

## SISTEMA Y MÉTODO PARA LA REPRODUCCIÓN DE VIDEO 360 INTERACTIVO SEGÚN LA UBICACIÓN DEL USUARIO

### CAMPO DE LA TÉCNICA

**[0001]** La presente divulgación se refiere a sistemas de realidad virtual (VR) y, en particular, a un sistema, método y visualizador montado sobre la cabeza (HMD) para grabar y reproducir un video 360 a un espectador en un entorno de VR.

### ANTECEDENTES

**[0002]** Los visualizadores montados sobre la cabeza (HMD) de realidad virtual (VR) permiten a los usuarios experimentar un entorno virtual de 360 grados completos. Con gráficos generados por computadora, tales como aquellos de los juegos para computadora, el usuario puede interactuar con la escena y moverse libremente en el entorno de VR (es decir, seis grados de libertad, 6DoF).

**[0003]** Una cantidad cada vez mayor de personas graban videos con cámaras de 360 grados, lo que permite que los espectadores miren a su alrededor, pero solamente desde la ubicación de la cámara. Habitualmente, solamente se graba un video en 2D regular, pero también hay sistemas de captura estereoscópica en 3D. Sin embargo, el video 360 hoy en día solamente puede permitir tres grados de libertad (3DoF) para la audiencia, ya que esta debe seguir el movimiento de la cámara.

**[0004]** Es posible capturar el video 360 desde distintas ubicaciones (contenido de punto de vista libre), como se describe en "DVB, Virtual Reality – Prospects For DVB Delivery", Report of the DVB CM Study Mission on Virtual Reality, Draft 012 – junio de 2016.

**[0005]** Las Figuras 1A-1E muestran varias alternativas convencionales para grabar video 360 con una cámara omnidireccional. La Figura 1A muestra una alternativa que captura el video desde una ubicación de punto de vista fijo en una única dirección de vista, lo que da como resultado un panorama de 180 grados. La Figura 1B muestra una alternativa que captura el video desde una ubicación de punto de vista fijo mientras se mira en las direcciones izquierda o derecha, lo que da como resultado un panorama de 360 grados, el cual puede

que no capture los polos. La Figura 1C muestra una alternativa que captura el video desde una ubicación de punto de vista fijo mientras se ve desde cualquier ángulo, lo que proporciona un contenido esférico de posición fija. Los videos optimizados para la vista estereoscópica horizontal necesitan corrección en los polos para evitar distorsiones debido al paralaje. La Figura 1D muestra una alternativa que captura el video desde un punto de vista móvil donde el contenido se captura desde diferentes puntos de vista, lo que permite al usuario cambiar la posición de su cabeza. Esto generalmente significa la grabación de distintas versiones del contenido desde distintas ubicaciones. La Figura 1E muestra una alternativa que captura el video desde un punto de vista libre con modelado 3D o imágenes generadas por computadora (CGI) o con matrices de cámara conocidos como campos de luz. Esta alternativa se conoce como 6DoF. A pesar de que esto es bastante maduro para el contenido de CGI, los campos de luz generalmente se utilizan en entornos de laboratorio.

**[0006]** En la actualidad, el video 360 y la VR se exploran en muchos entornos diferentes y en muchas combinaciones diferentes. Un caso de uso es crear una representación 3D virtual de un determinado evento o lugar (por ejemplo, un museo) y el espectador puede hacer un recorrido virtual del museo en un HMD.

**[0007]** Hoy se tienen en cuenta los métodos para la navegación en tiempo real en entornos interiores y exteriores. En particular, para los entornos interiores donde no se utiliza una señal de GPS, se despliegan métodos tales como la localización y el mapeo en simultáneo (SLAM). Este proceso se describe con más detalle en J. Biswas y M. Veloso, "Depth camera based indoor mobile robot localization and navigation", 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Saint Paul, MN, 2012, pp. 1697-1702. Básicamente, SLAM intenta crear un mapa del entorno mediante el escaneo del entorno y la localización de un objeto en el entorno mediante la comparación de imágenes de cámara profunda con el entorno escaneado. Habitualmente, se utilizan representaciones 3D tales como nubes de puntos para escanear el entorno.

**[0008]** Un video 360 proporciona al espectador la capacidad de mover su cabeza durante la reproducción del video y explorar el entorno en una medida limitada. El uso de HMD con videos 360 proporciona una experiencia de

inmersión a los espectadores y la diferencia de la grabación de video convencional, donde el camarógrafo controla el campo de visión. En el video 360, el espectador tiene la libertad de mirar donde desee.

