizar cada uno de los tres componentes de luz de la característica que incluyen determinar cualquier ajuste respectivo requerido a una posición determinada para el componente de luz, el ajuste respectivo según los datos de velocidad recibidos y las temporizaciones relativas predeterminadas; y
(ii) para emitir la posición determinada de cada uno de los tres componentes de luz al dispositivo de visualización para la visualización del componente de luz en la posición determinada respectiva,

en donde para el primer y tercer componentes de luz que se van a visualizar de los tres componentes de luz, en la etapa (i) el procesador de imágenes se dispone para determinar dichos ajustes respectivos usando la temporización de la fase en la que se va a visualizar el componente de luz con respecto a la temporización de la fase en la que se va a visualizar el segundo componente de luz a visualizar de los tres componentes de luz, y en la etapa (ii) el procesador de imágenes se dispone para emitir la posición determinada del componente de luz que incluye dicho ajuste respectivo al dispositivo de visualización;

en donde en la etapa (i) no se requiere ningún ajuste en la posición determinada del segundo componente de luz, de modo que en la etapa (ii) el procesador de imágenes se dispone para emitir la posición determinada del segundo componente de luz al dispositivo de visualización sin ningún ajuste;

en donde el componente de luz de referencia es el segundo componente de luz que se va a visualizar de los tres componentes de luz; y

en donde las temporizaciones relativas predeterminadas definen intervalos de tiempo iguales entre las fases respectivas en las que se van a visualizar los tres componentes de luz;

en donde para el primer y tercer componentes de luz en la etapa (i) el procesador de imágenes se dispone para determinar la posición en el visualizador en la forma de coordenadas de visualizador, transformando la línea de vector de visión P_W en una línea de vector de visión P_H en dicho punto en un marco de referencia del HMD basado en

$$P_H = [HW][H'H]P_W$$

donde $[HW]$ es una matriz de rotación determinada basada en los datos de orientación y $[H'H]$ es una matriz de rotación de ajuste que define el ajuste respectivo, y transforma la línea de vector de visión P_H en las coordenadas de visualización basadas en

$$X_D = S \frac{y_H}{x_H} Y_D = S \frac{z_H}{x_H}$$

donde (X_D, Y_D) son las coordenadas de visualización, x_H, y_H y z_H son componentes de P_H , y S es un factor de escala para el HMD;

en donde para el segundo componente de luz, en la etapa (i) el procesador de imágenes se dispone para determinar la posición en el visualizador en la forma de coordenadas de visualizador, transformando la línea de vector de visión P_W en una línea de vector de visión P_H en dicho punto en un marco de referencia del HMD basado en

$$P_H = [HW]P_W$$

en donde en la etapa (i) el procesador de imágenes se dispone para aplicar el ajuste respectivo para uno del primer y tercer componentes de luz transformando la línea de vector de visión P_W en la línea de vector de visión P_H basado en la matriz de rotación de ajuste, y para aplicar el ajuste respectivo para el otro del primer y tercer componentes de luz transformando la línea de vector de visión P_W en la línea de vector de visión P_H basado una transposición de la matriz de rotación de ajuste, y en donde la matriz de rotación de ajuste $[H'H]$ para dicho primer y tercer componentes de luz se proporciona por

$$[H'H] = \begin{bmatrix} 1 & \partial A_z & -\partial A_y \\ -\partial A_z & 1 & \partial A_x \\ \partial A_y & -\partial A_x & 1 \end{bmatrix}$$

donde $\partial A_x = \Delta t \times r_x$, $\partial A_y = \Delta t \times r_y$, y $\partial A_z = \Delta t \times r_z$, Δt es la diferencia en el tiempo entre la fase en la que se va a visualizar dicho uno del primer y tercer componentes de luz y la fase en la que se va a visualizar el segundo componente de luz, y r_x, r_y y r_z son velocidades de rotación alrededor de los ejes x, y y z del dispositivo de visualización, respectivamente.

6. El aparato según la reivindicación 5, en donde, en la etapa (i), el procesador de imágenes se dispone para determinar una posición para visualizar los tres componentes de luz determinando una posición en el visualizador de modo que la característica aparece alineada con una línea de visión predeterminada hasta un punto en el espacio inercial.

