

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 095**

51 Int. Cl.:

A63F 13/358 (2014.01)

A63F 13/34 (2014.01)

A63F 13/30 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2012 PCT/US2012/036394**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2012 WO12151443**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2012 E 12779502 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2704806**

54 Título: **Aparato y método para presentación mejorada de objetos en una simulación interactiva distribuida**

30 Prioridad:

03.05.2011 US 201161482162 P

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

10.01.2018

73 Titular/es:

**BUNGIE, INC. (100.0%)
550 106th Ave. N.E., 207
Bellevue, Washington 98004, US**

72 Inventor/es:

**ALDRIDGE, DAVID SCOTT;
TIMMINS, LUKE WILSON y
BUTCHER, CHRISTOPHER CHARLES JOHN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 649 095 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

Aparato y método para presentación mejorada de objetos en una simulación interactiva distribuida

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 La presente invención se dirige, en general, a simulaciones interactivas distribuidas como, por ejemplo, aquellas empleadas en simuladores militares y juegos de ordenador con múltiples jugadores que presentan un mundo virtual coherente a lo largo de múltiples estaciones operador/jugador.

Descripción de la técnica relacionada

10 La simulación interactiva distribuida es una forma popular para los videojuegos de hoy en día, pero tiene sus orígenes en las simulaciones militares como, por ejemplo, SIMNET en las décadas de 1980 y 1990. En las simulaciones interactivas distribuidas, se crea y comparte un mundo virtual entre múltiples estaciones de ordenador, cada una de las cuales admite al menos un usuario con controles y al menos una visualización.

15 En algunas simulaciones, las estaciones comparten un reloj distribuido que provee una base temporal común para cada una, por ejemplo, el conocido Protocolo de Hora en Red ("NTP", por sus siglas en inglés). Sin embargo, ello no se requiere. La simulación distribuida avanza, en general (pero no necesariamente) de forma periódica (p.ej., 30 actualizaciones por segundo) y, en general (aunque no necesariamente) a la misma velocidad en cada estación (p.ej., otras estaciones pueden ejecutarse a 60 actualizaciones por segundo).

20 Las estaciones también comparten un modelo del entorno, incluido el espacio aéreo y el terreno. El terreno puede ser estático, incluidos accidentes geográficos, edificios (que pueden incluir los interiores) y masas de agua. De manera alternativa, el terreno puede ser no estático: p.ej., algunos o todos los edificios pueden estar dañados, los accidentes geográficos pueden estar "marcados" (p.ej., con rastros de neumáticos, cráteres o marcas de quemado) y similares. Dentro de este entorno, se colocan los objetos dinámicos simulados, incluidos, por ejemplo, vehículos, personas, animales. La animación de dichos objetos dinámicos da la apariencia de vida a la simulación.

25 En dichas simulaciones, cada estación tiene una responsabilidad primaria del manejo de uno o más objetos simulados. Para cada objeto manejado por una estación, se computa un modelo detallado para cada incremento de hora local para determinar su comportamiento. Por ejemplo, el modelo detallado para un vehículo todo terreno ("ATV", por sus siglas en inglés) puede aceptar la entrada de dirección y pedal de un operador (en general, uno local para la estación de manejo). El modelo detallado del ATV puede llevar a cabo cálculos para simular una transmisión automática, la interacción del sistema de suspensión del ATV con el terreno, la tracción entre los neumáticos y la superficie del terreno y, quizás, el consumo de combustible, el sobrecalentamiento del motor, u otros detalles y fallos modelados. En general, mientras es crucial para un realismo adecuado, a cambio de la eficiencia, el modelado con este nivel de detalle solo necesita computarse por la estación de manejo, los resultados del modelo detallado publicándose para las otras estaciones en la simulación interactiva distribuida.

35 Es preciso notar que el operador del ATV puede ser un jugador humano, o el operador puede ser un programa de inteligencia artificial ("IA") que simula un aliado o enemigo donde otro jugador humano no se encuentra disponible o no se requiere. Cuando se usa, la IA es, efectivamente, solo un componente más del modelo detallado; la estación de manejo mantiene el estado y lleva a cabo la simulación incremental requerida por la IA que conduce el ATV, pero las estaciones remotas solo reciben los resultados.

