

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 299**

51 Int. Cl.:

G06K 9/00 (2006.01)

G06T 13/20 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2013** E 13733010 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** EP 2870567

54 Título: **Método y sistema para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo y medios legibles informáticamente**

30 Prioridad:

04.07.2012 EP 12174999

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

13.10.2016

73 Titular/es:

**VIRTUALLY LIVE (SWITZERLAND) GMBH
(100.0%)
Fraumünsterstrasse 16
8001 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**HUGEL, KARL-HEINZ y
STRUCK, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 586 299 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

Método y sistema para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo y medios legibles informáticamente

Antecedentes

5 Las transmisiones en directo convencionales son más o menos estáticas y ofrecen escasas posibilidades de interacción con el consumidor. Este no puede influir en las imágenes de vídeo emitidas en directo. Los usuarios están interesados en poder acceder individualmente a las imágenes en directo. Por tanto, las escenas en directo se clonan, o mejor dicho se reconstruyen, en un entorno virtual. Como resultado, el consumidor dispone de acceso interactivo individual a las escenas virtuales en directo.

10 En general, este enfoque se puede aplicar a múltiples ámbitos, empezando por los flujos de trabajo industriales o a las transmisiones deportivas, a fin de interactuar con la visualización virtual de una reconstrucción en directo de los movimientos reales de los personajes y los objetos. Por ejemplo, a menudo se hace referencia a la transmisión de un partido de fútbol.

15 El documento EP 1 796 047 A1 se refiere a un procedimiento para cierta animación simple. No es suficiente ni está diseñada para los requisitos de un entorno en directo ni para una reconstrucción automática de las animaciones realistas de los personajes.

20 La publicación de Kilner et al (Kilner J. et al: "3D Action Matching with Key-Pose Detection", 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision Workshops, ICCV Workshops 978-1-4244-4442-7) se refiere al problema de reproducir la acción humana en entornos de transmisiones deportivas en exteriores, analizando los datos en 3D de una actividad humana grabada y recuperando la acción representativa más apropiada de una biblioteca de captura de movimientos. Típicamente el reconocimiento de las posturas se realiza utilizando imágenes de una sola cámara, aunque este enfoque es sensible a oclusiones y campos de visión limitados, dos factores comunes en los eventos deportivos al aire libre. El presente documento presenta una técnica novedosa para la reproducción automática de las actividades humanas que opera con los datos en 3D disponibles en un entorno de transmisión multicámara. La forma se recupera utilizando técnicas multicámara para generar una representación en 3D de la escena.

25 El uso de datos en 3D mantiene el sistema cámara-postura invariable y permite trabajar con cámaras que se mueven y amplían la imagen. Al comparar las reconstrucciones con una biblioteca de 3D apropiada, la reproducción de la acción se puede conseguir en presencia de errores significativos de calibración y entretreído que provocan que los esquemas de detección de posturas tradicionales fallen. Se presenta asimismo un descriptor de las funcionalidades y la métrica de la distancia apropiada como técnica para usar estas funcionalidades para la detección de la postura clave y la reproducción de la acción. La técnica se aplica a continuación a las imágenes reales capturadas en un acontecimiento deportivo al aire libre.

Resumen

35 Se trata de un objeto para proporcionar una tecnología mejorada para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo.

Se proporcionan un método y sistema para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo de conformidad con las reivindicaciones independientes 1 y 7, respectivamente. También se proporciona el producto de un programa informático.

40 Se proporciona un método para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo en un sistema de animación. El sistema de animación dispone de un procesador, una base de datos, un dispositivo de entrada y un dispositivo de salida. En el método, los datos de seguimiento posicional en 3D para una escena en directo detectada son recibidos por el procesador. Existen diferentes sistemas y métodos para detectar los datos posicionales en 3D disponibles. En un caso simple, se proporciona una coordinada posicional para los objetos de la escena en directo observada por el sistema de seguimiento posicional de los datos. En el método propuesto, los datos de seguimiento posicional en 3D son analizados por el procesador para determinar un evento. Este paso también se puede denominar detección del evento. En el procesador, la detección del evento consiste en determinar las características del evento a partir de los datos de seguimiento posicional en 3D, recibir las características del evento predefinidas y determinar la probabilidad de un evento comparando las características del evento con las características del evento predefinidas. A continuación, se selecciona un evento asignado a la probabilidad del evento. Se determina un conjunto de datos de animación en 3D de una pluralidad de conjuntos de datos de animación en 3D asignados al evento seleccionado y el procesador lo almacena en la base de datos. La detección del evento utilizando la probabilidad del evento como criterio de decisión también se puede denominar detección temprana del evento, en contraste con la detección normal del evento. Los datos de animación en 3D son proporcionados al dispositivo de salida conectado al procesador. A través del dispositivo de salida se puede proporcionar el conjunto de datos de animación en 3D a un dispositivo de pantalla, a través de la comunicación de datos por cable y/o inalámbrica.

60 El procesador se puede implementar en un dispositivo de servidor susceptible de ser conectado a uno o más dispositivos de pantalla.

El método propuesto permite la presentación en tiempo real de los datos de animación en 3D en un dispositivo de pantalla, en concreto de forma paralela al tiempo con respecto a la detección de los datos de seguimiento posicional en 3D por parte del sistema de seguimiento utilizado.

La detección del evento se puede realizar analizando únicamente los datos de seguimiento posicional.

5 Se puede generar una secuencia de datos de animación repitiendo varias veces uno o más de los pasos siguientes: recepción de los datos de seguimiento posicional en 3D, determinación de un evento, determinación de un conjunto de datos de animación en 3D y suministro del conjunto de datos de animación en 3D.

10 Se puede realizar una corrección del evento para la secuencia de datos de animación al menos a través de una de las acciones siguientes: eliminando uno de los conjuntos de datos de animación en 3D de la secuencia de datos de animación y modificando uno de los conjuntos de datos de animación en 3D de la secuencia de datos de animación.

15 El paso de ajustar uno de los conjuntos de datos de animación en 3D puede consistir en sustituir un conjunto de datos de animación en 3D seleccionado de la secuencia de datos de animación por un nuevo conjunto de datos de animación en 3D determinado para representar una animación más aproximada del evento seleccionado.

20 Se puede proporcionar el conjunto de datos de animación en 3D como una pluralidad de subconjuntos de datos en 3D proporcionados con datos de animación en 3D de diferentes formatos de datos, de forma que los diferentes formatos de datos se ajusten a los diferentes dispositivos de visualización. En caso de disponer de la secuencia de datos de animación generada, se pueden proporcionar diferentes secuencias, de forma que cada secuencia comprenda los datos de animación en 3D de diferentes formatos de datos.

La pluralidad de conjuntos de datos de animación en 3D almacenados en la base de datos puede constar de datos de animación en 3D simulados y/o datos de captura de movimiento grabados previamente. Los datos de animación en 3D simulados pueden representar un objeto basado en un modelo físico.

25 **Descripción de otras realizaciones**

A continuación se describirán otras realizaciones, a modo de ejemplo, con referencia a las figuras. En las figuras se muestra lo siguiente:

30 Fig. 1 una representación esquemática de un flujo de trabajo de datos posicionales entrantes que son analizados en la detección temprana del evento; con la búsqueda en la base de datos de animación se encuentra la animación que mejor se adapta y se inserta en una secuencia de datos de animación lista para ser utilizada;

Fig. 2 una representación esquemática de un sistema de seguimiento óptico en 3D configurado para proporcionar datos posicionales con respecto a una escena en directo de un "partido de fútbol";

35 Fig. 3 una representación esquemática de la vista superior de la posición de la cadera con el paso del tiempo;

Fig. 4 una representación esquemática de diferentes notaciones temporales;

Fig. 5 una representación esquemática de un campo de fútbol en el que las zonas para un equipo se indican jugando hacia el objetivo correcto;

Fig. 6 una representación esquemática de un radio de acción y un radio ampliado para un jugador;

40 Fig. 7 un diagrama esquemático para un proceso de animación de personajes;

Fig. 8 una representación esquemática de una secuencia de datos de animación con tres etapas;

Fig. 9 un diagrama esquemático de una determinación temprana del evento;

Fig. 10 una representación esquemática de escenas en directo de un partido de fútbol con respecto a la detección temprana del evento;

45 Fig. 11 una representación esquemática de las escenas en directo de la Fig. 10 con respecto a la detección temprana del evento con corrección del evento;

Fig. 12 un diagrama esquemático para la búsqueda en una base de datos de animación;

Fig. 13 una representación esquemática de las etapas de reconstrucción de un conjunto de datos de animación en 3D situado en la secuencia de datos de animación;

50 Fig. 14 una representación esquemática de un sistema de reconstrucción virtual en 3D;

Fig. 15 una representación esquemática de un sistema de doble pantalla que muestra la escena en directo y la animación virtual reconstruida en 3D, respectivamente; y Fig. 16 una representación esquemática de una vista superior de una reconstrucción.

Usando los datos de entrada (datos de seguimiento posicional) de un sistema de seguimiento en tiempo real, se puede proporcionar una reconstrucción virtual en 3D de una escena en directo con un breve retraso. Esto puede permitir una visualización realista de la escena en directo. Se puede controlar de forma individual e interactiva —utilizarse, por ejemplo, para analizar un acontecimiento deportivo transmitido. Se podría visualizar de forma interactiva una reconstrucción de un partido de fútbol en directo, y la cámara y los elementos analíticos controlarse individualmente. El consumidor puede influir en la cámara, la visualización y su procedimiento.

El método de reconstrucción puede utilizar animaciones de captura de movimiento previamente grabadas que pueden estar almacenadas en una base de datos de animación junto con atributos como la velocidad de animación y una categoría asignada (por ejemplo, tiro o placaje).

La Fig. 1 ilustra el flujo de trabajo de los datos posicionales entrantes que son analizados en la detección temprana del evento; con la búsqueda en la base de datos de animación se encuentra la animación que mejor se adapta y se inserta en una secuencia de datos de animación lista para ser utilizada. Dado que la animación de captura de movimientos no se ajusta al movimiento real de los deportes de forma detallada, usando el comportamiento físico y la optimización, se contribuye a revisar y volver a aplicar estos detalles y matices específicos. El resultado es una visualización gráfica informática de la animación. Por ejemplo, se puede utilizar para ser integrada en un entorno plenamente virtual o como superposición en una emisión de vídeo en directo o grabada.

Por lo que respecta a la Fig. 1, tras comenzar el procedimiento del paso 100, los datos de seguimiento posicional para una escena en directo detectada son recibidos por un procesador del sistema de reconstrucción virtual en el paso 101. A continuación, en el paso 102 se realiza una detección temprana del evento. Como resultado de la detección temprana del evento 102, se proporciona un conjunto de datos de animación (paso 103). De acuerdo con la realización ilustrada esquemáticamente en la Fig. 1, en el paso 104 se corrige el conjunto de datos de animación, proporcionando un conjunto de datos de animación corregido (paso 105). Esta corrección puede comprender al menos uno de los elementos siguientes: una combinación de animación y una mezcla de animación que se describen detalladamente más abajo. En el paso 106 se puede realizar una nueva optimización. El conjunto de datos de animación proporcionado por el proceso se visualiza en el paso 107. En el paso 108 se comprueba si se producirán más datos de animación. En caso negativo, el procedimiento concluirá en el paso 109.

Las técnicas actuales de los sistemas de seguimiento (utilizados en las transmisiones deportivas) no proporcionan una calidad suficiente para una animación realista directa del personaje (por ejemplo, con animación por keyframes e IK). Normalmente estos sistemas solo proporcionan una coordenada posicional para cada personaje (atleta) u objeto (balón). La solución para esto consiste en disponer de una base de datos de animación junto con animaciones de captura de movimiento previamente grabadas. Los datos posicionales y la detección del evento se utilizan para reconocer patrones y encontrar la animación que mejor se adapta. Un movimiento de apariencia estética, sin defectos y realista representa una importante prioridad para el método. Del mismo modo, el uso de la captura de movimientos también es su desventaja, dado que los datos previamente grabados varían en determinados detalles con respecto a la escena en directo; es siempre una abstracción. Para resolver esto, los datos entrantes necesitan proporcionar datos adicionales para la fase de adaptación del patrón de la base de datos y posteriormente en la optimización.

La calidad de los datos entrantes puede ser escasa. Debido a las animaciones de captura de movimiento previamente grabadas, la reconstrucción siempre buscará convencer en términos de movimiento realista. Una gran ventaja del método es su flexibilidad. Funciona con sistemas de seguimiento muy diferentes, por ejemplo, para los jugadores de fútbol, una coordenada bidimensional (x, y) representa la posición del jugador en el campo de fútbol y para un balón se necesitan tres dimensiones (x, y, altura), su marca de tiempo y hora y un identificador único (que identifique al jugador). Asimismo, el intervalo de tiempo en el que entran los datos de entrada para un determinado jugador puede variar. En definitiva, puede haber varios métodos diferentes para generar los datos de entrada, desde la creación manual o el dibujo de trazos en movimiento hasta sistemas de seguimiento basados en imágenes de vídeo o en un chip, que se utilizan actualmente en un número cada vez mayor de acontecimientos deportivos.

Los sistemas de seguimiento de alta gama pueden proporcionar múltiples posiciones para un único personaje (por ejemplo, para cada mano y pie), que se pueden utilizar para optimizar la reconstrucción. Además de los datos de entrada, el sistema físico y los parámetros lógicos también influyen en el estado de optimización. Por ejemplo, la cabeza de un jugador de fútbol está orientada hacia el balón.

La generación de la reconstrucción debe suceder en directo —solo con un breve retraso respecto de las escenas en directo. El método tiene por objeto un retraso muy inferior a un segundo por lo que respecta al tiempo transcurrido entre que se reciben los datos de entrada posicionales y el momento real de la reproducción de la animación. Hay dos fases en el flujo de trabajo que son críticas para el retraso: en concreto, la detección del evento y la detección de la animación. La primera se soluciona con una detección temprana del evento, que utiliza supuestos y probabilidades sobre el escenario. La segunda se soluciona utilizando una lista de probabilidad de animaciones que se insertan en la secuencia de animación y que después se pueden modificar o sustituir basándose en nuevos detalles detectados

posteriormente en la detección temprana del evento y/o en los cambios en la lista de probabilidad de animaciones.

Los dispositivos objetivo para esta segunda experiencia en pantalla son ordenadores personales, tabletas, teléfonos inteligentes y el propio aparato de televisión, dado que la mayoría de los dispositivos modernos permiten la descarga y el procesamiento de aplicaciones. Era necesario desarrollar un sistema que permitiera las reconstrucciones en cada dispositivo, teniendo en cuenta al mismo tiempo sus limitaciones. El sistema propuesto proporciona diferentes conjuntos de animación: para algunos dispositivos objetivo el número de animaciones será por ejemplo de 50 y en dispositivos de alto rendimiento podrían ser más de 1000. Por supuesto, influyen el tamaño de descarga y el rendimiento informático. La secuencia de animación para cada dispositivo se calcula en un servidor y solo los datos de la secuencia de animación resultante (que es pequeña) se utilizan en los dispositivos.