7. El aparato según la reivindicación 6, en donde en la etapa (i), el procesador de imágenes se dispone para determinar cualquier ajuste respectivo determinando un ajuste respectivo a los datos recibidos indicativos de una orientación del visualizador de modo que la posición del componente de luz se determine después de aplicar el ajuste respectivo en los datos de orientación recibidos.

8. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde el eje x es un eje de balanceo de modo que r_x indica la velocidad de balanceo, y en la etapa (i) el procesador de imágenes se dispone para tomar la velocidad de balanceo r_x para que sea cero de tal manera que $\partial A_x = -\partial A_x = 0$.

- 5 9. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde, en la etapa (i), el procesador de imágenes se dispone para determinar una posición en el visualizador para cada uno de los tres componentes de luz de la característica teniendo en cuenta si la proyección de imagen es una proyección de superficie plana o una proyección esférica.
- 10 10. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en donde los datos de velocidad recibidos se reciben desde, o se determinan a partir de la salida de, un sistema de rastreo ocular asociado con el visualizador.
- 15 11. Un sistema de visualizador montado en el cabezal o el casco, HMD, que comprende:
un dispositivo de visualización para generar imágenes para su visualización en un visualizador montado en el cabezal o el casco; y
aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, estando dispuesto el aparato para controlar el dispositivo de visualización para generar dichas imágenes para su visualización en el visualizador montado en el cabezal o casco.
- 20 12. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo código de programa informático que cuando se carga en un procesador digital y se ejecuta se dispone para implementar el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