40 En algunos casos, los objetos simulados pueden ser complejos y articulados (como con figuras humanas, animales o alienígenas) que requieren una animación compleja por un modelo cinemático, pero otros objetos pueden ser relativamente simples (p.ej., una caja o un proyectil), en cuyo caso se puede usar un modelo balístico más simple.

45 Sin embargo, existen cuestiones relativas a compartir los resultados del modelado detallado, también llamados actualizaciones, desde la estación de manejo. Por ejemplo, distribuir las actualizaciones a las estaciones remotas que no controlan el objeto lleva tiempo; y debido a dicha latencia, una actualización de un modelo siempre es información un poco "antigua". En una simulación donde un reloj de simulación distribuida se establece correctamente en todas las estaciones, cualquier actualización tendrá la indicación de tiempo en algún momento de la simulación en el pasado, aunque, en general, reciente. Sin embargo, un sistema de mantenimiento de tiempo rígido puede introducir resonancias en los modelos que resultan en artefactos visuales. Además, mantener relojes precisos es, a veces, una fuente de complejidad innecesaria y, ocasionalmente, de error. Asimismo, en una red no confiable, las actualizaciones pueden perderse o retrasarse y llegar con latencia irregular. Además, las restricciones de ancho de banda y la cantidad de objetos en una simulación pueden limitar el número de actualizaciones que se pueden enviar para cada objeto, de modo

que las actualizaciones no se proveen a las estaciones remotas con la frecuencia con la que la estación de manejo computa la simulación detallada.

5 En cada estación, la visualización presenta el mundo virtual al jugador. La visualización se actualiza, en general, con mayor frecuencia en comparación con la frecuencia con la que las actualizaciones llegan para los objetos manejados de forma remota, cambiar la visualización de los objetos manejados de forma remota con la misma frecuencia con la que las actualizaciones llegan haría parecer los objetos remotamente manejados bruscos y no realistas. Para aliviar esto, las actualizaciones de los objetos se asocian al tiempo al que corresponden y el receptor de las actualizaciones puede extrapolar cómo visualizar el objeto en momentos posteriores a la actualización.

10 Con el fin de lograr esto, la actualización debe representar el estado del objeto en un momento particular. El estado puede incluir, por ejemplo, la posición y orientación del objeto (en general, aunque no necesariamente, incluidos seis ejes de coordenadas: X, Y, Z, cabeceo, balanceo y guiñada) y otras propiedades que tienen diferentes valores (p.ej., si las luces delanteras están encendidas, si el motor de un vehículo está echando humo, el momento en el cual una granada activa detonará). El momento particular corresponde al momento en el que el estado era actual.

15 Exactamente qué incluye el estado de un objeto depende de la naturaleza del objeto. Para objetos articulados complejos, p.ej., un animal, el estado puede incluir articulaciones del esqueleto del objeto, o un índice en un ciclo de animación que resume dichas articulaciones.

20 En algunos casos, un objeto puede tener múltiples modos de funcionamiento, p.ej. cuando un objeto "animal" está vivo, puede ser dirigido por un ciclo de animación, pero cuando el animal muere, como en una simulación de caza, el modo de funcionamiento del cuerpo articulado se convierte en un modelo cinemático relajado. Por ejemplo, el cuerpo queda flácido, aunque las limitaciones impuestas por el esqueleto permanecen en control. Para los objetos que tienen múltiples modos de control, el estado puede además incluir una identificación del modo de control que se está usando.

25 En la presente memoria descriptiva, "estado" puede incluir muchas propiedades diferentes de la posición, orientación física (rotación) solamente. Algunas de ellas como, por ejemplo, el índice en un ciclo de animación, ciclos de caminata, etc., se pueden extrapolar de manera útil para la predicción. Sin embargo, algunas propiedades como, por ejemplo, si las luces delanteras de un vehículo están encendidas, o la bocina está pitando, se extrapolan solo de manera trivial. Por ejemplo, una vez que las luces están encendidas, ellas permanecen encendidas hasta que una actualización diga que se apagan.