**[0009]** Sin embargo, la grabación de video 360 actual no proporciona al espectador una experiencia transparente (es decir, de interacción con la oferta) para moverse alrededor de la escena grabada y explorar los alrededores. Esto se debe a que el video está limitado por las direcciones que captó el camarógrafo durante la grabación. Incluso en la grabación de punto de vista libre, no se considera que la interactividad implique proporcionar distintos videos según los eventos que se encuentre el espectador. Se pueden utilizar nubes de puntos para crear mapas de posición. Sin embargo, realmente no se tiene en cuenta un mapa de eventos, que significa qué eventos están disponibles para el usuario en la posición actual.

**[0010]** La Figura 2 muestra una grabación de video convencional de un recorrido virtual de un edificio 10 que incluye dos pasillos que se cruzan y cuatro salas. El camarógrafo graba el recorrido moviéndose en secuencia hasta las ubicaciones 1 a 7. Esta secuencia de grabación restringe el recorrido a esa secuencia. Esto significa que el espectador debe seguir la línea de tiempo de la grabación de video, pasando a través de las ubicaciones 1 a 7 para explorar el recorrido con la misma secuencia en la que se capturó el video. Por lo tanto, el espectador atravesará de manera secuencial la sala 1, la sala 2, la sala 3 y la sala 4. Si el espectador desea visitar las salas en un orden diferente, por ejemplo, visitar la sala 4 al comienzo del recorrido, el espectador debe buscar hacia adelante hacia el final del video hasta que alcance la línea de tiempo en la que se ve la sala 4. Si el espectador desea visitar la sala 1 después de la sala 4, debe buscar hacia atrás nuevamente hacia el comienzo del video. Este tipo de escena interrumpe en gran medida la experiencia del espectador. Para evitar la búsqueda hacia atrás y hacia adelante, la única opción que el espectador tiene es seguir la secuencia de captura de video y desperdiciar tiempo mirando vistas que le resultan menos interesantes.

## BREVE DESCRIPCIÓN

**[0011]** La presente divulgación proporciona un sistema y un método para grabar videos y reproducir los videos en un entorno de VR. Las realizaciones

de ejemplo descritas en el presente documento están dirigidas específicamente hacia un caso de uso de un recorrido virtual guiado, donde el usuario tiene más libertad para controlar la reproducción del video grabado. Se graba un determinado entorno con una cámara de video 360 y el usuario puede experimentar el entorno grabado con más libertad. El sistema crea un mapa según las secciones del video grabado y asocia puntos temporales dentro de los videos con determinadas ubicaciones y/o eventos. Por lo tanto, cuando un usuario ha visto un determinado video A hasta el punto temporal X, se conoce la ubicación exacta del usuario. Según la ubicación del usuario, se proporcionan una o más posibilidades de interactividad. Por ejemplo, se puede presentar un cruce virtual de pasillos en un edificio donde el usuario puede decidir ir hacia una dirección donde se reproduce un primer video o hacia otra dirección que da como resultado la reproducción de un segundo video diferente. La decisión de ir hacia una dirección u otra puede ser según el movimiento de la cabeza del usuario (es decir, campo de visión) o a través de superposiciones proporcionadas al usuario en el punto temporal adecuado en el video.

**[0012]** La solución divulgada mejora la experiencia interactiva de los videos 360. La solución le da al espectador más libertad para interactuar con la reproducción de la experiencia 360 grabada para permitir, virtualmente, la impresión de movimiento en distintas direcciones durante la experiencia. Cuando el espectador llega a un área determinada en la experiencia, tal como un cruce o una puerta visibles, el espectador tiene la opción de elegir el camino a seguir. Según la decisión del espectador, se integra un video nuevo de manera continua en la experiencia.

**[0013]** Para resaltar las posibles opciones en el recorrido virtual, la reproducción de video se puede desacelerar automáticamente y se puede ofrecer la opción de continuar el recorrido en una dirección diferente como una o más superposiciones gráficas. La siguiente divulgación describe en detalle cómo programar un cliente y el video 360 para permitir que el espectador elija direcciones.