Para que funcione la reconstrucción en 3D es necesario introducir datos posicionales. Por tanto, estos datos de entrada se proporcionan o, dicho de otro modo, se entregan al método. Los datos de entrada deberán ser como mínimo una única posición (centro de la masa) de un personaje/objeto en el sistema de coordenadas cartesianas tridimensionales absolutas. En la mayoría de las situaciones, una posición bidimensional para los personajes ya es suficiente (por ejemplo, en el fútbol). En el caso técnicamente más sencillo, se proporciona una coordenada posicional por personaje y objeto. A continuación, el sistema utiliza múltiples supuestos, por ejemplo en el fútbol la posición se proporciona con 25 fotogramas por segundo y entonces el sistema da por hecho la rotación aplicando modelos físicos. Por ejemplo, para una posición dada de un jugador de fútbol, la postura completa es un supuesto —el sistema utiliza la velocidad del movimiento de los jugadores para encontrar una animación que se ajuste.

Cuando se desea una reconstrucción en directo se puede utilizar un sistema de seguimiento automático o semiautomático. El sistema de seguimiento puede proporcionar al menos datos posicionales múltiples veces por segundo con un breve retraso. Naturalmente cuando se dispone únicamente de una coordenada por personaje, la animación diferirá en múltiples detalles de lo que ocurre realmente. Un mayor número de coordenadas para las articulaciones fundamentales (por ejemplo, manos y pies) de un personaje mejoran radicalmente la calidad y similitud al movimiento real.

Existen diferentes tipos de sistemas de seguimiento presentes en el mercado que cumplen los requisitos necesarios para proporcionar información posicional en tiempo real. Otras técnicas conocidas de los sistemas de captura de movimiento no son competencia directa de estos sistemas, aunque podrían evolucionar en esa dirección y utilizarse potencialmente para proporcionar los datos de entrada. Los sistemas de seguimiento se utilizan actualmente en un número cada vez mayor de eventos deportivos.

Tras una presentación de los tipos habituales de sistemas de datos de seguimiento, en adelante se hará referencia a estos como "sistema de seguimiento". La Fig. 2 ilustra un ejemplo para un sistema de seguimiento óptico en el que seis cámaras 200 están colocadas alrededor de un campo 201 para detectar la posición del jugador en el campo 201 como una coordenada en 2D.

Por ejemplo, hay sistemas de seguimiento basados en un chip (como RFID) disponibles, tales como inmototec de Abatec Group AG o RedFIR de Fraunhofer IIS. Se colocan chips en los atletas o en el balón. También hay sistemas de seguimiento óptico conocidos. Los sistemas basados en cámaras (por ejemplo, cámaras estereoscópicas) se instalan con buenos resultados en el mercado de las transmisiones. Se utilizan en acontecimientos importantes como la Copa Mundial de la FIFA y la Liga de la UEFA, así como en ligas de fútbol. El fabricante es, por ejemplo, Tracab.

Hay otros sistemas que se podrían utilizar potencialmente. Sin embargo, estos proporcionan datos que son tan detallados que una animación directa podría funcionar lo suficientemente bien, por lo que el sistema resultaría redundante. Sin embargo, por ejemplo, Kinect de Microsoft tiene la desventaja de funcionar solo para un pequeño número de personajes. En el caso de los sistemas de captura de movimiento como los de Vicon o XSens, los actores deben ir equipados con un traje especial. Ambos enfoques hacen que resulte imposible utilizarlos para una transmisión deportiva, aunque es posible que en el futuro evolucionen en dicha dirección.

Existen numerosos métodos para generar los datos de entrada. Además de la generación automática o semiautomática de un sistema de seguimiento, existen también enfoques manuales. Por ejemplo, estableciendo una posición en determinados keyframes al tiempo que se interpolan posiciones en medio o, por ejemplo, dibujando trazos en movimiento en una vista superior en 2D del campo. A pesar de que el sistema propuesto puede funcionar con estos enfoques, una reconstrucción en directo no resulta posible en este caso, dado que el retraso sería mucho mayor.

Una configuración se utiliza para informar acerca de determinadas cosas importantes para interpretar los datos de entrada. Las coordenadas de puntos clave como origen del sistema de coordenadas y, por ejemplo, para las esquinas, el punto central y la posición de las porterías de un campo de fútbol. Asimismo los identificadores de los datos posicionales empleados para identificar una posición perteneciente a un determinado personaje u objeto, tales como los árbitros, los jugadores, el balón, etc.

Un sistema de seguimiento proporciona información posicional en tiempo real, lo que significa que solo

incorpora un breve retraso y, por ejemplo, con una velocidad de 25 veces por segundo. Por ejemplo, para un jugador de fútbol se puede proporcionar una coordenada bidimensional (x, y), que define la posición en el campo de fútbol; para un balón es necesario proporcionar también la altura. La posición puede representar el centro de la masa / posición media o de la cadera verticalmente proyectada sobre el campo de fútbol. La precisión puede ser inferior a +/- 0,5 metros y las coordenadas posicionales pueden estar representadas en un sistema de coordenadas absolutas.

El intervalo de tiempo en el que se introducen los datos de entrada para un determinado personaje u objeto puede variar, por lo que básicamente no es importante en el caso de la posición de un personaje si se produce una vez cada dos segundos o 25 veces por segundo. Sin embargo, para que el sistema funcione en directo con solo un breve retraso, es necesario proporcionar la posición de cada personaje u objeto al menos cinco veces por segundo.

Para un partido de fútbol, el sistema de seguimiento puede proporcionar las posiciones de todos los jugadores, balones y árbitros junto con un identificador que los identifica de forma exclusiva. Un sistema de seguimiento puede proporcionar al menos una posición por objeto, aunque también se pueden proporcionar múltiples posiciones, por ejemplo para las piernas, los brazos, las manos, la cabeza, etc. Cuantas más posiciones se capturen, más exactos serán los datos del evento del sistema de seguimiento y esto permitirá una reconstrucción más detallada.

Si el sistema de seguimiento proporciona más posiciones por personaje, estas se pueden utilizar de dos formas. En primer lugar, se pueden utilizar para realizar una búsqueda más detallada en la base de datos de animaciones, a fin de insertar en la secuencia de animación la que mejor se adapte. En segundo lugar, se pueden utilizar adicionalmente o como alternativa a la posterior optimización, por ejemplo, en el fútbol las manos de los jugadores en el campo se corrigen posteriormente dado que los pies son más importantes.

A partir de los datos posicionales se pueden determinar los eventos, lo que también se puede denominar detección del evento (véase el paso 102 de la Fig. 1). Por ejemplo, si un atleta salta o lanza un balón, se pueden identificar un evento observando las posiciones. Utilizando reglas lógicas, por ejemplo si un balón se aparta rápidamente de un jugador, se puede detectar el "disparo" de un evento. Un nuevo análisis podría determinar un "pase" de un evento, si el balón es recibido por otro jugador, o si es recibido por un jugador del otro equipo podría ser un "pase fallido" del evento.

La detección convencional del evento conocida como tal provocará un retraso, dado que por ejemplo el pase fallido no se podría detectar en el momento del disparo del balón, sino tan solo unos momentos más tarde cuando el jugador del equipo contrario se haga con el balón. La detección del evento se puede emplear para estadísticas como la distancia que recorre un jugador durante la totalidad del partido, el recuento de contactos con el balón o pases donde el retraso es menor.

Dado que la detección temprana del evento puede utilizar únicamente datos posicionales como datos de entrada, es compatible con cualquier sistema de seguimiento que aporte estos datos. No existen convenciones sobre los eventos que se detectan; los sistemas de seguimiento gestionan de forma diferente cada detección del evento y cada una de ellas con su propio retraso.

Las técnicas de animación empleadas pueden ser las que se conocen en este ámbito. Estas técnicas se utilizan ampliamente y se adoptan para centrarse fundamentalmente en proporcionar una reconstrucción rápida de buena calidad. A continuación se describen estas técnicas conocidas a un nivel muy básico.

Se puede realizar una categorización en los personajes y objetos que únicamente sirve de ejemplo para describir el flujo de trabajo. Las técnicas utilizadas para cada una de ellas pueden resultar útiles para la otra y se pueden combinar. Ambos términos se utilizan en adelante cuando alguna de las categorías tenga más sentido a efectos de la descripción. Objetos como el balón de un partido de fútbol. No tiene una animación compleja en sí, por lo que la captura de movimiento no tiene sentido, sino una simulación física. Si un balón cae al suelo, rebota de nuevo y gira. Los sistemas de seguimiento tienen dificultades para ofrecer correctamente este comportamiento detallado. Dado que una animación convincente es la principal prioridad, se simula a través de un modelo físico, en lugar de aproximarse lo máximo posible a la referencia en directo. Esto garantiza el movimiento convincente del balón —al igual que sucede con los personajes, se trata de una abstracción de la escena en directo. Un personaje tiene atributos de aspecto humano o relacionados, como varias articulaciones (como codos y rodillas). La animación es compleja. El ritmo, el movimiento y el comportamiento físico son aspectos que no se pueden simular fácilmente. Para superar esta situación se introducen animaciones previamente grabadas de forma óptima en una secuencia de animación. Sin embargo, en determinados casos aquí también puede resultar útil una simulación física como la que se ha descrito en un comportamiento físico. El flujo de trabajo del personaje es más complejo y se describe en los capítulos siguientes.

Antes de la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo, se graban animaciones de captura de movimiento en un estudio o en el campo de fútbol, capturadas por los sistemas de captura de movimiento. La captura de movimiento es una tecnología conocida como tal en diferentes configuraciones. Por ejemplo, Vicon y XSens comercializan estos sistemas. La tecnología se describe también en Menache, Understanding Motion Capture for Computer Animation, (2ª Edición) de Alberto

publicado por Morgan Kaufmann (ISBN: 978-0123814968, 2010) y Kitagawa et al., MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture, publicado por Butterworth Heinemann (ISBN: 978 y 0240810003,2008).

5 La Figura 8 ilustra una secuencia de animación, donde se utilizan la combinación y la mezcla de animaciones, por ejemplo, en la Fase 1, una animación "Caminando" 804 se combina con "Corriendo" 806. Y una animación "30% Caminando" 805 se mezcla con "70% Corriendo" 808.

Los conjuntos de datos de animación que representan las animaciones que se van a generar se colocan en orden en una secuencia de datos de animación. Cada animación representada por un conjunto de datos de animación comienza en un determinado momento y concluye en un determinado momento.
10 Durante una animación en directo solo dos pueden estar activas en un determinado momento. Es posible combinar sin problemas dos animaciones y también mezclar dos animaciones.

Las animaciones colocadas en la secuencia de datos de animación pueden ser modificadas. Un tipo de esta modificación se puede denominar combinación de animaciones, que consiste en cambiar la ponderación de las dos animaciones para mezclar la animación activa sobre la otra. Este proceso también se puede denominar encadenado. La longitud de la transición es relevante.
15

Durante este breve intervalo de tiempo ambas animaciones han de ser lo más similares posible para conseguir una buena combinación. La información se almacena como una transición en la base de datos de animación, que mantiene todas las posturas coincidentes entre las dos animaciones que son lo suficientemente buenas como para obtener una combinación con un buen aspecto.

20 Otro proceso para modificar la secuencia de datos de animación se puede denominar mezcla de animación. En lugar de combinar dos animaciones, en esta técnica se mezclan durante un periodo de tiempo. La mezcla de una animación de un personaje que salta mientras corre con una animación de un personaje que corre puede generar una animación de un personaje que da un salto más bajo mientras corre. La mezcla de animaciones supera a la combinación de animaciones en términos de complejidad.
25 En la combinación de animaciones se utiliza un único intervalo temporal para la combinación. En la mezcla de animaciones se genera un gráfico de transición que da como resultado una trayectoria que representa la mejor manera de combinar la otra animación para cada fotograma. Por lo que en cada momento la animación puede ser combinada, de forma que estas se pueden mezclar de forma fluida.

Se puede utilizar un proceso de locomoción para superar los problemas de la combinación de animaciones y/ mezcla de animación. En ocasiones los pies se deslizan mientras se realiza la mezcla o combinación. Esto sucede porque ambas posturas son ligeramente diferentes durante el intervalo del tiempo de combinación, mientras que ambas animaciones podrían coincidir exactamente en un fotograma en sus posturas. El método de animación para cambiar las animaciones, por ejemplo una animación de un personaje corriendo, modifica la longitud del paso (lo acorta/amplía). El movimiento en sí permanece
30 intacto, pero se ajusta para adaptarse a otra distancia u otra velocidad. De este modo se resuelven problemas como que no se deslicen los pies. Otro campo de locomoción es, por ejemplo, caminar colina arriba o trazando una curva, donde los pasos deben avanzar hacia arriba o hacia un lado. Existen diversas publicaciones al respecto: Park et al., On-line Locomotion Generation Based on Motion Blending, publicado por ACM en SC A, 02 Proceedings of the'2002 ACM SIGGRAPH/Eurographics symposium on Computer animation (p. 105-111, 2002, ISBN: 1- 58113-573-4.); y Johansen, Automated Semi-Procedural Animation for Character Locomotion (publicado como Tesis de Máster en el Departamento de Estudios de Información y Medios de Comunicación de la Universidad de Aarhus, 2009).
35

40 Durante una fase de optimización se puede utilizar la cinemática. La cinemática inversa es similar al sistema de una marioneta: cuando se establece la posición de una mano, el brazo y el codo la siguen. Por otra parte, Human IK es un sistema específico para personajes humanoides en el que en este ejemplo la mano de un personaje que se encuentra de pie se podría posar sobre el suelo —con lo que el cuerpo del personaje se curvaría de forma físicamente correcta para adaptarse a esa posición de la mano. Esto se utiliza para intentar adaptarse a una postura o, por ejemplo, los pies.
45

Se puede utilizar un modelo físico para proporcionar determinados parámetros de entrada a un modelo, tales como coordenadas posicionales distintivas y la velocidad de un balón. Con el modelo físico se traza una trayectoria para proporcionar la curva que dibuja el balón y su rotación.
50

Un comportamiento físico se refiere a un comportamiento lógico más complejo y puede considerar el comportamiento complejo de los humanos en términos tanto de partes del cuerpo como de lógica. Un ejemplo es el choque entre dos personajes. El choque se puede producir en circunstancias únicas, dado que los jugadores corren a una velocidad y en una dirección diferente en cada ocasión y, por tanto, chocan entre sí en diferentes partes del cuerpo y con una fuerza variable. Resulta imposible cubrir todas las diferentes variaciones del choque con la captura de movimiento, por lo que es necesaria una simulación. Los parámetros de entrada podrían ser una posición y la fuerza que se ejerce, por ejemplo, en la parte superior del cuerpo, que permite que el personaje se caiga de manera realista. La animación está completamente calculada de forma realista. Sin embargo, se puede proporcionar una animación normal en la cual el comportamiento físico sea el punto de partida y asume la responsabilidad del siguiente comportamiento. En algunos casos el comportamiento físico tiene sentido y es preferible a la animación
55
60

estándar de captura de movimientos para el personaje, por ejemplo, si estos chocan entre sí de una forma única para la que no se han grabado previamente animaciones de captura de movimiento. Sin embargo, la simulación física solo se puede aplicar en casos especiales en los que se aplican fuerzas y una interacción física, por ejemplo, actualmente la animación estándar de un personaje caminando no se puede realizar con una simulación física. Un sistema de alta gama es, por ejemplo, Euphoria de NaturalMotion.