30 Un estado puede incluir también información útil para extrapolar estados subsiguientes con exactitud mejorada, por ejemplo velocidades en ejes lineales o rotativos, y aceleraciones en ejes lineales o rotativos. Mientras se puede llevar a cabo una extrapolación sin tales indicios, por ejemplo derivando la velocidad como la diferencia en posición en las dos últimas actualizaciones dividida por la diferencia en tiempo de las dos últimas actualizaciones, proveer velocidades o aceleraciones explícitas puede mejorar los resultados.

En la presente memoria descriptiva, "estado" puede incluir información de estado y/o uno o más resultados de cálculo obtenidos con respecto al estado.

35 Para cada iteración de la simulación para un objeto manejado en una estación, un nuevo estado resulta de las entradas del operador y de la ejecución del modelo detallado, incluidos los valores de velocidad y/o aceleración, si se proveen para cualquiera de los diferentes grados de libertad en el objeto.

40 Sin embargo, el estado de un objeto se envía desde la estación de manejo a cada una de las otras estaciones con menor frecuencia que una vez por iteración. Por ejemplo, si una estación de manejo actualiza un modelo de un objeto treinta veces por segundo, las actualizaciones solo podrían enviarse a otras estaciones cinco veces por segundo, o incluso con menor frecuencia (p.ej., dos veces por segundo) si el objeto no es importante, está lejos, es excepcionalmente coherente, o solo cambia lentamente, o si hay muchos objetos para actualizar y/o el ancho de banda de las comunicaciones es altamente limitado.

45 Según las actualizaciones recibidas de la estación de manejo, las técnicas de extrapolación proveen la mejor información disponible relativa al estado de un objeto manejado de forma remota y la mejor información disponible para predecir sus movimientos (al menos, para el futuro inmediato). Sin embargo, discontinuidades discordantes en el movimiento aparente pueden ocurrir cuando los estados extrapolados no han alcanzado o han superado sustancialmente el estado descrito en una actualización subsiguiente. Con frecuencia, ello ocurre porque un operador ha realizado un giro brusco, ha presionado los frenos, ha virado o dado un volantazo para evitar una colisión, etc., que la extrapolación de una
50 actualización anterior no anticipa.

En el lenguaje de la simulación, proveer el mejor cálculo del estado actual del objeto es el trabajo de un "predictor" y es el trabajo de un "corrector" ocultar la discontinuidad aparente de los estados extrapolados de manera que sea lo más estéticamente agradable posible.

5 Lamentablemente, los sistemas de predictor-corrector aplicados a la fecha no logran un comportamiento estéticamente agradable y aparentemente realista para una amplia diversidad de tipos de objeto, o para el mismo tipo de objeto, sino bajo una amplia variedad de condiciones. Dicha necesidad se puede satisfacer parcialmente por la técnica de predicción de posición de objetos ("*dead reckoning*" en inglés). Dicha técnica se usa por los juegos en red y las herramientas de simulación para mover objetos simulados entre las actualizaciones. La técnica determina una posición prevista de un objeto mediante el uso de su último estado cinemático conocido (posición, velocidad, aceleración, orientación y velocidad angular). Las velocidades del objeto se pueden corregir, como se describe en las solicitudes de patente de Estados Unidos publicadas bajo los Nos. US2010/241692 y US2002/142843. Pero dichas soluciones de la técnica anterior no proveen una adaptación precisa de la reproducción al tipo y la dinámica de los objetos que se visualizarán. El resultado es un movimiento o comportamiento impredeciblemente brusco de un objeto manejado de forma remota. Ello puede hacer que los objetivos sean difíciles y frustrantes, para simulaciones donde apuntar y disparar a objetos sean los objetivos clave. De manera similar, puede hacer que seguir objetos manejados de forma remota sea difícil y frustrante en una simulación de conducción o vuelo. Por consiguiente, existe la necesidad de una mejor forma de presentar los movimientos de un objeto manejado de manera remota en una simulación interactiva distribuida. La presente solicitud provee esta y otras ventajas como será aparente a partir de la siguiente descripción detallada y las figuras anexas.