Figura 2

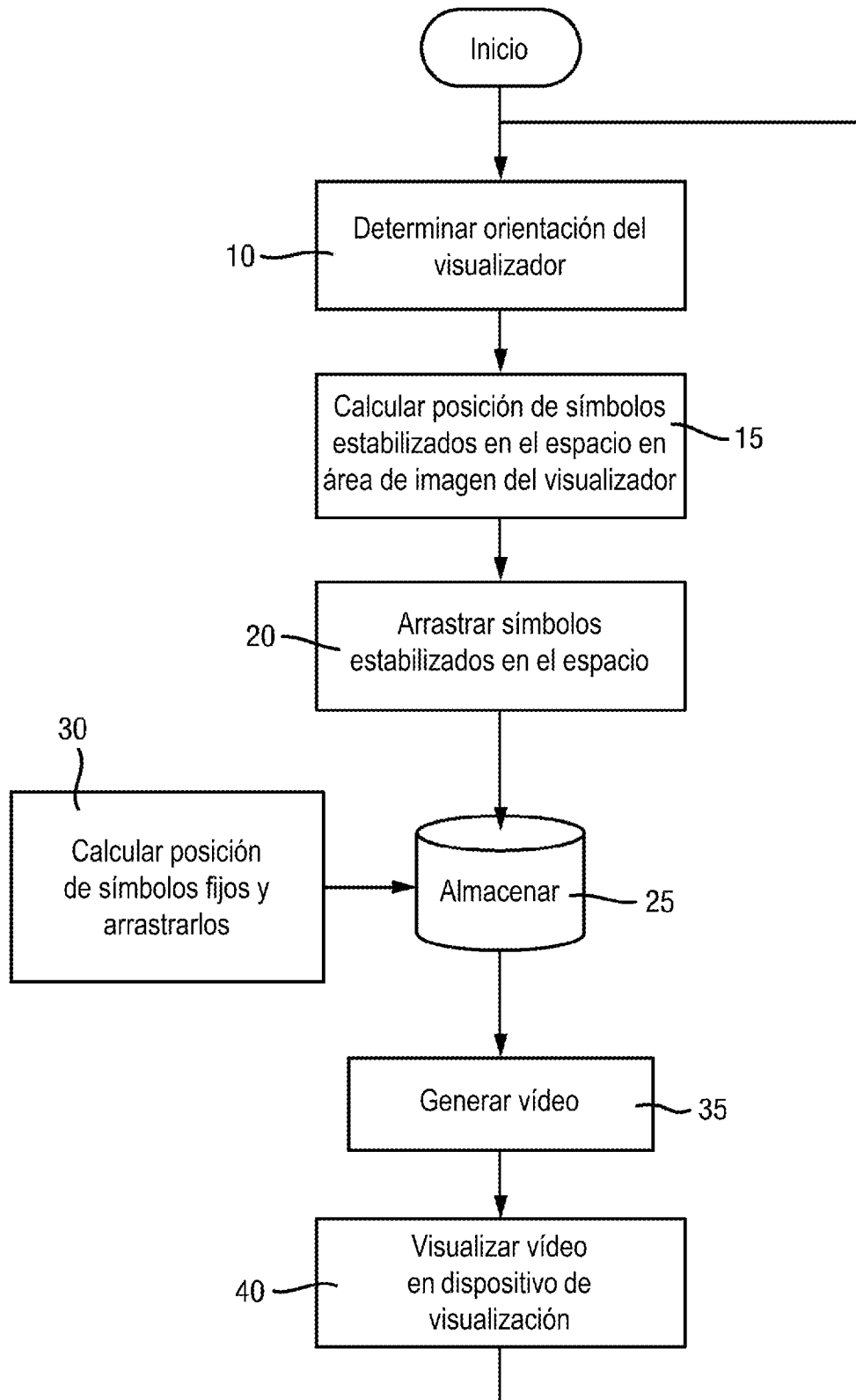


Figura 3