Un ejemplo extremo es un partido de fútbol americano en el que todos los jugadores saltan unos contra otros para intentar hacerse con el balón. Eso difícilmente se consigue cubrir con la captura de movimiento para intentar una reconstrucción posteriormente —dado que el comportamiento de los jugadores siempre es único (los jugadores se encuentran en posiciones diferentes, etc.).

La base de datos de animación se puede crear por adelantado para una determinada disciplina, como el fútbol. Se crea con mucha antelación (meses antes) de la generación real de la animación en tiempo real, dado que se tarda tiempo en integrar las animaciones y la lógica para esa disciplina en el sistema —las principales animaciones deben ser grabadas con captura de movimiento e integradas en la base de datos.

Es necesario analizar la disciplina deportiva que se va a reconstruir. Hay que crear una lista de movimientos únicos a ejecutar por los atletas. A menudo consiste en más de mil animaciones, por ejemplo cien variaciones diferentes de un disparo. Un actor (jugador de fútbol) ejecuta los movimientos de la lista al tiempo que se garantiza que su aspecto sea lo más similar posible a los movimientos que realizan la mayoría de los atletas. Por otra parte, hay animaciones grabadas con dos o tres actores a la vez y con balón, como en el caso de las entradas o los disparos. Los movimientos individuales para cada actor/balón se separan en la base de datos de animación pero su relación se guarda y puede ser utilizada para recrear la interacción entre atletas/balón en la secuencia de animación para la reproducción.

Cada animación tiene una longitud normalmente inferior a un segundo o unos pocos segundos. Por ejemplo, una animación de una carrera con loop, un disparo con efecto con la pierna izquierda, etc. La animación se refleja automáticamente lo que duplica la cantidad de animaciones en la base de datos. La mayoría de las animaciones son algo más largas antes y después de la acción real (por ejemplo, un disparo), para que se puedan combinar con otras animaciones.

Una animación de captura de movimiento se puede dividir en segmentos, por ejemplo para utilizar la animación de la parte superior e inferior del cuerpo por separado, que también se guarda en la base de datos. En algunos casos esto puede resultar útil para obtener una combinación optimizada o una reconstrucción mejor adaptada.

La búsqueda en la base de datos de animación será más precisa cuanto más detallado sea el patrón de entrada. Dicho de forma sencilla, la entrada puede ser una determinada acción, como un disparo o, por ejemplo, una combinación de posiciones de una cadera y articulaciones como el pie izquierdo. Durante la búsqueda, se analiza la base de datos de animación utilizando los parámetros de entrada. La búsqueda real detecta patrones de movimientos sobre múltiples fotogramas y no posturas únicas en un fotograma. La animación que mejor se ajuste se insertará en la secuencia de animación. El resultado es una reconstrucción en la que los movimientos virtuales del personaje coinciden con los del atleta real. Por ejemplo, al correr el pie izquierdo estará por delante del personaje (en la reconstrucción cinco), siempre que lo esté en la escena en directo. En la Fig. 12 se ilustra un ejemplo de búsqueda en la base de datos de animación.

Para permitir una búsqueda rápida en la base de datos de animación, se pueden definir atributos para cada animación. Básicamente los atributos son metadatos que diferencian a las animaciones entre sí, por ejemplo la información si la animación incluye un balón. Esto sería así en el caso de un disparo pero no en el de la animación de un personaje corriendo.

Los atributos lógicos se pueden generar automáticamente en parte, aunque el operador puede proporcionar alguna información de forma manual. Algunos ejemplos son:

Categoría de la animación (carrera, disparo, entrada...) con subcategorías, por ejemplo para un disparo (pase, tiro a puerta...). Información adicional, por ejemplo en el caso de un disparo, el pie con el que se ejecuta, también si es con el interior del pie, con el empeine, etc. Si se puede hacer un loop con la animación —lo que sucede cuando la animación puede volver a comenzar desde el principio una vez que finaliza.

Probabilidad —con qué frecuencia es probable que la animación sea introducida en la secuencia de animación. Por ejemplo, la animación de una carrera se utiliza muy a menudo, una patada por encima de la cabeza en raras ocasiones.

En general los atributos técnicos pueden ser atributos retenidos automáticamente recuperados al observar los archivos de animación. Algunos ejemplos son: i) Velocidad media —velocidad de diferentes fases, por ejemplo de la fase inicial (0%-20% de longitud), fase final (80%-100% de longitud) y en el medio; ii) trayectoria espacial por la que se desplaza la cadera de un personaje.

Si la animación interactúa con el objeto (balón) o con un personaje (compañero de equipo u oponente).

Algunos atributos se pueden adaptar para que coincidan mejor con la entrada de la búsqueda. Por ejemplo se puede modificar la velocidad de la animación —si la animación tiene una duración de un segundo se puede reproducir con el doble de velocidad, para que el movimiento se ejecute más rápidamente y tenga una duración de 0,5 segundos.

5 Los patrones de movimiento para el jugador y el balón, al igual que sus trayectorias (por ejemplo, movimiento especial de la cadera del jugador durante la duración de una animación) se pueden comparar con los datos posicionales introducidos. Si los atributos lógicos y técnicos coinciden básicamente y proporcionan cuatro animaciones útiles (como en la Fig. 12), estos patrones ayudan a detallar las probabilidades para cada una de estas animaciones. La Fig. 3 muestra una vista superior de la trayectoria de una animación. Los puntos A, B y C se pueden utilizar para la primera búsqueda y si estos resultan adecuados se comprueba la trayectoria más detalladamente. Si los datos introducidos incluyen un balón cercano a la posición del jugador o si el jugador está interactuando con el balón, la búsqueda de patrones busca principalmente animaciones que incluyen un balón, la trayectoria de los datos posicionales introducidos y la animación de la base de datos se comparan y por tanto influyen en la probabilidad/ resultado.

10 Otro enfoque de los patrones consiste en utilizar detalles de uso. Siempre que una animación se introduce en la secuencia de animación para su reproducción, esta información de uso se incluirá en la base de datos. Por ejemplo, el recuento de la frecuencia con la que la animación se ha introducido en una secuencia de animación, la duración total de uso, en qué circunstancias (en qué eventos detectados o patrones de entrada) y también información sobre la animación que se ha insertado inmediatamente antes y después de esta animación en la secuencia. El resultado es un gráfico complejo que proporciona información sobre la medida en que la animación se adapta a una determinada secuencia en las circunstancias actuales.

15 La información para combinar y mezclar animaciones se puede generar automáticamente buscando posturas coincidentes entre dos animaciones y en ocasiones se optimizan de forma manual. Estas se almacenan como transiciones en gráficos de transición. Esto permite la combinación en determinados fotogramas y la mezcla de animaciones en cualquier momento.

A continuación se describen otros aspectos de la tecnología de reconstrucción virtual en 3D.

20 La posición, la marca de tiempo y hora y el identificador de los jugadores se reciben a intervalos del sistema de seguimiento y se utilizan para generar una reconstrucción en 3D de los movimientos de los atletas y de los objetos como en el fútbol —lo que da como resultado una visualización gráfica informática. Para una animación con captura de movimiento que tiene una longitud de un segundo, normalmente el retraso sería de un segundo. Es necesario recibir un segundo de datos posicionales y entonces se puede decidir si es la animación que mejor se adapta. Hay situaciones en las que esto no supone un problema, por ejemplo la señal de la transmisión de un evento en directo normalmente también aparece en la pantalla de televisión del consumidor con unos segundos de retraso con respecto al evento en directo. Por tanto, teóricamente la reconstrucción podría estar sincronizada con la transmisión, pero en determinados casos el retraso ha de ser lo más breve posible, dado que hay unos pasos a seguir para facilitar la visualización a los consumidores, etc., lo que también requiere su tiempo.

35 Para conseguir un flujo de trabajo lo más rápido posible —se utiliza la detección temprana del evento—, el árbol de probabilidad generado y la lista de probabilidad de animaciones recuperada de la búsqueda en la base de datos de animación son elementos fundamentales en esta solución.

40 La Fig. 4 ilustra las diferentes notaciones temporales que se utilizan en este proceso: entre el tiempo de reproducción y el tiempo en directo hay un intervalo de tiempo de retraso y el intervalo de tiempo de predicción comienza en el tiempo en directo hacia el futuro. Antes de que el tiempo de reproducción esté en el pasado, las animaciones ya se han introducido en la secuencia de datos de animación y no se pueden modificar. El tiempo de reproducción es el tiempo real de reproducción en la secuencia de datos de animación. Cualquier animación o ponderación de la animación después de este momento se puede modificar, lo que se hace mediante la detección temprana del evento, y se utiliza como punto de partida. Las acciones que tienen que ser detectadas en el intervalo de tiempo de retraso ya han sucedido; estas tienen una alta influencia (por ejemplo, 70%), mientras que las acciones previstas dentro del intervalo de tiempo de predicción tienen una influencia baja (por ejemplo, 30%) en la detección temprana del evento. Sin embargo, los valores de influencia varían en función de la situación y las acciones (atributos dinámicos). Normalmente el intervalo de tiempo de retraso es pequeño (por ejemplo, 0,1 seg.) y el intervalo de tiempo de predicción más prolongado (por ejemplo, 1 seg.). La detección temprana del evento, la corrección del evento y la colocación en la secuencia de animación se pueden procesar en un intervalo de al menos unas 25 a 50 veces por segundo.

55 En el caso del fútbol, se pueden considerar dos formas para la animación del balón. La primera consiste en utilizar la trayectoria de la captura de movimiento y la otra en utilizar un modelo físico para simular el comportamiento del balón. Dependiendo de la situación, se pueden mezclar ambas.

60 Se puede utilizar un modelo físico para la animación del objeto de forma realista. Basta con introducir una cantidad mínima de parámetros de entrada, por ejemplo determinadas posiciones clave, la velocidad y la

aceleración. La curva del balón, el rebote o el choque con otros objetos se calculan a través del modelo. Por ejemplo, para el balón se simulará un supuesto de la curva de vuelo, que podría diferir de las coordenadas y de los tiempos de los datos posicionales introducidos. Cuando el balón vuela alto por el aire normalmente no supone un problema siempre que el punto de partida y llegada del balón se ajusten a la realidad, por lo que estos puntos clave se establecen como fijos en el modelo físico.

Si la trayectoria del balón procede de la captura de movimiento también difiere de la realidad. Por ejemplo, si un jugador hace un regate, los datos posicionales introducidos procedentes del sistema de seguimiento podrían no utilizarse en absoluto, dado que es posible que no se encuentre una animación perfecta en la base de datos. De estos datos introducidos solo se utiliza la información de que el jugador está en posesión del balón y regateando, mientras que la animación realista del balón procede en parte de la propia animación por captura de movimiento (donde el balón fue grabado junto con el jugador) y se puede simular en parte y corregir a través del modelo físico.

Otro papel del modelo físico consiste en calcular un supuesto de la trayectoria del balón, por ejemplo justo al comienzo de un disparo. El supuesto de la trayectoria se puede utilizar en la detección temprana del evento para los parámetros dinámicos (donde se utiliza la posición del balón). Por tanto, influye en el árbol de probabilidad de los personajes.

Se utiliza la detección temprana del evento que puede implementarse con lo que se denomina un árbol de probabilidad. El objetivo del árbol de probabilidad consiste en disponer siempre de información actualizada sobre posibles tendencias, para conocer lo antes posible si se aproxima la posibilidad de un disparo próximo o en qué dirección va. Para resolverlo, la detección temprana del evento funciona con supuestos y probabilidades. En función de la situación actual, se retienen determinados atributos (atributos dinámicos) —estos junto con los atributos que se recuperan antes de un partido para cada jugador (atributos fijos) se utilizan para suponer cómo va a actuar probablemente el jugador a continuación. Este enfoque se puede aplicar con una máquina de estado para cada jugador; Al utiliza cada jugador/balón y sus estados para predecir mejor sus acciones. Una acción es por ejemplo un disparo a puerta, un regate o una entrada. Aparte de esa detección temprana del evento también se trata de simple lógica, como cuando se está de pie, caminando o corriendo, que es un comportamiento estándar para el que no hay que realizar ninguna predicción compleja. Por ejemplo, la dirección y velocidad actuales de la carrera y sus predicciones se utilizan como datos de entrada para la detección temprana del evento y, por tanto, influyen sobre las siguientes acciones de los jugadores.

Los atributos fijos se establecen antes del partido. Algunos ejemplos son: Posición general del jugador (ataque, defensa, portero); y habilidades del jugador (competencias para el disparo, el pase, la entrada, el regate, etc.). Los atributos dinámicos se retienen dinámicamente en el momento de la escena en directo. Algunos ejemplos son: Posición actual de los oponentes y compañeros de equipo (posibilidad de pase); y del jugador tiene buena visión de la portería (posibilidad de disparo a puerta), que puede influir en un posible disparo a la portería.

La zona del campo en la que se encuentra el jugador influye mucho en su comportamiento. Delante de la portería del oponente la acción ofensiva del jugador es más crucial, los regates resultan más difíciles porque la defensa está más atenta, por lo que el oponente podría realizar una entrada, etc. En la zona neutra en medio del campo las acciones serían más consideradas. En la Fig. 5 se ilustra una clasificación de zonas simple. Se puede utilizar el radio de acción y el radio de acción ampliado. Si el balón se encuentra en el radio de acción (cerca) o el radio ampliado (posibilidad de pase) es importante para el evento resultante. Los pases son más probables cuanto más cerca se encuentra un compañero de equipo, tal y como se ilustra en la Fig. 6. La condición, los atributos actualizados de las habilidades de los jugadores (atributos fijos), que pueden cambiar a lo largo del partido, por ejemplo el nivel de resistencia descenderá si está corriendo mucho.