Compendio de la invención

20 Las realizaciones incluyen un método para presentar, de forma sustancialmente contemporánea, una simulación distribuida en múltiples dispositivos informáticos. Los múltiples dispositivos informáticos incluyen un primer dispositivo informático que ejecuta una primera porción de la simulación distribuida. La primera porción controla un objeto. Los múltiples dispositivos informáticos incluyen un segundo dispositivo informático que ejecuta una segunda porción de la simulación distribuida. La segunda porción genera una primera representación visual del objeto que puede visualizarse en un primer dispositivo de visualización. El segundo dispositivo informático incluye un estado visual asociado al objeto y a la primera representación visual. El estado visual incluye al menos un valor de parámetro. El segundo dispositivo informático recibe una actualización previa del primer dispositivo informático incluido un estado previo asociado a una segunda representación visual del objeto. El segundo dispositivo informático genera un estado previsto del objeto según al menos en parte el estado previo. El estado previsto incluye al menos una velocidad y al menos un valor de parámetro.

25 El segundo dispositivo informático recibe una actualización que incluye un nuevo estado asociado a una tercera representación visual del objeto del primer dispositivo informático. El nuevo estado incluye al menos un valor de parámetro. El segundo dispositivo informático establece al menos un valor de parámetro del estado previsto igual a al menos un valor de parámetro del nuevo estado, y determina una discrepancia entre el al menos un valor de parámetro del estado previsto y el al menos un valor de parámetro del estado visual. Cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, el segundo dispositivo informático modifica la al menos una velocidad del estado previsto. Cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático modifica al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto. El segundo dispositivo informático reproduce una cuarta representación visual del objeto según al menos en parte el estado visual y muestra la cuarta representación visual del objeto en el primer dispositivo de visualización.

30 La tercera representación visual del objeto puede visualizarse por el primer dispositivo informático en un segundo dispositivo de visualización, y la cuarta representación visual del objeto puede visualizarse por el segundo dispositivo informático en el primer dispositivo de visualización de manera sustancialmente contemporánea con la tercera representación visual del objeto que muestra el primer dispositivo informático en el segundo dispositivo de visualización.

35 En algunas realizaciones, el estado previsto es un primer estado previsto, y la discrepancia es una primera discrepancia. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático puede generar un segundo estado previsto (incluido al menos un valor de parámetro) según al menos en parte la al menos una velocidad del estado previsto. Cuando la segunda discrepancia es mayor que el segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático puede modificar el al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del segundo estado previsto. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático reproduce una quinta representación visual del objeto según al menos en parte el estado visual, y muestra la quinta representación visual del objeto en el primer dispositivo de visualización.

40 El segundo dispositivo informático puede obtener el primer valor umbral de un dispositivo de almacenamiento al que puede acceder el segundo dispositivo informático. El objeto puede tener un tipo, y el primer valor umbral puede almacenarse en una tabla almacenada en el dispositivo de almacenamiento. En dichas realizaciones, el primer valor umbral se asocia al tipo del objeto en la tabla. En algunas realizaciones, el al menos un valor de parámetro del nuevo estado incluye al menos una velocidad, y modificar la al menos una velocidad del estado previsto incluye obtener un

valor de choque asociado al tipo de objeto, y calcular la al menos una velocidad del estado previsto como una función del valor de choque, la discrepancia, y la al menos una velocidad del nuevo estado.