**[0014]** En una realización, la presente divulgación está dirigida a un método de grabación de un video y de reproducción del video para un espectador en un entorno de realidad virtual (VR). El método incluye grabar

un área geográfica con una cámara de grabación de video omnidireccional, donde la grabación incluye dividir el área geográfica en una pluralidad de partes de área y grabar en secciones de video separadas cada una de las partes de video mientras se mueve la cámara en varias direcciones, donde cada sección de video comprende un video de una determinada parte de área grabada mientras se mueve en una determinada dirección. El método también incluye la asociación de puntos temporales en cada sección de video con ubicaciones virtuales del espectador, la recepción de una indicación de una dirección deseada de movimiento del espectador en un determinado punto temporal en una sección de video determinada y la presentación al espectador de una sección de video correspondiente a la ubicación virtual del espectador y la dirección deseada de movimiento asociada con el punto temporal determinado en la sección de video determinada.

**[0015]** En otra realización, la presente divulgación está dirigida a un método de grabación de un video y de reproducción del video a un espectador en un entorno de VR, donde el método incluye la grabación de un área geográfica con una cámara de grabación de video que se mueve en una dirección hacia adelante a través del área geográfica para crear una primera sección de video y que se mueve en una dirección hacia atrás a través del área geográfica para crear una segunda sección de video, la asociación de puntos temporales en la primera y en la segunda sección de video con ubicaciones virtuales del espectador y, en un reproductor de video, la reproducción de la primera sección de video al espectador. El método también incluye la detección de que el espectador ha invertido un campo de visión desde la dirección hacia adelante hacia la dirección hacia atrás en un punto temporal de inversión antes del final de la primera sección de video y, en el reproductor de video, la presentación de la segunda sección de video al espectador comenzando en una ubicación virtual correspondiente al punto temporal de inversión en la segunda sección de video.

**[0016]** En otra realización, la presente divulgación está dirigida a un equipo visualizador montado sobre la cabeza (HMD) configurado para presentar una pluralidad de secciones de video a un espectador. El equipo HMD incluye un circuito de procesamiento acoplado a una memoria no transitoria configurada para almacenar código de programa legible por computadora, un reproductor

de video y una aplicación configurada para ejecutar una interfaz con un servidor para recuperar un manifiesto y la pluralidad de secciones de video, donde el circuito de procesamiento ejecuta el código de programa legible por computadora, el equipo HMD presenta a un espectador, una pluralidad de secciones de video definidas por el manifiesto, donde la pluralidad de secciones de video se presenta en una secuencia determinada por elecciones que realiza el espectador al ubicar un campo de visión o responder a al menos un aviso de notificación.

**[0017]** En otra realización, la presente divulgación está dirigida a un sistema de grabación y reproducción de video que incluye una base de datos configurada para almacenar un manifiesto y una pluralidad de secciones de video grabadas en un área geográfica, un servidor configurado para recuperar el manifiesto y la pluralidad de secciones de video de la base de datos y un equipo visualizador montado sobre la cabeza (HMD) configurado para presentar las secciones de video a un espectador. El equipo HMD incluye un circuito de procesamiento acoplado a una memoria no transitoria configurada para almacenar un código de programa legible por computadora, un reproductor de video y una aplicación configurada para ejecutar una interfaz con un servidor para recuperar el manifiesto y la pluralidad de secciones de video. Cuando el circuito de procesamiento ejecuta el código de programa legible por computadora, el equipo HMD presenta a un espectador, una pluralidad de secciones de video definidas por el manifiesto, donde la pluralidad de secciones de video se presenta en una secuencia determinada por elecciones que realiza el espectador al ubicar un campo de visión o responder a al menos un aviso de notificación.

**[0018]** La solución divulgada agrega valor a las experiencias de video 360, donde los recorridos en video virtuales están habilitados mediante la proporción de la interactividad necesaria para moverse virtualmente y libremente dentro del recorrido virtual. La solución proporciona más emoción y enriquece la experiencia del recorrido virtual. El espectador puede controlar de manera interactiva las partes del recorrido que desea explorar y el orden en el cual se realiza el recorrido virtual. Esto ahorra tiempo para el espectador y hace que esté más involucrado con la experiencia en video 360. La solución se puede utilizar como peldaño para describir el modo en que los

reproductores de video pueden reproducir videos 360 con más interactividad de parte del espectador al cambiar a diferentes videos según el movimiento de la cabeza y/o la dirección elegida por el usuario.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0019]** Los dibujos adjuntos están incorporados y forman parte de la memoria para mostrar una o más realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. Se comprenderán varias ventajas y características de la divulgación a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conexión con la referencia a las Figuras adjuntas en las cuales:

**[0020]** Las Figuras 1A-1E (técnica anterior) muestran varias alternativas de grabación de video convencional para el video 360;

**[0021]** La Figura 2 (técnica anterior) muestra una grabación de video convencional de un recorrido virtual de un edificio;

**[0022]** La Figura 3 muestra un plano de un edificio en el cual un recorrido virtual de ejemplo proporciona al espectador la opción de conformidad con una realización de la presente divulgación;

**[0023]** La Figura 4 muestra otra opción que se proporciona al espectador durante el recorrido virtual de ejemplo del edificio de la Figura 3;

**[0024]** La Figura 5 muestra un método de ejemplo de grabación de un recorrido virtual del edificio de la Figura 3 de conformidad con una realización de la presente divulgación;

**[0025]** La Figura 6 muestra el uso de videos de transición para vincular distintas secciones de video en una realización de ejemplo de la presente divulgación;

**[0026]** La Figura 7 muestra una línea de tiempo que muestra un ejemplo del momento de un video de transición en relación con dos secciones de video;

**[0027]** La Figura 8 muestra una situación en la cual el espectador interrumpe una sección de video que se está viendo realizando un giro virtual antes de alcanzar el final de la sección de video actual;

**[0028]** La Figura 9 muestra una situación en la cual el espectador interrumpe la sección de video que se está viendo realizando un giro virtual antes de alcanzar el punto en el que la sección de video actual invierte la dirección;

**[0029]** La Figura 10 es un diagrama en bloque funcional de una realización de ejemplo del sistema de la presente divulgación;

**[0030]** La Figura 11 es un diagrama de flujo que muestra los pasos de una realización de ejemplo del método de la presente divulgación;

**[0031]** La Figura 12 es un diagrama de señalización que muestra una realización de ejemplo de un método de reproducción de video de conformidad con la presente divulgación; y

**[0032]** La Figura 13 muestra un ejemplo de metadatos en formato XML utilizados para crear un mapa de recorrido de conformidad con una realización de la presente divulgación.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0033]** En la siguiente descripción, se exponen varios detalles específicos respecto de una o más realizaciones de la presente divulgación de patente. Sin embargo, se debe comprender que una o más realizaciones se pueden poner en práctica sin dichos detalles específicos. En otras instancias, los circuitos, subsistemas, componentes, estructuras y técnicas bien conocidos no se han mostrado en detalle para no dificultar la comprensión de las realizaciones de ejemplo. En consecuencia, un experto en la técnica apreciará que las realizaciones de la presente divulgación se pueden poner en práctica sin dichos componentes específicos. Además, se debe reconocer que los expertos en la técnica, con la asistencia de la descripción detallada expuesta en el presente documento y teniendo como referencia los dibujos adjuntos, podrán realizar y utilizar una o más realizaciones sin experimentación excesiva.

**[0034]** Se pueden implementar una o más realizaciones de la presente divulgación con diferentes combinaciones de software con firmware y/o hardware. Por ende, una o más de las técnicas que se muestran en las Figuras (p. ej., diagramas de flujo) se pueden implementar con códigos y datos almacenados y ejecutados en uno o más dispositivos o nodos electrónicos (p. ej., un dispositivo de cliente suscriptor o estación distante, un elemento de red, etc.). Dichos dispositivos electrónicos pueden almacenar y comunicar (de manera interna y/o con otros dispositivos electrónicos a través de una red) códigos y datos utilizando medios legibles por computadora, tales como medios de almacenamiento legibles por computadora no transitorios (p. ej., discos

magnéticos, discos ópticos, memoria de acceso aleatorio, memoria de solo lectura, dispositivos de memoria rápida, memoria de cambio de fase, etc.), medios de transmisión legibles por computadora transitorios (p. ej., señales propagadas eléctricas, ópticas, acústicas u otras formas de señales propagadas, tales como ondas de transporte, señales infrarrojas, señales digitales), etc. Además, dichos elementos de red generalmente pueden incluir un conjunto de uno o más procesadores acoplados a uno o más de otros componentes, tales como uno o más dispositivos de almacenamiento (p. ej., medios de almacenamiento legibles por máquinas no transitorios), así como bases de datos de almacenamiento, dispositivos de entrada/salida del usuario (p. ej., un teclado, una pantalla táctil, un dispositivo de puntero y/o una pantalla) y conexiones de red para realizar señalización y/o transmisión de medios portadores. El acoplamiento del conjunto de procesadores y otros componentes generalmente se puede realizar mediante uno o más buses y puentes (también denominados controladores de bus), se puede disponer en cualquier arquitectura conocida (p. ej., multiprocesamiento simétrico/compartido) o desconocida hasta este momento. Por lo tanto, el dispositivo de almacenamiento o el componente de un determinado dispositivo electrónico o elemento de red se puede configurar para almacenar códigos y/o datos para la ejecución en uno o más procesadores de ese elemento, nodo o dispositivo electrónico con fines de implementar una o más técnicas de la presente divulgación.