Los cambios de los atributos dinámicos con el paso del tiempo (por ejemplo, un intervalo de un segundo antes del momento en directo), por ejemplo si se ha detectado una parada del portero (se encuentra en el intervalo de 1 seg.), las probabilidades de que atrape el balón serán elevadas, y también de que a continuación lance el balón hacia un compañero de equipo.

Se puede influir en las predicciones basándose en las probabilidades y acciones reales de otros jugadores, por ejemplo, si la probabilidad de que un delantero dispare a puerta es elevada, la probabilidad de que el portero intente atrapar el balón aumentará.

Se utilizan el radio de acción y el radio de acción ampliado. Si el balón se encuentra en el radio de acción (cerca) o el radio ampliado (posibilidad de pase) es importante para el evento resultante. Los pases son más probables cuanto más cerca se encuentra un compañero.

La Fig. 7 muestra un diagrama esquemático para un proceso de animación de personajes.

Tras comenzar el proceso del paso 700, la información sobre el evento determinado se recibe en el paso 701. De acuerdo con el paso 702, se realiza una búsqueda en una base de datos de animación para obtener, de acuerdo con el paso 703, una animación básica representada por un conjunto de datos de la animación básica. En el paso 704 se comprueba si la animación representada por el conjunto de datos de

la animación básica necesita ser corregido. Si se determina que la corrección es necesaria, en el paso 705 se realiza la corrección del conjunto de datos de la animación básica en 3D. La corrección del evento se describe también más adelante. Si, de acuerdo con el paso 706, el conjunto de datos de la animación en 3D seleccionado es suficiente, al menos la animación de la acción o el comportamiento físico se utiliza en el paso 707. En caso de que se utilice la animación de la acción, se realiza una búsqueda en la base de datos de animación y la animación de la acción se recibe de conformidad con los pasos 708 y 709. El comportamiento físico se puede utilizar de acuerdo con el paso 710, proporcionando finalmente los datos de animación optimizados en el paso 711. El proceso concluye en el paso 712.

Se puede influir en las probabilidades a través de un reconocimiento que observa patrones en la situación y el movimiento (táctico) de los jugadores.

La Fig. 8 ilustra un ejemplo de la secuencia de animación de un personaje. El tiempo en directo es el tiempo actual del evento en directo, por ejemplo, un partido de fútbol 802. El tiempo de retraso es el tiempo real de la reproducción de la animación (reconstrucción virtual en 3D) 801. A la izquierda del tiempo de retraso se ilustra el pasado —animaciones de la secuencia que ya se han reproducido. Entre el tiempo de retraso y el tiempo en directo hay un pequeño intervalo, el retraso anteriormente descrito. A la derecha del tiempo en directo hay el intervalo del tiempo de predicción 803, que se genera en función de los resultados de la lista y el árbol de probabilidad, y se trata de una predicción de los eventos futuros del jugador. Hay tres fases en la secuencia de datos de animación. La Fase 1 809 es la animación básica, por ejemplo, animaciones generales del jugador parado, caminando y corriendo. La Fase 2 812 es la animación de la acción combinada con el comportamiento físico. La Fase 3 814 es la fase de optimización. Todas las fases se pueden mezclar en determinadas cantidades y también de una forma que solamente afecte a partes del cuerpo del jugador, por ejemplo una fase de optimización 814 podría corregir solo el pie izquierdo para adaptarlo a la trayectoria de un balón 813 —que es una adición a la animación del cuerpo completo resultante de las fases 1 y 2. En la Fig. 8, la Fase 1 y la Fase 2 tienen una ponderación conjunta del 100% en cada momento —la ponderación se ilustra mediante la altura de cada animación: un 100% rellena la altura completa como en "Caminando" 804 de una capa (la Fase 1 se compone de dos capas) mientras que una ponderación del 30% (por lo que respecta a la animación "30% Caminando" 805 rellena el 30% de la altura de la capa. A menudo se dan casos en los que la animación de una capa desaparece y otra se combina —por ejemplo, en un tiempo de retraso en el que "Corriendo" 806 comienza a desaparecer y "Animación de una acción de disparo a puerta" 810 comienza a aparecer. Las dos animaciones de la Fase 2 solapan una animación "0% Corriendo" 807 de la Fase 1 (esto permite no tener ninguna influencia de la animación "Corriendo" mientras se reproduce la "Animación de una acción de disparo a puerta" y "Comportamiento físico de choque con el oponente" 811). Bajo las fases hay tres descripciones de marcas de tiempo y hora destacables. La marca de la izquierda 815 indica el momento del disparo a puerta como ha sido detectado mediante la detección del evento —este momento ha de coincidir con el momento del disparo en la animación "Animación de una acción de disparo a puerta". Una segunda marca 816 indica el momento ajustado en el que la animación "0% Corriendo" de la Fase 1 se ajusta al momento en el que la "Animación de una acción de disparo a puerta" desaparece para realizar el trabajo de combinación. Una tercera línea 817 marca el momento en el que "Comportamiento físico de choque con el oponente" desaparece y aparece una mezcla de "30% Caminando" y "70% Corriendo" 805 y 808.

La Fig. 9 muestra una sección de la detección temprana del evento. Comienza con la recepción de la información de la detección temprana del evento o la corrección del evento 901 y 902 desde la última iteración o parte precedente del algoritmo del evento. En la referencia 903 se decide si el jugador tiene actualmente la posesión del balón. La referencia 904 sería la gestión sin balón —en este ejemplo simplificado de una rama subordinada de un árbol, el jugador atacante tiene el balón. Hay tres opciones para 15, para lo que se calcula una probabilidad de: regate 907, pase 910, tiro a portería 913. Estas se recuperan observando los atributos de la situación actual. Por ejemplo, en la referencia 905 se comprueba si un oponente se encuentra en el radio ampliado del jugador; en caso afirmativo, se observan los atributos fijos y dinámicos de la referencia 906 (el concepto se ha explicado anteriormente). Si el oponente no se encuentra en el radio de acción, el jugador dispone de espacio suficiente para regatear, por lo que existe una mayor probabilidad de regate 907. De forma similar, se calculan las posibilidades para un pase, observando la situación actual, si esta permite un pase a un compañero de equipo 908, 909 y 910.

Para la situación "Portería cercana" 911 se observan los atributos fijos de la posición de un jugador y su capacidad de disparo 912. En este caso, se trata de un jugador atacante que tiene un fuerte disparo. Si los atributos dinámicos observados revelan una buena visión de la portería y la distancia se encuentra dentro del radio ampliado, existe una elevada probabilidad de que (referencia 913) el jugador tire a puerta. Utilizando patrones para las situaciones (por ejemplo, el movimiento general de todos los jugadores, visto desde arriba o el movimiento de los jugadores individuales), se pueden identificar las situaciones que se repiten y utilizarse para mejorar las probabilidades.

Esto es un pequeño extracto de un árbol completo, una posible rama —puede haber muchos más atributos, ramas y subramas (tal y como indica la referencia 914) y una probabilidad como un pase se puede perfilar en una probabilidad de pase en corto/largo, pase bajo/elevado, etc.

El árbol de probabilidad se genera para cada jugador (paso 915). El árbol de probabilidad para la

animación básica es diferente de los de la animación de la acción, dado que el número de posibles resultados/animaciones es menor en el caso de la animación básica (por ejemplo, ciclos de caminar y correr). En el caso de la animación de la acción, el árbol proporcionado es mayor, dado que hay más oportunidades que el jugador pueda probablemente aprovechar (por ejemplo, muchas variaciones de disparo, entrada, regate).

La detección temprana del evento tiene como resultado un árbol de probabilidad.

A continuación se hace referencia a otro ejemplo.

La Fig. 10 ilustra la detección temprana del evento a partir de la vista superior de un campo de fútbol. Las probabilidades para el jugador B cambian en los diferentes momentos de la escena. Las posibilidades de que B reciba el balón aumentan cuando el balón se dirige hacia él hasta finalmente el 100% cuando recibe el balón. Cuando la probabilidad aumenta por encima de un límite (por ejemplo, el 40%), la animación se inserta en la secuencia de animación para su reproducción. Si la probabilidad de disparo a puerta aumenta por encima del límite, se mezclan ambas animaciones. Por ejemplo, la animación de la recepción del balón se reproduce con una ponderación del 67% (aunque tiene un 70% de probabilidad) y la animación del disparo a puerta se reproduce con una ponderación del 33% (aunque tiene un 55% de probabilidad). Ambas animaciones se reproducen y las ponderaciones de la combinación varían durante el procesamiento de la escena y de sus probabilidades.

Existen ciertas normas para cada evento deportivo que deben ser observadas y detectadas, dado que pueden influir en los atributos dinámicos. Por ejemplo, las normas del fútbol: fuera de juego, gol, saque de banda, etc. Esto hace que la configuración de la detección temprana del evento sea específica para un deporte.

Una corrección del evento observa el árbol de probabilidad, la lista de probabilidad y las animaciones activas de la secuencia. Si las observaciones revelan la necesidad de corrección de la secuencia de animación, se ajusta para adaptarla a las nuevas circunstancias, por ejemplo habrá que insertar una nueva animación. En el caso de que la animación de una acción ya se haya insertado y haya comenzado la reproducción, el mecanismo consiste en corregir la secuencia de animación para extraer la animación innecesaria y mezclar la correcta, o ajustar la existente de forma que se adapte a los nuevos requisitos. La corrección del evento puede formar parte del flujo de trabajo ilustrado en la Fig. 1. La Fig. 7 ilustra su lugar inmediatamente después de la fase 1 (referencia 703) —animación básica— y antes de que comience la fase 2 (referencia 706).

La Fig. 11 ilustra una escena similar a la de la Fig. 10, pero en este caso el portero C se interpone y atrapa el balón antes de que el jugador B pueda recibirlo. Al comienzo la animación de la recepción del balón se inserta en la secuencia de animación, pero se suspende cuando el portero C atrapa el balón. La ponderación de la animación de la recepción del balón 10 desciende rápidamente hasta 0% y es reemplazada por una animación de carrera normal cuya ponderación aumenta.

Por lo que respecta a la Fig. 10, se ilustran tres fotogramas (1000, 1001 y 1002).

Con respecto al fotograma 1000 (primer fotograma) se muestra la escena siguiente: El delantero A corre hacia la portería y realiza un disparo en dirección a su compañero de equipo B. Las probabilidades son las siguientes: En el momento actual, la probabilidad de que el compañero de equipo B reciba el balón es del 30% y de un disparo a puerta del 10% (basándose en: la posición de B cercana a la portería del equipo contrario, la posición del balón, A y C).

Con respecto al fotograma 1002 (segundo fotograma) se muestra la escena siguiente: El compañero de equipo B recibe el balón de A. Las probabilidades son las siguientes: En el momento actual, la probabilidad de que el compañero de equipo B reciba el balón es del 100% (basándose en: recibe el balón) y de un disparo a puerta del 50% (basándose en: posición cercana a la portería del equipo contrario, posición de C).

Con respecto al fotograma 1003, se muestra la escena siguiente: El compañero de equipo B realiza un disparo a puerta. Las probabilidades son las siguientes: En el momento actual, la probabilidad de que el compañero de equipo B reciba el balón es del 0% y de un disparo a puerta del 100% (basándose en: realiza un disparo a puerta).

Por lo que respecta a la Fig. 11, se ilustran tres fotogramas (1100, 1101 y 1102).

Con respecto al fotograma 1100 (primer fotograma) se muestra la escena siguiente: El delantero A corre hacia la portería y realiza un disparo en dirección a su compañero de equipo B. Las probabilidades son las siguientes: En el momento actual, la probabilidad de que el compañero de equipo B reciba el balón es del 30% y de un disparo a puerta del 10% (basándose en: la posición de B cercana a la portería del equipo contrario, la posición del balón, A y C).

Con respecto al fotograma 1102 (segundo fotograma) se muestra la escena siguiente: De repente el portero va a saltar hacia el balón. Las probabilidades son las siguientes: En el momento actual, la probabilidad de que el compañero de equipo B reciba el balón es del 50% (basándose en: justo antes de atraparla) y de un disparo a puerta del 20% (basándose en: posición cercana a la portería del equipo

contrario, posición de C).

Con respecto al fotograma 1103 (tercer fotograma) se muestra la escena siguiente: El jugador C atrapó el balón y va a sacarlo de la zona de peligro. Las probabilidades son las siguientes: En el momento actual, la probabilidad de que el compañero de equipo B reciba el balón es del 0% y de un disparo a puerta del 0% (basándose en: el oponente C tiene el balón).

El árbol de probabilidad ofrece información para la búsqueda en la base de datos de animación de posibles animaciones para el jugador. Los atributos lógicos, técnicos y los patrones se explican más arriba en la Base de datos de animación. Se trata de atributos de las animaciones almacenadas, sean atributos fijos o dinámicos. Como se ha explicado en la Detección temprana del evento, son atributos del árbol de probabilidad y están vinculados al jugador y a la escena real.

Se proporciona una posición para cada jugador en cada momento (por ejemplo, 25 veces por segundo). Es necesario definir al menos un patrón y realizar una búsqueda.

Las posiciones adicionales se utilizarían para partes distintivas del cuerpo, como los pies o los brazos. Estas se emplean para incluir más detalles de la escena en directo. Si el pie izquierdo está delante, se insertaría así en la secuencia de animación.

Se genera una lista de probabilidad de animación. El objetivo consiste en encontrar las animaciones que se podrían utilizar para la situación actual —la Fig. 12 ilustra este principio. Tras comenzar el proceso del paso 1201, se recibe el árbol de probabilidad (paso 1202). El uso de la información "Tiene la posesión del balón" del árbol de probabilidad reduce el número de posibles animaciones de nuestro ejemplo de 3000 (todas las animaciones, paso 1203) a 1000 (animaciones de la categoría "Con balón", paso 1204), dado que se excluyen, por ejemplo, aquellas en las que un jugador está parado o salta para lanzar de cabeza. Tal y como indica el ejemplo del árbol de probabilidad, para buscar un disparo quedan 200 animaciones posibles (1204). Se observan además los atributos lógicos, por ejemplo si el jugador dispara con el pie derecho hacia la izquierda utilizando el interior del pie (visto desde su orientación, paso 1205), con lo que quedan 12 animaciones. Los atributos técnicos, como la velocidad de carrera del jugador y la fuerza del disparo, reducirán también la cantidad de posibles animaciones a cuatro animaciones finalmente (paso 1206). La lista de probabilidad de animación resultante 1208 incluye una probabilidad para cada una de estas cuatro animaciones 1207.

Esta probabilidad se puede mejorar también observando patrones de movimiento en los datos posicionales (y el balón). Cuantos más datos posicionales y otra información se reciban para un único jugador en cada momento, mejor será el reconocimiento del patrón.