- 5 En algunas realizaciones, el al menos un valor de parámetro del estado visual incluye al menos una velocidad, y el al menos un valor de parámetro del estado previsto incluye al menos una velocidad. En dichas realizaciones, determinar la discrepancia entre el al menos un valor de parámetro del estado previsto y el al menos un valor de parámetro del estado visual puede incluir determinar una discrepancia entre la al menos una velocidad del estado previsto y la al menos una velocidad del estado visual. Cuando el al menos un valor de parámetro del nuevo estado incluye al menos una velocidad, la al menos una velocidad del estado previsto puede establecerse en un valor igual a la al menos una velocidad del nuevo estado.
- 10 En algunas realizaciones, modificar el al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto cuando la discrepancia es mayor que el segundo valor umbral incluye determinar si la discrepancia es mayor que un tercer valor umbral que es más grande que el segundo valor umbral. Cuando se determina que la discrepancia es mayor que el tercer valor umbral, el segundo dispositivo informático puede establecer el al menos un valor de parámetro del estado visual igual al al menos un valor de parámetro del estado
- 15 previsto. El segundo dispositivo informático puede determinar un estado mezclado cuando la discrepancia es menor que el tercer valor umbral. El estado mezclado se puede basar al menos en parte en el al menos un valor de parámetro del estado visual y el al menos un valor de parámetro del estado previsto. El estado mezclado puede incluir al menos un valor de parámetro, y el al menos un valor de parámetro del estado visual puede establecerse igual al al menos un valor de parámetro del estado mezclado.
- 20 En algunas realizaciones, el al menos un valor de parámetro del estado visual incluye al menos una de la información de posición e información de orientación, y el al menos un valor de parámetro del estado previsto incluye al menos una de la información de posición e información de orientación. En dichas realizaciones, determinar la discrepancia entre el al menos un valor de parámetro del estado previsto y el al menos un valor de parámetro del estado visual puede incluir
- 25 determinar una discrepancia entre la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado previsto y la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado visual. Cuando el al menos un valor de parámetro del nuevo estado incluye al menos una de la información de posición e información de orientación, la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado previsto se puede establecer igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación del nuevo estado.
- 30 La modificación del al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto cuando la discrepancia es mayor que el segundo valor umbral puede incluir determinar si la discrepancia es mayor que un tercer valor umbral, en donde el tercer valor umbral es mayor que el segundo valor umbral. Cuando se determina que la discrepancia es mayor que el tercer valor umbral, la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado visual puede establecerse igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado previsto.
- 35 El objeto puede tener un tipo y el tercer valor umbral puede almacenarse en una tabla y asociarse al tipo de objeto en la tabla. El segundo dispositivo informático puede obtener el tercer valor umbral de la tabla.
- 40 La modificación del al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto cuando la discrepancia es mayor que el segundo valor umbral puede incluir determinar un estado mezclado cuando la discrepancia es menor que el tercer valor umbral. El estado mezclado se puede basar al menos en parte en la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado visual y la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado previsto. En dichas realizaciones, el estado mezclado incluye al menos una de la información de posición e información de orientación. Después de determinar el estado mezclado, la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado visual puede establecerse igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado
- 45 mezclado.
- El estado mezclado puede determinarse al menos es parte según uno o más valores de parámetro asociados al tipo de objeto en realizaciones en las cuales el objeto tiene un tipo. El segundo y tercer valores umbral pueden almacenarse en una tabla y asociarse al tipo de objeto en la tabla. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático puede obtener el segundo y tercer valores umbral de la tabla.
- 50 El al menos un valor de parámetro del nuevo estado puede incluir un modo de control del objeto, y el segundo dispositivo informático puede seleccionar al menos uno del segundo y tercer valores umbral de múltiples primeros y segundos valores umbral según al menos en parte el modo de control del objeto. La sección se puede basar también al menos en parte en el tipo de objeto.

5 La modificación del al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto cuando la discrepancia es mayor que el segundo valor umbral puede incluir determinar un estado de colisión local, y modificar del estado visual según el estado de colisión local. Si la simulación distribuida incluye terreno, el segundo dispositivo informático puede repetir la determinación del estado de colisión local y la modificación del estado visual según el estado de colisión local hasta que el objeto no interpenetre sustancialmente el terreno.