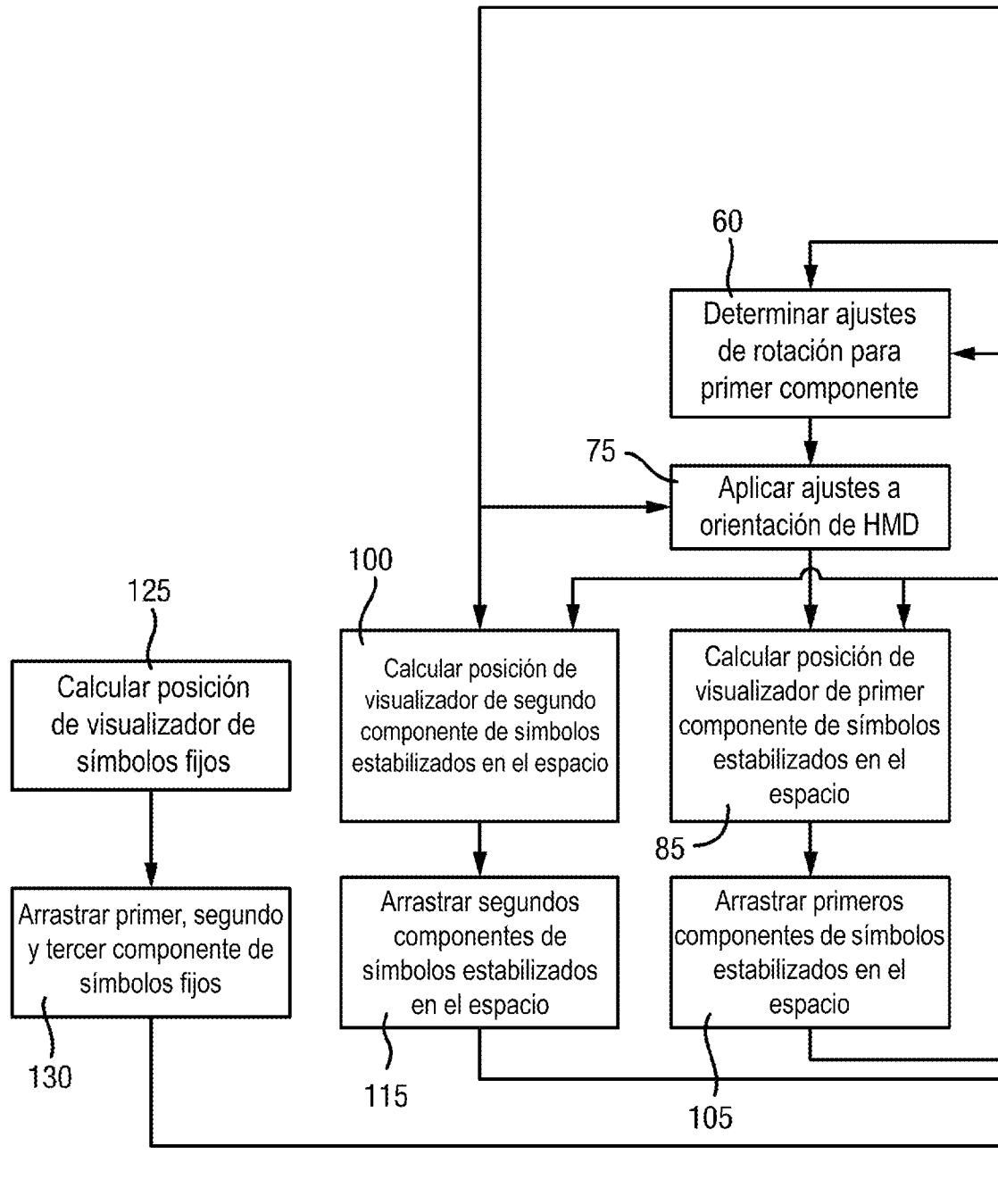


Figura 3 (cont.)