Mientras que el flujo de trabajo para los objetos se basa en la física, tal y como se ha descrito anteriormente, la reconstrucción de los personajes es diferente y utiliza diversas técnicas de animación. Como ventaja del flujo de trabajo, la reconstrucción siempre parecerá realista, aunque varía del movimiento real realizado a la captura de movimiento previamente grabado y la simulación física. Para resolver esto, se introducirá la animación ideal en la secuencia de animación —por ejemplo, de forma que la posición de los pies se adapte— y también durante el paso de optimización posterior se ajustarán detalles importantes para una mejor coincidencia con el movimiento real.

La Fig. 7 ilustra el método general para la reconstrucción de personajes. Se utilizan múltiples fases (capas) con fines organizativos; estas pueden ser diferentes para otras disciplinas deportivas o usos. La Fig. 8 muestra las diferentes fases, capas y el uso de ponderaciones.

La detección temprana del evento proporciona un Árbol de probabilidad (Fig. 9) y por último una Lista de probabilidad de animación (Fig. 12). Esta información se utiliza para generar las tres fases siguientes de la secuencia de datos de animación.

En una fase 1 se proporciona una animación básica (paso 809). Se trata de una capa básica de la secuencia de animación que siempre se genera, de forma que la animación superpuesta se pueda mezclar y extraer en cualquier momento. Corrección del evento: si se ha detectado que el evento de una Detección temprana del evento es erróneo, posteriormente se realiza una corrección del evento. Esto significa que las animaciones ya insertadas en la secuencia podrían ser canceladas e insertarse otras animaciones en función de los resultados.

En una fase 2 se puede emplear una animación de una acción y/o un comportamiento físico (paso 812) para la modificación o corrección de la animación básica. Para acciones específicas, tales como un disparo o una entrada, se puede utilizar esta fase. La animación de la acción funciona de forma similar a la animación básica con animaciones de captura de movimiento. El comportamiento físico se utiliza en algunos casos de forma combinada o en lugar de la captura de movimiento. Las animaciones de la fase 2 pueden tener una prioridad superior, por lo que sobrescriben los conjuntos de datos de animación de la fase 1, en caso de que la animación de una acción se reproduzca con una ponderación del 100%.

En una fase 3 se puede realizar una optimización (paso 814) de los conjuntos de datos de animación. La atención se puede centrar en acercarse más a la realidad, en ajustar una animación realista que resulte convincente, aunque los detalles se ajustan para adaptarse a la realidad.

- El objetivo de la primera fase consiste en proporcionar una animación básica que siempre se pueda utilizar o siempre se pueda combinar para la animación de una acción o un comportamiento físico. Por tanto, siempre forma parte de la secuencia de animación, aunque su ponderación sea del 0% (por ejemplo, en realidad un disparo (de la fase 2) solapa a la animación básica). En este caso, cuando la animación básica se extrae por completo, se puede ajustar para que coincida con la animación superpuesta, de forma que se pueda proceder en cualquier momento a su combinación con la animación de una carrera. Además dispone de su propio árbol de probabilidad, realiza una búsqueda diferente en la base de datos de animación que la animación de una acción y, por tanto, genera su propia lista de probabilidad.
- Las animaciones utilizadas en esta fase incluyen el movimiento básico, como un personaje parado, caminando, trotando, corriendo, corriendo lateralmente y similares, y también incluyen animaciones para el control del balón como el regate, aunque no incluyen ninguna acción como un disparo, una entrada, etc. Se puede hacer un loop con la mayoría de las animaciones básicas, aunque hay excepciones (por ejemplo, cuando se da un paso lateral de repente). El árbol de probabilidad es diferente a las animaciones de la acción y, por ejemplo, no gestiona ni detecta un disparo como el árbol de la animación de la acción (como en la Fig. 9).
- El número de animaciones es mucho menor que en el caso de la animación de la acción, por lo que también la búsqueda en la base de datos de animaciones se reduce y se genera una lista de probabilidad de animación menor.
- Cuando se reciben nuevas posiciones, el sistema tendrá en cuenta (por ejemplo, posiciones de los pies) que coincidan en la animación resultante.
- Las animaciones se pueden dividir en parte superior y parte inferior del cuerpo (por ejemplo, se podría utilizar solamente la animación de la parte inferior del cuerpo para una carrera, mientras que la parte superior del cuerpo continúa haciendo una animación de la acción). Por otra parte, la combinación puede variar en ambos casos. Por ejemplo, en caso de que en ambas animaciones los movimientos de la parte inferior del cuerpo coincidan bien, la parte inferior del cuerpo se podrían combinar rápidamente con la otra animación y la parte superior del cuerpo se podría combinar lentamente cuando sus movimientos sean muy diferentes.
- Dentro del intervalo del tiempo de predicción, el reconocimiento previo utilizará supuestos del evento detectado para realizar una búsqueda en la base de datos de animación e insertar la animación que mejor se adapte en la secuencia de animación (futura). Dado que se trata solamente de una predicción, más tarde se podrán recibir otros detalles del evento, se ajustará la animación, se combinará rápidamente con otra o será sustituida por otra.
- Las animaciones de la acción pueden solapar a la animación básica, pero solamente estarán activas cuando una animación de la acción se deba reproducir tal y como se describe en la Fig. 8 y la Fig. 13 (Fase 2). Si llega el momento en el que el jugador dispara el balón (paso 815), el disparo es detectado mediante la detección temprana del evento que actualiza el árbol de probabilidad (ejemplo ilustrado en la Fig. 9). La búsqueda en la base de datos de animación proporcionará una animación de la acción del disparo específica, como en la Fig. 12. La animación con la prioridad más elevada se insertará en la secuencia de animación y su ponderación aumentará cuando la parte importante de la animación se acerque (momento del disparo) o la probabilidad (en la lista de probabilidad de animación) aumente por encima de todas las demás opciones. Por otra parte, la corrección del evento detecta posibles errores en esta fase y los soluciona.
- La inserción de una animación de la acción se ilustra en la Fig. 13. La animación básica de la secuencia de animación es actualizada si se va a introducir la animación de una acción o un comportamiento físico, con el objeto de que se adapte perfectamente (fin de la animación, para una posible combinación con la animación básica). Por tanto, la animación básica se divide y con el uso de la locomoción se puede combinar perfectamente la animación básica con una animación de la acción y viceversa. En combinación con la animación de la acción o en sustitución de esta, se puede utilizar la animación del comportamiento físico. La utilización de animaciones inexistentes o complejas en las que los comportamientos físicos son importantes y para los que no hay ninguna animación coincidente (por ejemplo, un choque entre jugadores) se ha descrito también anteriormente con respecto al aspecto de la simulación física.
- La revisión y optimización de las animaciones de la secuencia de animación se pueden realizar basándose en datos posicionales, con el objeto de hacer coincidir la orientación de la cabeza, los ojos y las posiciones exactas de los codos, las manos, los dedos, etc. en función de las posiciones suministradas por el sistema de seguimiento. Tal y como se ilustra en la Fig. 13 se puede utilizar para optimizar la imagen de un jugador que dispara un balón, cuando la dirección de la trayectoria del balón de la escena en directo es diferente de la registrada con la captura de movimiento. Con la combinación en cinemática inversa sobre la animación que ha sido superpuesta y solamente para el pie del disparo, el proceso del jugador que da una patada al balón se ajustará para que parezca más natural de acuerdo con la trayectoria del balón. Lo mismo se aplica a la optimización de los brazos y las manos del portero. Otro ejemplo es la orientación de la cabeza del personaje: en la mayoría de los casos, en el fútbol el jugador mira hacia el balón, por lo que la cabeza puede ser orientada en dirección al balón.

A continuación se describen otras aplicaciones posibles para el método de reconstrucción en 3D.

Se puede realizar una animación en directo. Lo que hace única a la tecnología, entre otras cosas, es que resulta posible (con el método de reconstrucción en directo) cambiar las situaciones "en directo" e interactuar con ellas. La animación en 3D generada es interactiva para los usuarios —estos pueden operar con la cámara, insertar elementos analíticos y cambiar el entorno virtual de otras formas. La Fig. 15 muestra el concepto de ver el partido de fútbol en una pantalla de televisión y, al mismo tiempo, interactuar con la reconstrucción en 3D en una tableta que muestra la escena en directo de forma sincronizada. Es lo que se conoce como "Experiencia de segunda pantalla".

En cierto modo esto se parece básicamente a una transmisión estándar de un partido, pero amplía la forma de ver escenas utilizando ángulos de la cámara que no resultan posibles en una transmisión normal (colocarla detrás de los jugadores en el campo). Puede haber cámaras automáticas y los jugadores a los que enfoca la cámara pueden ser seleccionados por los consumidores. Se puede visualizar información adicional, como la situación actual de un jugador y estadísticas, para que la experiencia en directo resulte entretenida. También se pueden predecir acciones de los jugadores o evaluar y visualizar probabilidades. Asimismo, resultan posibles otras vistas, como la vista de pájaro mostrada en la Fig. 16.

Los clientes diana son emisoras, agencias de noticias/medios de comunicación, portales web, sitios web de los clubes, así como los verdaderos entusiastas del deporte que tienen acceso a dispositivos diana en webs interactivas/teléfonos inteligentes/aplicaciones de tabletas. La capacidad de interacción ofrece al usuario libertad total para ver la escena desde cualquier perspectiva, ofreciendo elementos analíticos y en un próximo paso el usuario podría también tener la opción de generar su propia vista del gol, obtenerla en vídeo y compartirla con los amigos.

En un entorno de estudio virtual, la reconstrucción en directo se puede utilizar para visualizar pequeños jugadores holográficos sobre la mesa de los moderadores. Técnicamente un producto de realidad aumentada —la mesa táctica permite a los expertos analizar la escena en directo durante el juego. Esto da prioridad al experto o comentarista y a su visión de las escenas en directo. Podría resultar muy interesante estudiar las oportunidades de combinar las imágenes completamente en 3D con la representación de la realidad aumentada y viceversa.

Esto mejoraría el producto dado que no dependería de la cámara del estudio y también porque permitiría la combinación con imágenes completamente en 3D y disponer de todos los ángulos de la cámara.

Se puede proporcionar una solución multiplataforma. Tal y como ilustra la Fig. 15, el concepto de un sistema de servidor centralizado para generar reconstrucciones para diferentes dispositivos diana. El método de la reconstrucción se ejecuta en el servidor y los resultados pueden ser reproducidos por un software en los dispositivos. Diferentes bibliotecas de activos (la base de datos de animación es diferente) se utilizan para mejorar los diferentes niveles de calidad de los dispositivos de hardware. Por tanto, se puede utilizar una estación de trabajo de alta gama, así como un teléfono inteligente.

El sistema ilustrado en la Fig. 14 se proporciona como sistema de servidor centralizado. A través de un sistema de seguimiento 1400 se proporcionan datos posicionales en 3D para las escenas en directo. Los datos detectados pueden ser almacenados en un dispositivo de almacenamiento 1401 que está conectado a un dispositivo de servidor central 1402. De acuerdo con la Fig. 14, el dispositivo de servidor centralizado 1402 está conectado a un dispositivo de biblioteca 1403, un almacenamiento del servidor 1404 y otro dispositivo de biblioteca 1405 que proporciona una pequeña biblioteca de animaciones (Low-Detail Models). El dispositivo de servidor central 1402 puede proporcionar la animación de la reconstrucción virtual en 3D a diferentes dispositivos de visualización 1406 y 1407, que, de acuerdo con la realización de la Fig. 14, son proporcionados por un motor de alta gama 1406 y un motor multiplataforma 1407. El motor de alta gama 1406 puede ser un dispositivo de transmisión para vídeo en directo. El motor multiplataforma 1407 puede hacer referencia a dispositivos móviles, tales como teléfonos móviles u ordenadores portátiles que utilizan diferentes sistemas operativos.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo en un sistema de animación que incluye un procesador, una base de datos, un dispositivo de entrada y un dispositivo de salida; el método se compone de los pasos siguientes:
- 5 - recibir los datos de seguimiento posicional en 3D para una escena en directo detectada por el procesador;
- determinar un evento en directo en la escena en directo detectada, analizando los datos de seguimiento posicional en 3D por el procesador, lo que comprende los pasos siguientes:
- 10 - para el evento en directo determinado, establecer las características del evento a partir de los datos de seguimiento posicional en 3D, las características del evento proporcionadas con atributos que son metadatos que diferencian unos eventos en directo de otros;
- recibir características predefinidas del evento;
- 15 - determinar una probabilidad del evento, comparando las características del evento con las características predefinidas del evento; y
- seleccionar un evento asignado a la probabilidad del evento;
- determinar un conjunto de datos de animación en 3D de una pluralidad de conjuntos de datos de animación en 3D asignados al evento seleccionado y almacenados en la base de datos por el procesador; y
- 20 - proporcionar el conjunto de datos de animación en 3D al dispositivo de salida.
2. El método de la reivindicación 1, donde se genera una secuencia de datos de animación repitiendo varias veces uno o más de los pasos siguientes: recepción de los datos de seguimiento posicional en 3D, determinación de un evento, determinación de un conjunto de datos de animación en 3D y suministro del conjunto de datos de animación en 3D.
- 25 3. El método de la reivindicación 2, donde se realiza corrección del evento para la secuencia de datos de animación al menos a través de una de las actuaciones siguientes: eliminando uno de los conjuntos de datos de animación en 3D de la secuencia de datos de animación y modificando uno de los conjuntos de datos de animación en 3D de la secuencia de datos de animación.
- 30 4. El método de la reivindicación 3, donde el paso de ajustar uno de los conjuntos de datos de animación en 3D puede consistir en sustituir un conjunto de datos de animación en 3D seleccionado de la secuencia de datos de animación por un nuevo conjunto de datos de animación en 3D que se determine que representa una animación más aproximada del evento seleccionado.
- 35 5. El método de una de las reivindicaciones precedentes, donde el conjunto de datos de animación en 3D se proporciona en diferentes formatos de datos, de forma que los diferentes formatos de datos se ajustan a distintos dispositivos de visualización.
- 40 6. El método de una de las reivindicaciones precedentes, donde la pluralidad de conjuntos de datos de animación en 3D almacenados en la base de datos comprenden datos de animación en 3D simulados y datos de captura de movimiento previamente grabados.
7. Un sistema de animación para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo, donde el sistema de animación incluye un procesador, una base de datos, un dispositivo de entrada y un dispositivo de salida. El procesador está configurado para realizar los pasos siguientes:
- recibir los datos de seguimiento posicional en 3D para una escena en directo detectada;
- determinar un evento en directo en la escena en directo detectada, analizando los datos de seguimiento posicional en 3D, lo que comprende los pasos siguientes:
- 45 - para el evento en directo determinado, establecer las características del evento a partir de los datos de seguimiento posicional en 3D, las características del evento proporcionadas con atributos que son metadatos que diferencian unos eventos en directo de otros;
- recibir características predefinidas del evento;
- 50 - determinar una probabilidad del evento, comparando las características del evento con las características predefinidas del evento; y
- seleccionar un evento asignado a la probabilidad del evento;
- determinar un conjunto de datos de animación en 3D de una pluralidad de conjuntos de datos de animación en 3D asignados al evento seleccionado y almacenados en la base de datos; y

ES 2 586 299 T3

- proporcionar el conjunto de datos de animación en 3D al dispositivo de salida.