**[0035]** La solución divulgada adjunta metadatos cronometrados junto con la línea de tiempo del video. Durante o después de la creación del video, el productor identifica los puntos en la línea de tiempo del video y el campo de visión asociado donde el espectador puede elegir moverse entre distintas áreas o direcciones específicas. Los metadatos se pueden almacenar en cualquier formato de almacenamiento (por ejemplo, lenguaje extensible de marcado (XML), notación de objeto de JavaScript (JSON), no es otro lenguaje de marcado (YAML) o dentro del archivo de video como una pista de metadatos en formato MP4) y se pueden enviar con el video. Los metadatos permiten al dispositivo del cliente crear un mapa de elementos interactivos y cambios en la reproducción del video. Describe la ubicación del espectador durante el recorrido virtual en 360.

**[0036]** La Figura 3 muestra un plano de un edificio 20 en el cual un recorrido virtual de ejemplo proporciona al espectador una opción de conformidad con una realización de la presente divulgación. En determinados puntos en el recorrido, se proporcionan opciones al espectador para elegir en qué dirección continuar. El espectador comienza el video en la línea de tiempo 0, la cual es el área de entrada del recorrido virtual. En el tiempo de reproducción  $t = 10$  segundos, el campo de visión 21 del espectador indica que el espectador se está acercando a un cruce 22 donde se encuentran dos pasillos. El espectador tiene tres opciones: moverse hacia adelante 23, moverse hacia la izquierda 24 o moverse hacia la derecha 25. Para resaltar estas opciones al espectador, el reproductor de video puede superponer aviso de notificación en el campo de visión entre el tiempo de reproducción  $t = 10$  segundos y  $t = 15$  segundos para pedirle al espectador que elija en qué dirección desea continuar. Si el espectador no ha tomado una decisión para el tiempo de reproducción  $t = 15$  segundos, el video se puede detener y esperar que el espectador decida o puede continuar con una selección por defecto.

**[0037]** Los elementos gráficos se ajustan según los cambios de perspectiva entre la posición del espectador y la posición del elemento en el video. Esta corrección se puede realizar como paradas o como marcadores de posición individual en cada marco de video.

**[0038]** La Figura 4 muestra otra opción que se proporciona al espectador durante el recorrido virtual de ejemplo del edificio de la Figura 3. La Figura 4 supone que, en el punto temporal  $t = 15$  segundos, el espectador eligió moverse hacia la derecha al llegar al cruce 22. Cuando la reproducción se acerca al punto temporal  $t = 25$  segundos, el sistema solicita al espectador que se mueva hacia adelante 26, que ingrese a la sala 3 (es decir, que se mueva hacia la derecha) 27 o que ingrese a la sala 4 (es decir, que se mueva hacia la izquierda) 28. Si el espectador inclina su cabeza de modo que el campo de visión 21 se dirige hacia la entrada de la sala 3 (es decir, el camino 28 hacia la sala 4 y la dirección hacia adelante 26 ya no se pueden ver), el reproductor de video mueve el video directamente hacia la sala 3. Por lo tanto, en este caso, el campo de visión determina la dirección en la que el espectador se seguirá moviendo. Cuando el espectador decide moverse hacia la izquierda o hacia la

derecha, el reproductor de video cambia la reproducción de video. La grabación de video debe realizarse en consecuencia.