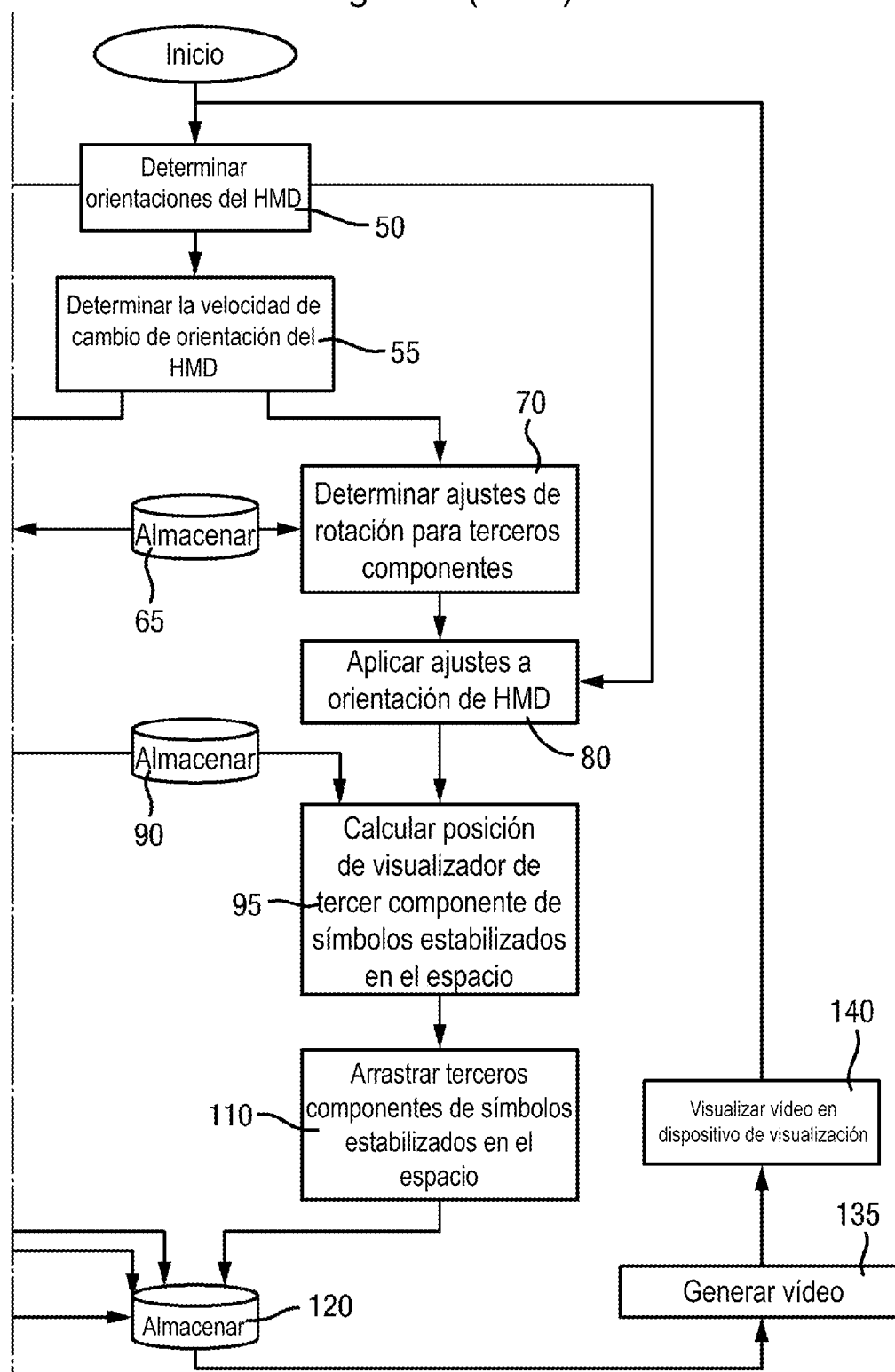


Figura 4a

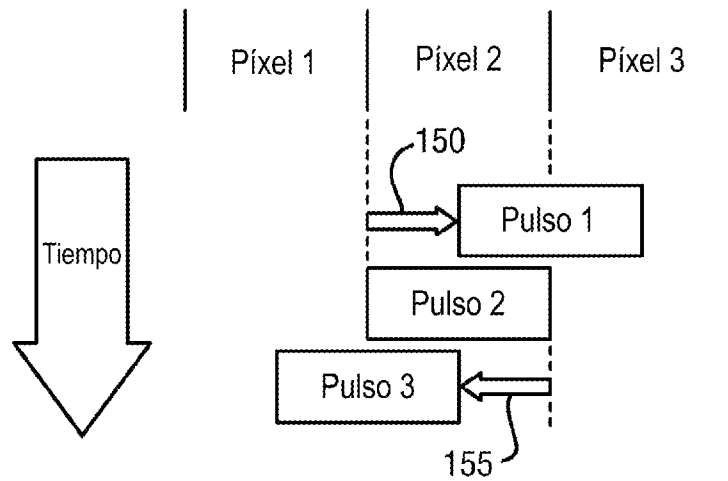


Figura 4b

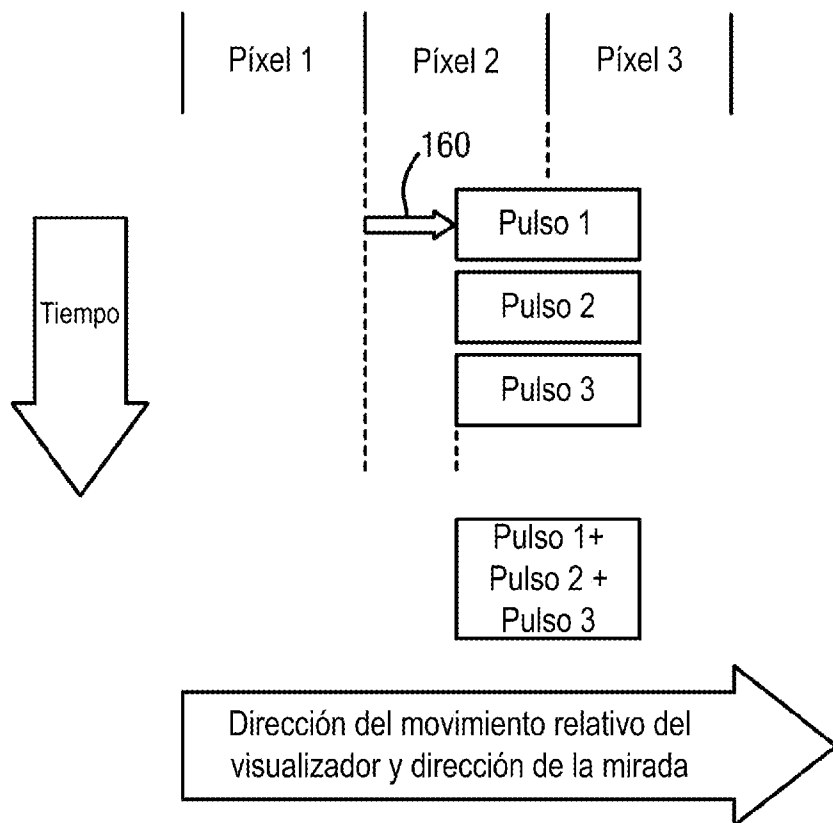


Figura 5