8. Uno o más medios legibles informáticamente que incluyen un programa informático para ejecutar un sistema de animación para la reconstrucción virtual en 3D en tiempo real de una escena en directo, donde el sistema comprende un procesador, una base de datos, un dispositivo de entrada y un dispositivo de salida, y donde los medios legibles informáticamente comprenden:
- 5
- medios para recibir los datos de seguimiento posicional en 3D para una escena en directo detectada;
 - medios para determinar un evento en directo en la escena en directo detectada, analizando los datos de seguimiento posicional en 3D, que comprende:
- 10
- medios para determinar las características del evento a partir de los datos de seguimiento posicional en 3D para el evento en directo determinado;
 - medios para recibir características del evento predefinido, las características del evento proporcionadas con atributos que son metadatos que diferencian unos eventos en directo de otros;
 - medios para determinar la probabilidad de evento, comparando las características del evento con las características del evento predefinido; y
- 15
- medios para seleccionar un evento asignado a la probabilidad del evento;
 - medios para determinar un conjunto de datos de animación en 3D de una pluralidad de conjuntos de datos de animación en 3D asignados al evento seleccionado y almacenados en la base de datos; y
 - medios para proporcionar el conjunto de datos de animación en 3D al dispositivo de salida.

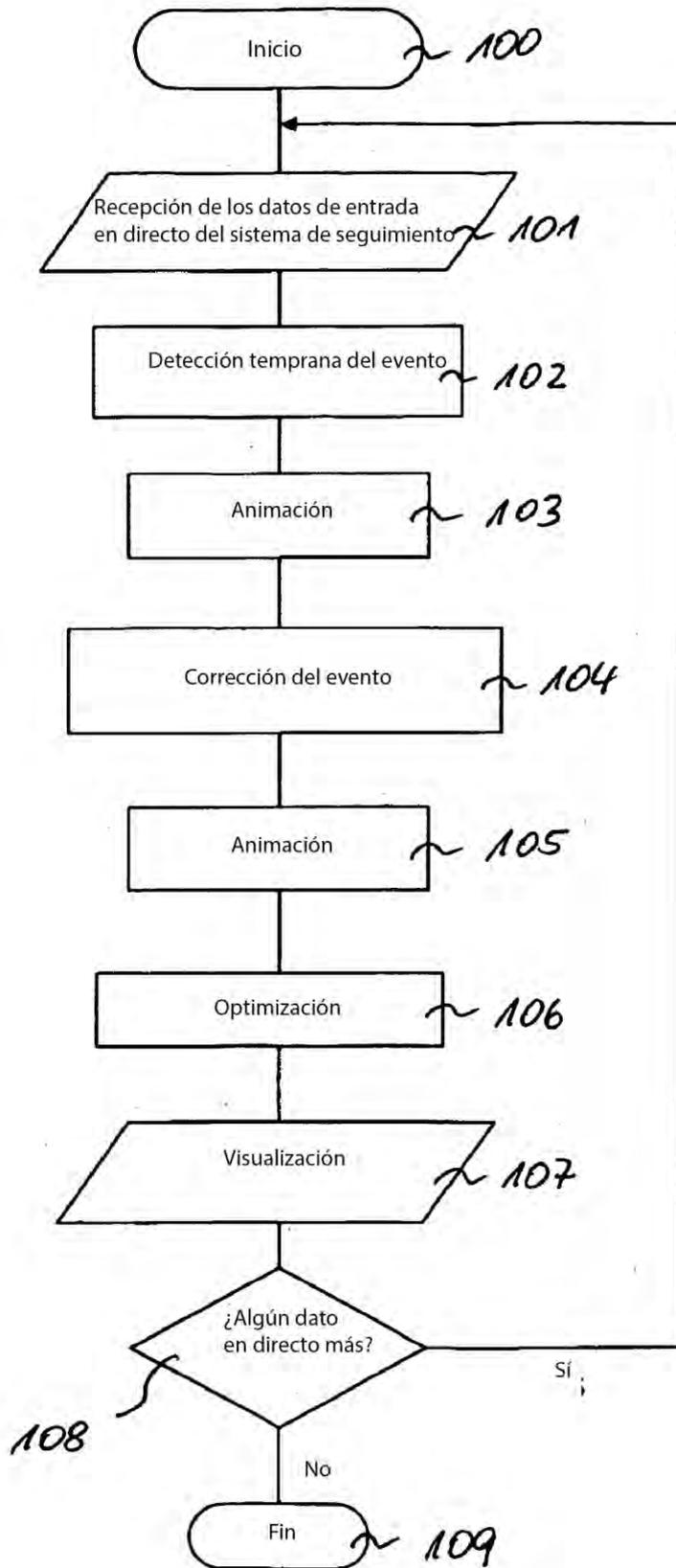
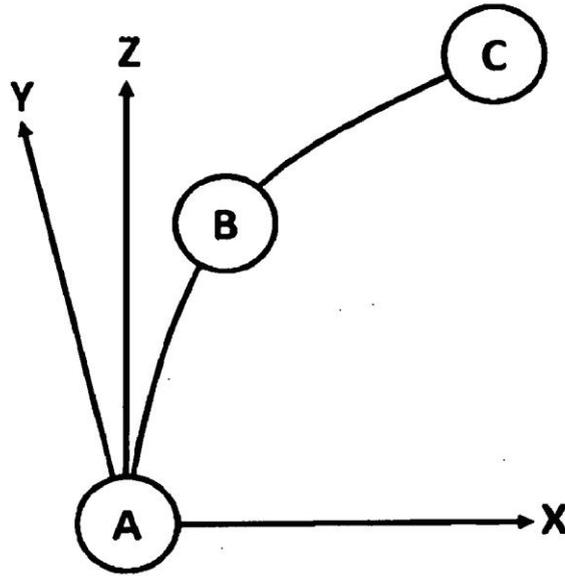


FIG. 1



VISTA SUPERIOR DE LA TRAYECTORIA DE LAS POSICIONES DE LA CADERA (LÍNEA CURVA) A LO LARGO DEL TIEMPO DE UN EJEMPLO DE ANIMACIÓN (EJES XZ)

A: POSICIÓN DE LA CADERA EN EL PRIMER FOTOGRAMA DE LA ANIMACIÓN

B: POSICIÓN EN EL FOTOGRAMA INTERMEDIO

C: POSICIÓN EN EL ÚLTIMO FOTOGRAMA

ESTA TRAYECTORIA SE PUEDE ROTARY ADAPTARSE SU VELOCIDAD.
LOS PUNTOS CLAVE, COMO A, B Y C, PUEDEN FORMAR PARTE DE LA BÚSQUEDA DE PATRONES.

FIG. 3

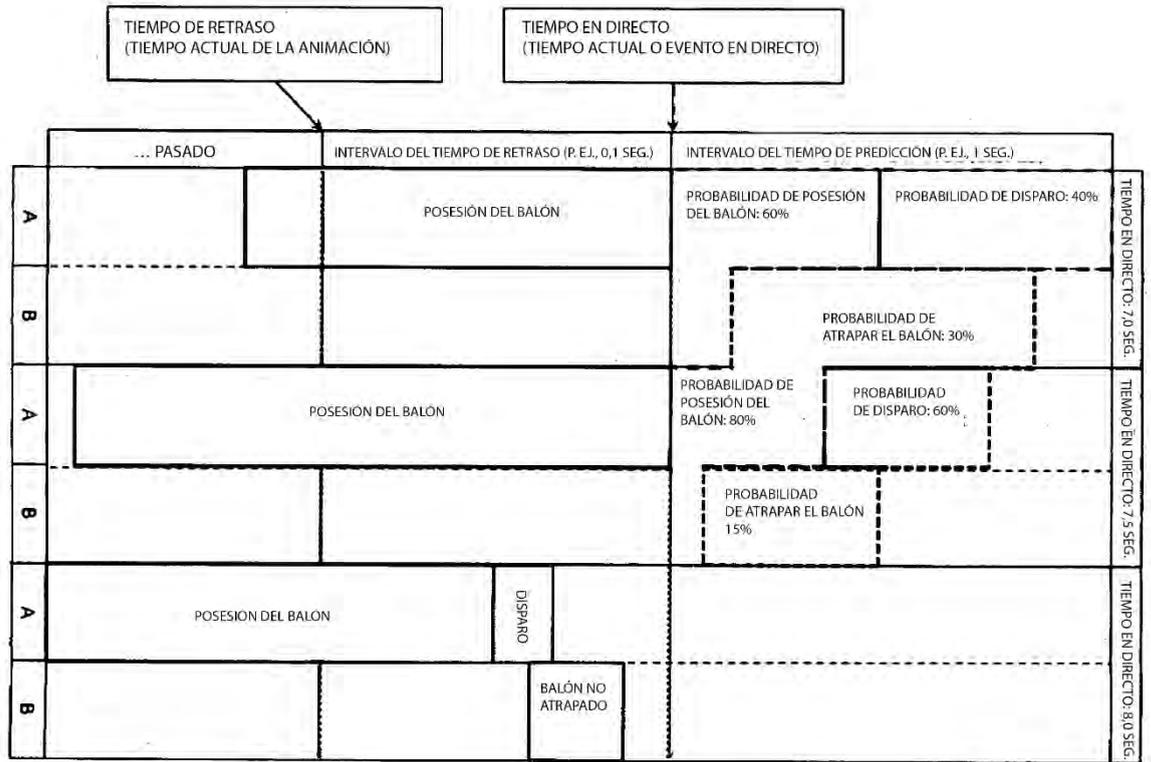


FIG. 4

A: JUGADOR EN ATAQUE CORRE HACIA LA PORTERIA
 B: PORTERO DEL OTRO EQUIPO, DEFENDIENDO LA PORTERIA

MODIFICACIONES DE LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL EVENTO EN TRES EJEMPLOS DE TIEMPOS EN DIRECTO. UN TIEMPO EN DIRECTO DADO ES EL MOMENTO O EL TIEMPO EN DIRECTO (TIEMPO ACTUAL O EVENTO EN DIRECTO)