**[0039]** La Figura 5 muestra un método de ejemplo de grabación de un recorrido virtual del edificio 20 de la Figura 3 de conformidad con una realización de la presente divulgación. En esta realización, el recorrido virtual completo se graba como un número de secciones de video más pequeñas v1 a v8, donde cada sección de video representa una determinada área geográfica en la experiencia completa. En esta realización, se graba una sección de video en cada área geográfica en dirección hacia adelante y hacia atrás. En el pasillo del comienzo, por ejemplo, v1 se graba en la dirección hacia adelante y v2 se graba en la dirección hacia atrás que regresa al punto de partida. En el pasillo a la derecha de la intersección, v3 y v4 se graban en las direcciones hacia adelante y hacia atrás. En la sala 3, una cámara graba el video v5, que primero se mueve hacia adelante a la sala 3 y luego gira y se mueve hacia afuera de la sala 3. En la sala 4, la cámara graba el video v6 moviéndose hacia adelante a la sala 4, luego girando y moviéndose fuera de la sala 4. En el pasillo a la izquierda de la intersección, v7 y v8 se graban en las direcciones hacia adelante y hacia atrás. En la sala 1, el video v9 se graba moviendo la cámara hacia adelante a la sala 1, girando y moviéndose fuera de la sala 1. En la sala 2, el video v10 se graba moviéndose hacia adelante a la sala 2, girando y moviéndose fuera de la sala 2.

**[0040]** Las secciones de video se graban en ambas direcciones porque la estructura de codificación del video y la predicción de los marcos de video son lineales solamente en una dirección (es decir, IBBP...). La reproducción de un video en reversa es muy intensiva de manera computacional, ya que la decodificación de un grupo de imágenes (GoP) se produce desde el frente y luego se reproduce en el orden inverso. Para simplificar esta reproducción, el video está disponible con reproducción en ambas direcciones.

**[0041]** La Figura 6 muestra el uso de videos de transición para vincular distintas secciones de video en una realización de ejemplo de la presente divulgación. Las direcciones proporcionadas al usuario cambiarán según la dirección en la cual se mueva el usuario. Un espectador que se mueve desde el comienzo del recorrido hacia adelante a lo largo de v1 girará hacia la derecha para moverse a v4, mientras que un espectador que se mueve hacia

atrás a lo largo de v2 girará hacia la izquierda para moverse a v4. Para realizar una transición delicada de v1 a v4, el sistema puede insertar un video de transición corto v'14. De forma alternativa, para realizar una transición delicada de v2 a v4, el sistema puede insertar un video de transición corto v'24.

**[0042]** La experiencia completa está segmentada en un conjunto de videos más pequeños para permitir que el espectador se mueva con libertad. Virtualmente, el espectador cambia videos cuando cambia direcciones. Por ejemplo, el recorrido virtual que muestra la Figura 6 se realiza mediante diez secciones de video principales (videos v1 a v10, donde los videos v5, v6, v9 y v10 cada uno contienen movimientos hacia adelante y hacia atrás). Cada sección representa parte del video general. En una escena en la cual un espectador elige explorar la sala 3 y luego la sala 2, el reproductor de video debe reproducir las secciones de video según la siguiente secuencia: v1 (hasta la mitad de v1) →v4 →v5 →v3 →v8 →v10. Para proporcionar transiciones fluidas, se pueden insertar videos de transición entre cada una de las secciones de video cuando existe un cambio de dirección. Por ejemplo, cuando el espectador elige explorar la sala 3 y luego la sala 2, el recorrido puede incluir los videos de transición v'14 (v1 a v4), v'45 (v4 a v5), v'53 (v5 a v3) y v'810 (v8 a v10).

**[0043]** La Figura 7 muestra una línea de tiempo que muestra un ejemplo de la sincronización de un video de transición en relación con dos secciones de video; en este caso, v'14 en relación con los videos v1 y v4. En este caso en particular, el video de transición v'14 tiene una duración de 5 segundos y reemplaza al segmento del video v1 que se produce entre los 10 segundos y los 15 segundos de v1. Al final del video de transición v'14, comienza el video v4. Otros videos de transición pueden tener características de sincronización parecidas.

**[0044]** La Figura 8 muestra una escena en la cual el espectador interrumpe una sección de video que se está viendo realizando un giro virtual antes de alcanzar el final de la sección de video actual. El sistema ajusta el cambio de dirección del espectador mediante el cambio a una sección de video en dirección inversa en un punto temporal correspondiente a la ubicación geográfica donde el espectador gira. Por ejemplo, se supone que el espectador comienza el recorrido y se mueve a lo largo de v1, que tiene una duración de

50 segundos. Luego, el espectador decide cambiar de dirección en el punto temporal  $t = 30$  segundos. Entonces, el sistema carga  $v_2$ , el cual también tiene una duración de 50 segundos, y comienza la reproducción de  $v_2$  en el punto temporal  $t = 20$  segundos, el cual corresponde al mismo punto geográfico que el punto temporal  $t = 30$  segundos de  $v_1$ .

**[0045]** La Figura 9 muestra una escena en la cual el espectador interrumpe la sección de video que se está viendo realizando un giro virtual antes de alcanzar el punto en el que la sección de video actual invierte la dirección. El camino  $v_5$  en la sala 3 de las Figuras 5 y 6 se muestra con fines ilustrativos. En este ejemplo, el espectador decide salir de la sala 3 temprano y realiza un giro virtual después de moverse solamente a medias por el camino  $v_5$  hacia la sala 3. Se supone también que el video  $v_5$  tiene una duración de 80 segundos, con 40 segundos hacia la sala 3 y 40 segundos fuera de la sala 3. Si la cámara de grabación se movió a una velocidad constante y los metadatos describen que se grabó la misma pista hacia adelante y hacia atrás, entonces los puntos temporales  $t = 20$  segundos y  $t = 60$  segundos representan la misma ubicación geográfica a medias en la sala 3, pero grabada en diferentes direcciones. Por lo tanto, en esta escena, el reproductor salta del punto temporal  $t = 20$  segundos al punto temporal  $t = 60$  segundos del video  $v_5$  para ajustar que el espectador giró antes.

**[0046]** La Figura 10 es un diagrama en bloque funcional de una realización de ejemplo del sistema 30 de la presente divulgación. En esta realización, el sistema incluye un HMD 31, un servidor HTTP 32, una base de datos de video/aviso 33 y un cámara de video omnidireccional 360 34. El servidor HTTP puede utilizar una API Restful 35 para recuperar videos y titulares de la base de datos de video/aviso.

**[0047]** La operación del HMD 31 puede estar controlada por un circuito de procesamiento 36 emparejado a una memoria no transitoria 37. El circuito de procesamiento puede ejecutar una aplicación 38 que incluye un analizador 39. Un reproductor de video 360 40 reproduce los videos que se le muestran al espectador en el HMD. Inicialmente, el servidor HTTP 32 puede obtener un manifiesto del recorrido en VR de la base de datos de video/aviso 33 y enviar el manifiesto a la aplicación 38 a través de una conexión HTTP 41. En la aplicación, el analizador 39 crea un mapa del recorrido del manifiesto y envía el

mapa del recorrido a través de la conexión 42 al reproductor de video 360 40 para la presentación al espectador.

**[0048]** Cuando el espectador decide un punto de partida para el recorrido virtual, el reproductor de video 360 40 envía datos de ubicación/tiempo 43 al analizador 39. El analizador determina que los datos de ubicación/tiempo corresponden al video v1 y envía una solicitud 44 para el video v1 al servidor HTTP 32. El servidor HTTP envía el video v1 a la aplicación 38 a través de la conexión HTTP 41. La aplicación envía el video v1 en una transmisión 45 al reproductor de video 360 40 para la decodificación y presentación al espectador. Una operación más detallada del sistema, incluida la recuperación de los avisos de notificación de la base de datos, se describe a continuación en conexión con la Figura 12.

**[0049]** La Figura 11 es un diagrama de flujo que muestra los pasos de una realización de ejemplo del método de la presente divulgación. El método lo realiza el sistema de la Figura 9 para grabar un video y reproducir el video para un espectador en un entorno de realidad virtual (VR). En el paso 51, se graba un área geográfica con la cámara de video 360 omnidireccional 34. Para realizar la grabación, el área geográfica se divide en una pluralidad de partes del área. Cada una de las partes del área se graba en secciones de video separadas mientras se mueve la cámara en varias direcciones. Cada sección de video comprende un video de una determinada parte del área grabado mientras se mueve en una determinada dirección. En el paso 52, los puntos temporales en cada sección de video están asociados con ubicaciones virtuales del espectador. En el paso 53, se recibe una indicación de una dirección deseada de movimiento del espectador en un determinado punto temporal en una sección de video determinada. En el paso 54, se presenta una sección de video al espectador. La sección de video corresponde a la ubicación virtual del espectador y la dirección de movimiento deseada asociada con el determinado punto temporal en la sección de video determinada.

**[0050]** La Figura 12 es un diagrama de señalización que muestra una realización de ejemplo de un método de reproducción de video de conformidad con la presente divulgación. Inicialmente, la aplicación 38 solicita un manifiesto del recorrido de VR del servidor HTTP 32 en el paso 61. En el paso 62, el servidor HTTP recupera el manifiesto de una base de datos de video/aviso 33.