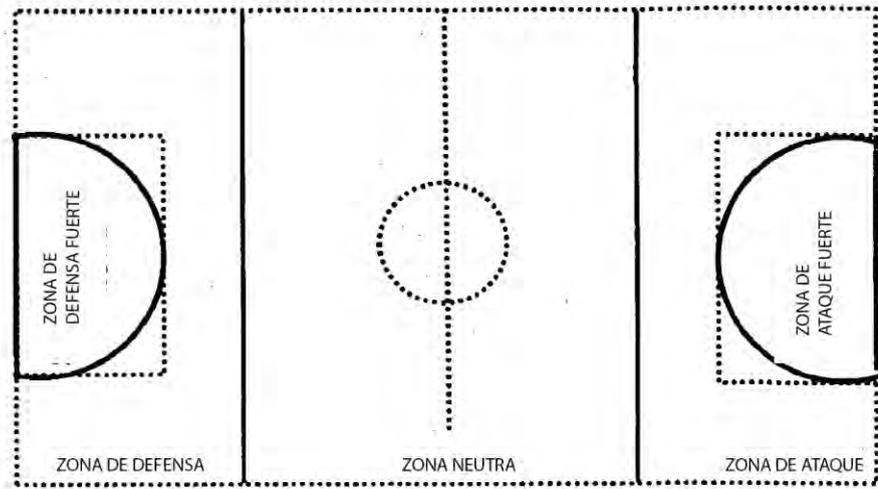


FIG. 5

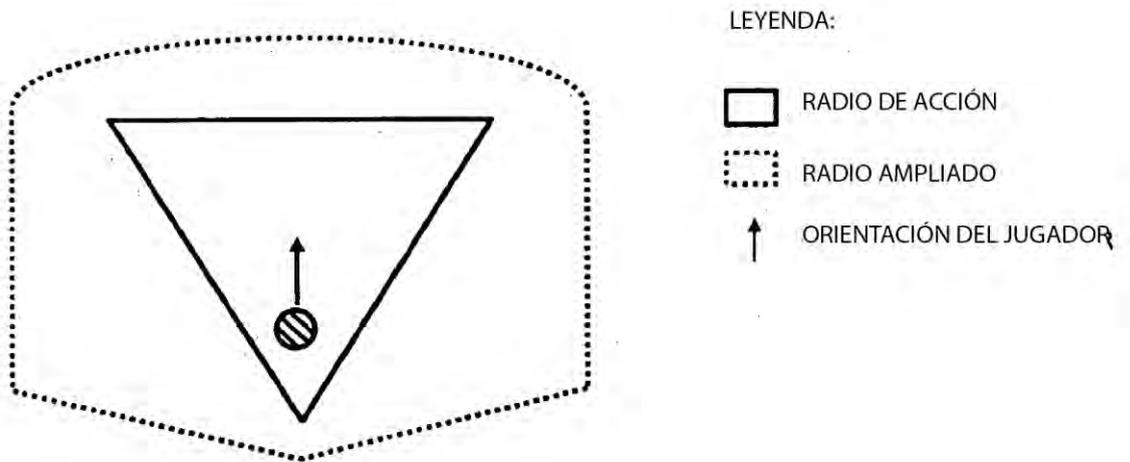


FIG. 6

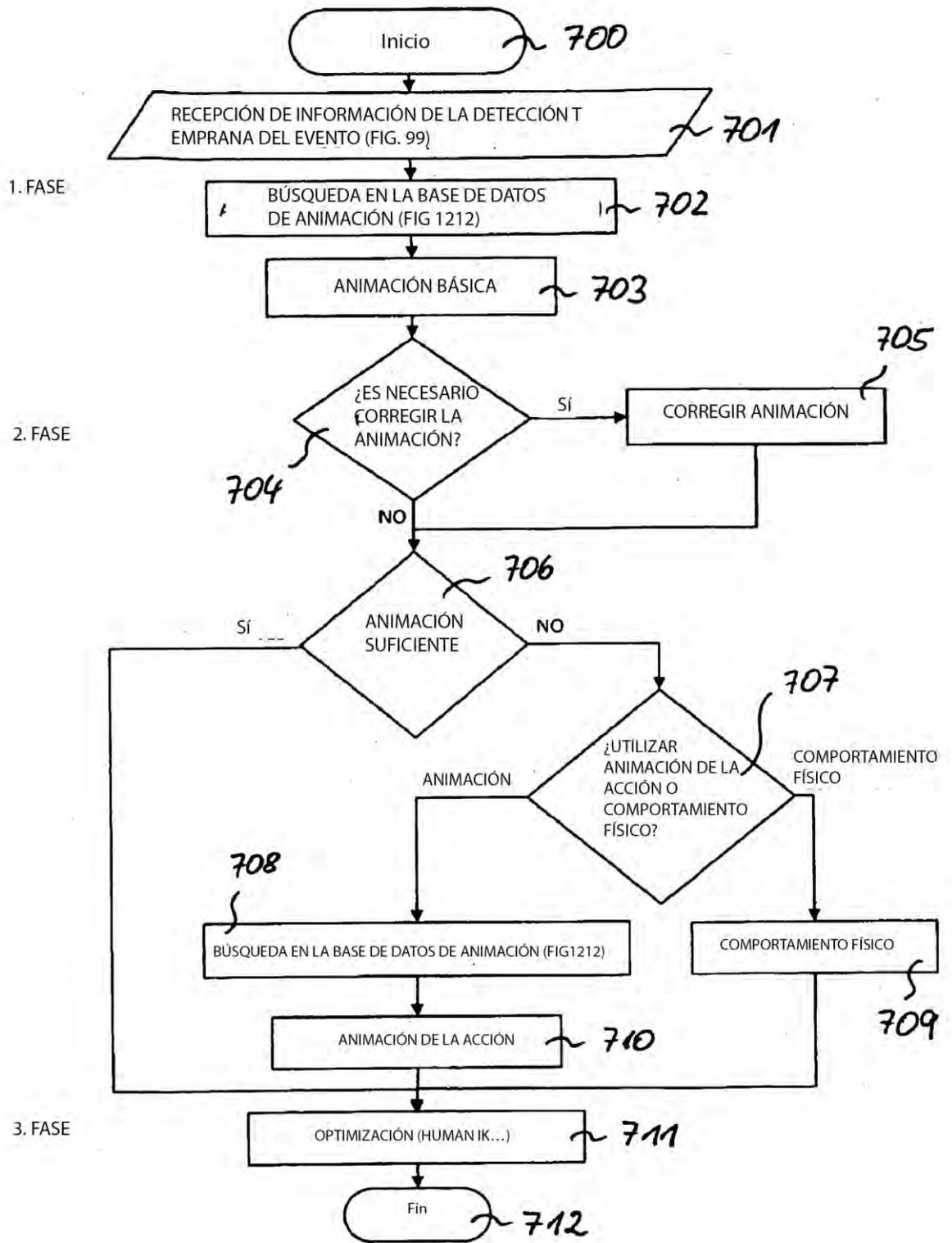


FIG. 7

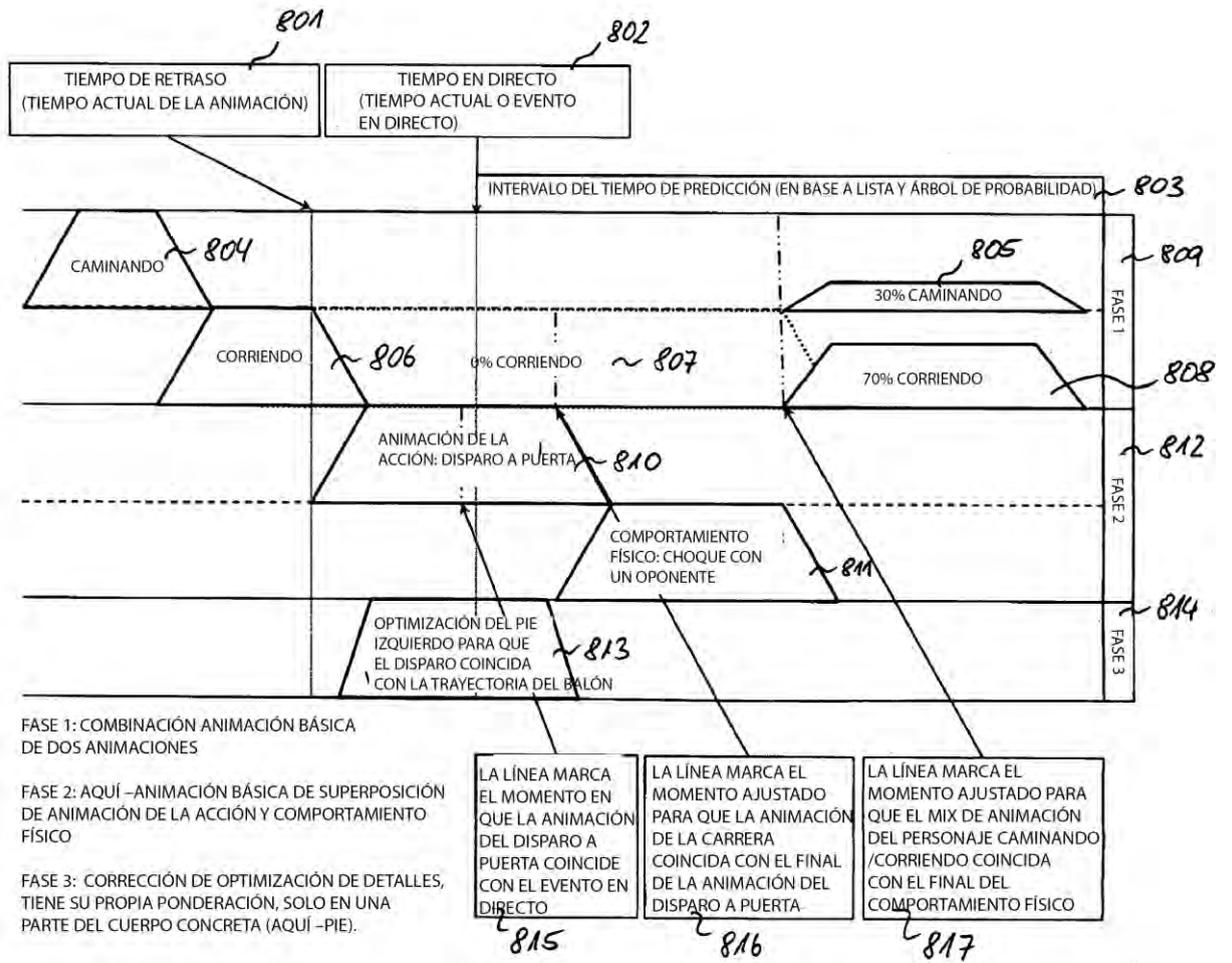


FIG. 8

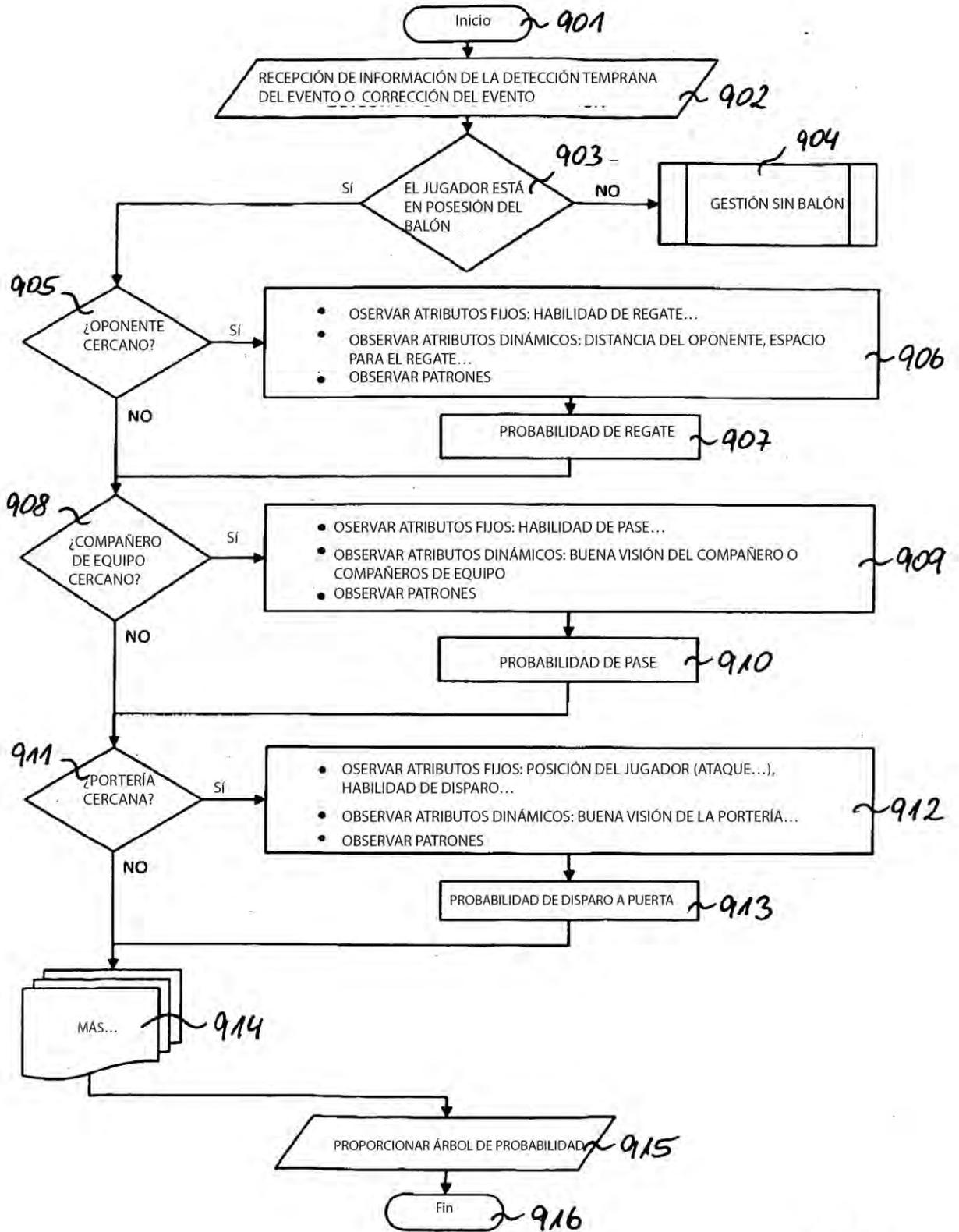


FIG. 9