En el paso 63, un servidor HTTP envía el manifiesto a la aplicación, la cual envía el manifiesto al analizador 39 en el paso 64. En analizador analiza el manifiesto y crea y envía un mapa del recorrido sugerido al reproductor de video 360 40 en el paso 65.

**[0051]** En el paso 66, el reproductor de video 360 40 recibe una entrada del espectador que indica un punto de partida decidido para el recorrido en VR. En el paso 67, el reproductor de video 360 envía un mensaje al analizador 39 que indica la decisión de iniciar el recorrido en el punto temporal  $t = 0$  en el primer pasillo. El analizador determina que este es el comienzo del video v1 y envía un mensaje 68 a la aplicación 38 para comenzar desde el video v1.

**[0052]** En el paso 69, la aplicación 38 solicita el video v1 del servidor HTTP 32, el cual envía el video v1 a la aplicación en el paso 70. En el paso 71, la aplicación envía el video v1 al reproductor de video 360 40 para la decodificación y presentación al espectador. El reproductor de video 360 presenta el video v1 al espectador y proporciona actualizaciones al analizador 39 en el paso 72. En 73, las actualizaciones indican el punto temporal  $t = 8$  segundos y el espectador ha cambiado el campo de visión a la derecha. Con referencia a la Figura 3, se puede observar que en el punto temporal  $t = 8$  segundos el espectador se está acercando al cruce (intersección), donde se debe tomar una decisión respecto de la dirección deseada para continuar. Por lo tanto, en el paso 74, el analizador envía una solicitud a la aplicación que solicita un aviso de notificación derecho. En el paso 75, la aplicación envía la solicitud de aviso al servidor HTTP 32. En el paso 76, el servidor HTTP recupera el aviso de notificación de la base de datos de video/aviso 33 y envía el aviso de notificación a la aplicación en el paso 77.

**[0053]** En el paso 78, la aplicación 38 envía el aviso de notificación al reproductor de video 360 40, el cual se lo muestra al espectador y espera la respuesta del espectador respecto de la dirección en la cual moverse en el cruce 22. En el paso 79, el reproductor de video 360 envía al analizador 39 la elección del espectador de girar a la derecha. El analizador analiza la ubicación y la dirección de giro y, en el paso 80, envía una solicitud a la aplicación que solicita el video de transición v'14 y el video v4. En el paso 81, la aplicación envía la solicitud para el video de transición v'14 y el video v4 al servidor HTTP

32. En el paso 82, el servidor HTTP envía el video de transición v'14 y el video v4 a la aplicación.

**[0054]** En el paso 83, la aplicación 38 envía el video de transición v'14 al reproductor de video 360 40 para la presentación al espectador. Tras detectar el punto temporal  $t = 10$  segundos, el analizador 39 envía una instrucción 85 a la aplicación para impulsar el video v4 al reproductor de video 360. En el paso 86, la aplicación impulsa el video v4 al reproductor de video 360.

**[0055]** La Figura 13 muestra un ejemplo de metadatos en formato XML utilizados para crear un mapa de recorrido de conformidad con una realización de la presente divulgación. Aunque los metadatos se muestran en formato XML, los metadatos se pueden crear y almacenar en otros formatos, tales como JSON, YAML o una pista de metadatos cronometrada nueva en formato MP4. Las secuencias de video se pueden describir en una jerarquía en forma de árbol, donde cada sección de video representa un nodo parental que contiene todas las acciones dentro de la línea de tiempo, el campo de visión y las posibles direcciones de movimiento correspondientes.

**[0056]** Durante la producción del video, el productor puede describir en los metadatos la secuencia de todas las secciones de video y todas las posibles acciones que pueden tener lugar durante la línea de tiempo del video. El dispositivo del cliente utiliza estos metadatos para construir un mapa de la línea de tiempo con un conjunto de comandos, donde el cliente puede analizar la línea de tiempo y el campo de visión actuales para el video y conectarlos con la ubicación actual en el mapa.

**[0057]** En los dibujos y la memoria, se han divulgado realizaciones preferidas típicas de la divulgación y, aunque se emplean términos específicos, se utilizan de modo genérico y descriptivo solamente y no con fines de limitación y el alcance de la invención se estipula en las siguientes reivindicaciones.