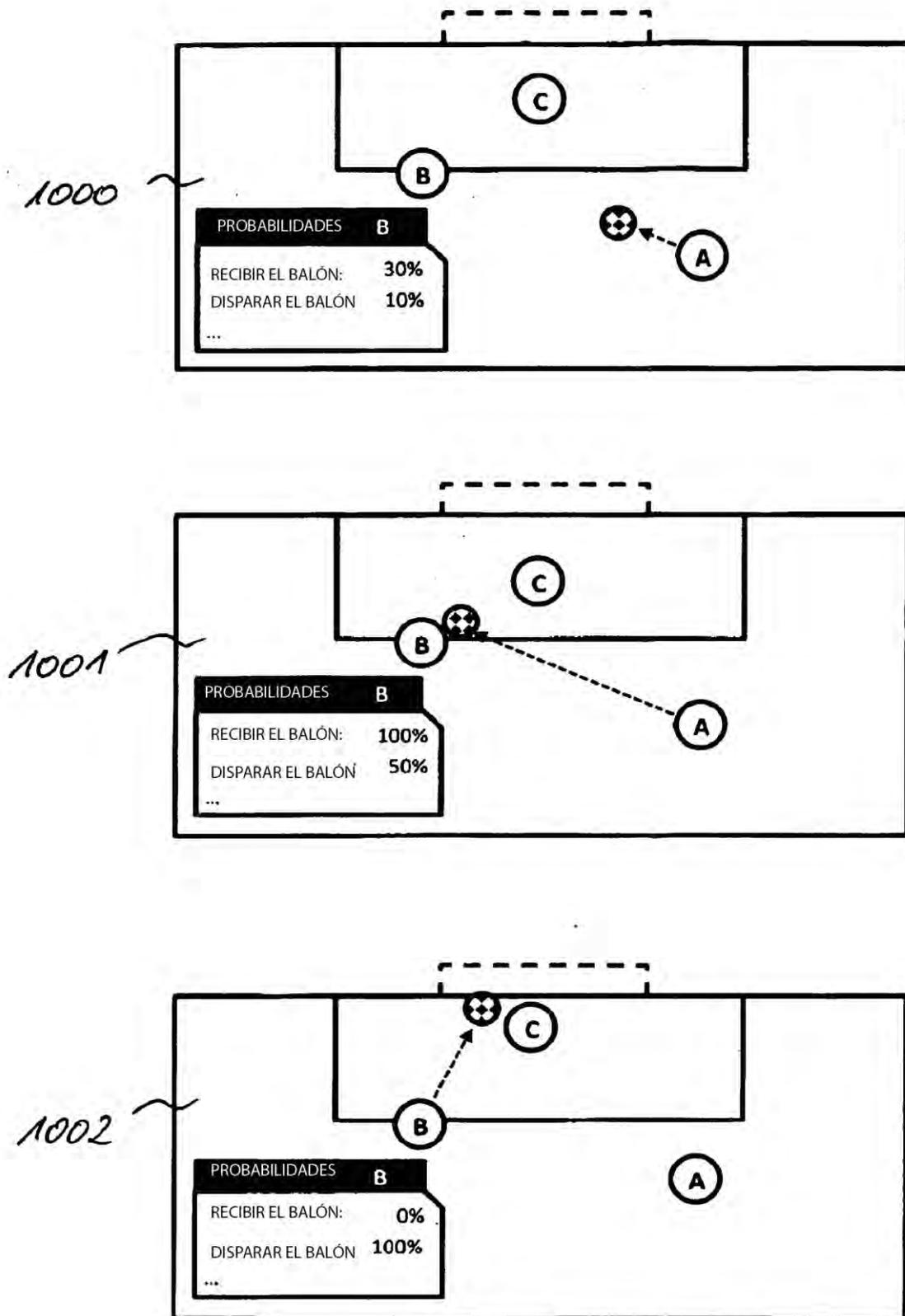


FIG. 10

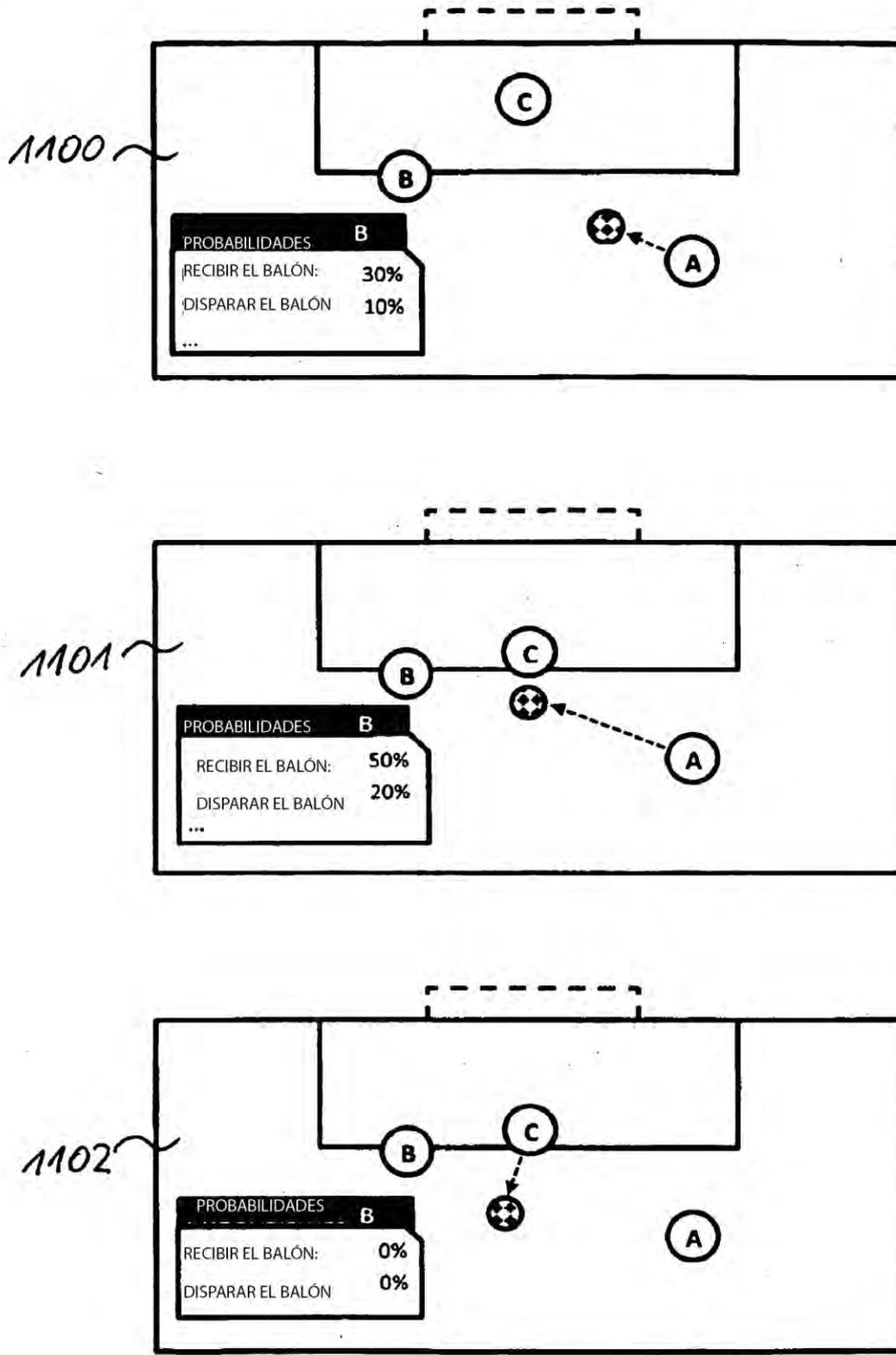


FIG. 11

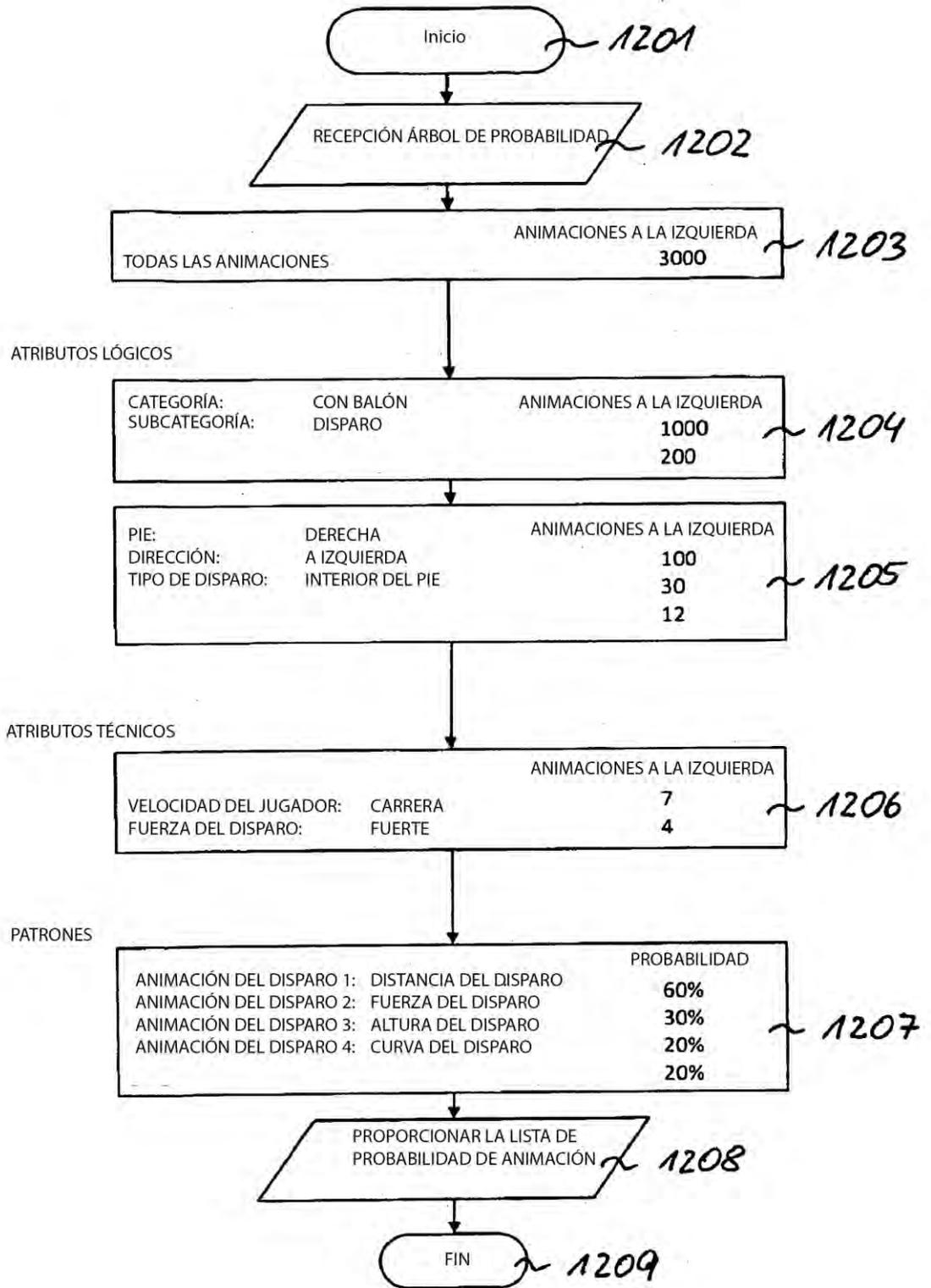


FIG. 12

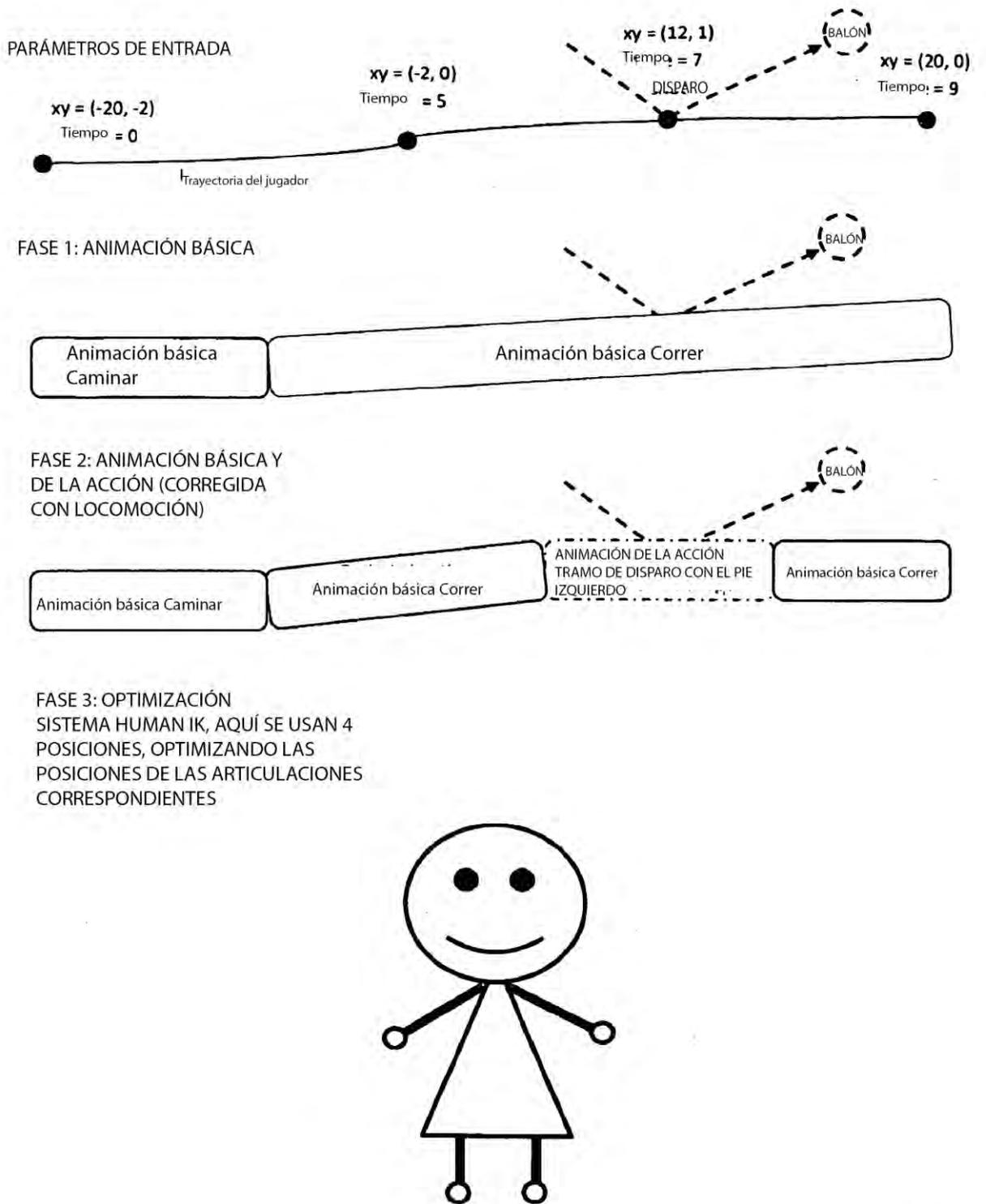


FIG. 13

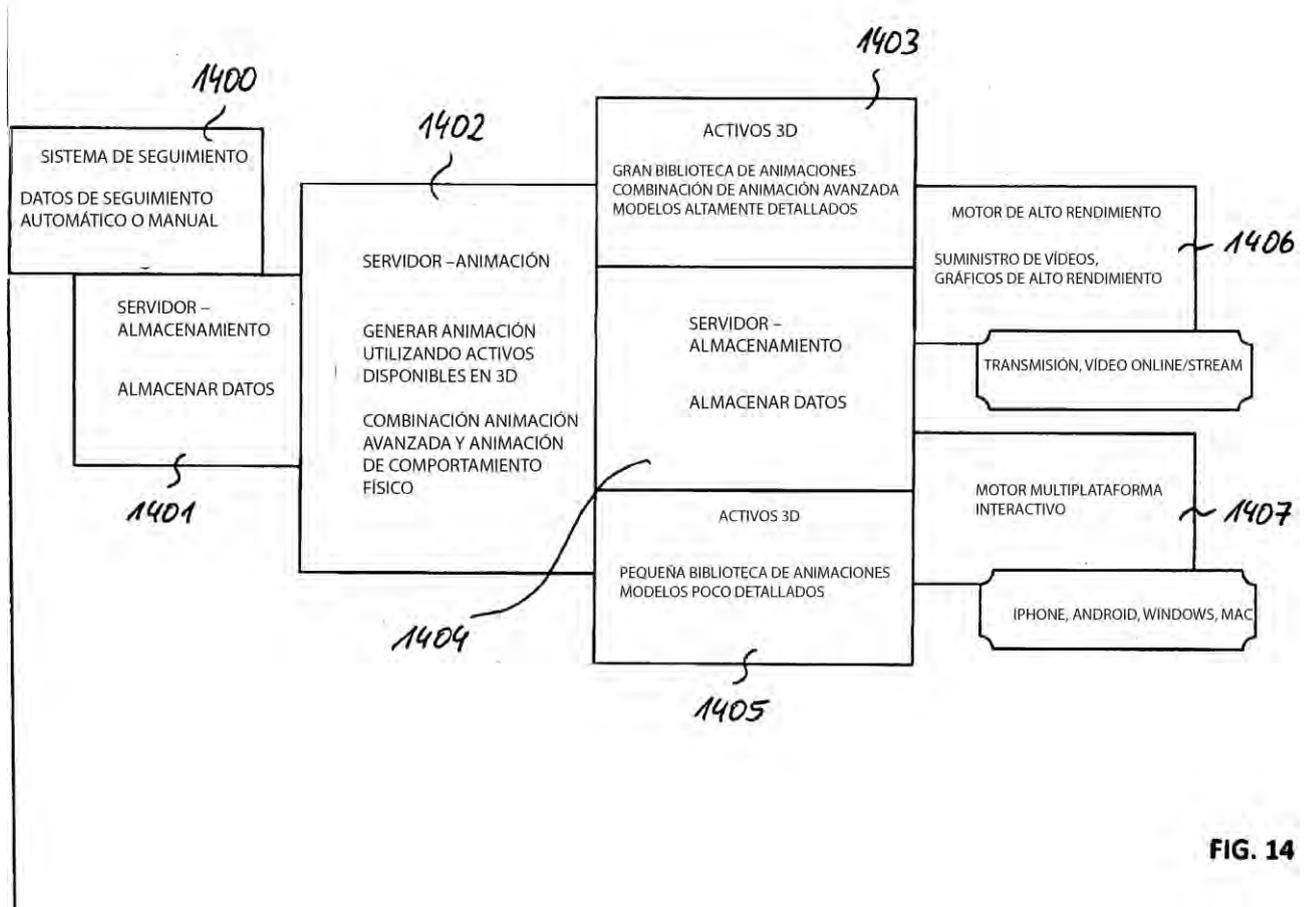


FIG. 14