10 La porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el primer dispositivo informático puede controlar una porción de los múltiples objetos y enviar actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la porción de los múltiples objetos al segundo dispositivo informático. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático recibe, del primer dispositivo informático, una actualización previa que incluye información de estado relacionada con un primer objeto de la porción de los múltiples objetos controlados por el primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático genera y muestra una primera representación visual del primer objeto según al menos en parte la información de estado relacionada con el primer objeto. El segundo dispositivo informático incluye información de estado visual asociada al primer objeto y a la primera representación visual. El segundo dispositivo informático recibe una nueva actualización que incluye información de estado del primer dispositivo informático, la nueva actualización habiendo sido recibida después de la actualización previa. El segundo dispositivo informático determina la información de estado previsto para el primer objeto según al menos en parte la información de estado de la actualización previa. La información de estado previsto incluye al menos un valor de velocidad. El segundo dispositivo informático determina si la información de estado de la nueva actualización se relaciona con el primer objeto. Cuando la información de estado de la nueva actualización se relaciona con el primer objeto, el segundo dispositivo informático establece al menos una porción de la información de estado previsto igual a al menos una porción de la información de estado de la nueva actualización. El segundo dispositivo informático determina una discrepancia entre la información de estado visual y la información de estado previsto. Cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, el segundo dispositivo informático modifica el al menos un valor de velocidad de la información de estado previsto, y cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático modifica la información de estado visual según al menos en parte la información de estado previsto. El segundo dispositivo informático reproduce una segunda representación visual del objeto según al menos en parte la información de estado visual, y muestra la segunda representación visual del objeto en el dispositivo de visualización.

30 En algunas realizaciones, la información de estado previsto es una primera información de estado previsto, y la discrepancia es una primera discrepancia. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático genera una segunda información de estado previsto según al menos en parte la al menos una velocidad de la primera información de estado previsto, y determina una segunda discrepancia entre la información de estado visual y la segunda información de estado previsto. Cuando la segunda discrepancia es mayor que el segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático modifica la información de estado visual según al menos en parte la segunda información de estado previsto. El segundo dispositivo informático reproduce una tercera representación visual del objeto según al menos en parte la información de estado visual, y muestra la tercera representación visual del objeto en el dispositivo de visualización.

40 En algunas realizaciones, la porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático controla una segunda porción de los múltiples objetos. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático envía actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción de los múltiples objetos al primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático puede recibir entradas de usuario mediante un dispositivo de interfaz de usuario, que cambia el estado de un objeto seleccionado de la segunda porción de los múltiples objetos. El segundo dispositivo informático puede crear una actualización que incluya información de estado relacionada con el objeto seleccionado, y enviar la actualización relacionada con el objeto seleccionado al primer dispositivo informático. En algunas realizaciones, un servidor se conecta a los múltiples dispositivos informáticos en la red. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático puede enviar actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción de los múltiples objetos al servidor para reenviarlas así a otros de los múltiples dispositivos informáticos.

50 Algunas realizaciones incluyen un método en el cual el segundo dispositivo informático recibe una actualización previa del primer dispositivo informático. La actualización previa incluye información de estado relacionada con un primer objeto de la porción de los múltiples objetos controlados por el primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático genera y muestra una primera representación visual del primer objeto según al menos en parte la información de estado relacionada con el primer objeto. La información de estado visual se asocia al primer objeto y a la primera representación visual. El segundo dispositivo informático recibe una nueva actualización del primer dispositivo informático después de la actualización previa. La nueva actualización incluye información de estado. El segundo dispositivo informático determina información de estado previsto para el primer objeto según al menos en parte la información de estado de la actualización previa. El segundo dispositivo informático determina si la información de estado de la nueva actualización se relaciona con el primer objeto y, cuando la información de estado de la nueva actualización se relaciona con el primer objeto, el segundo dispositivo informático establece al menos una porción de la información de estado previsto igual a al

5 menos una porción de la información de estado de la nueva actualización. El segundo dispositivo informático determina una discrepancia entre la información de estado visual y la información de estado previsto. Cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, el segundo dispositivo informático establece al menos una porción de la información de estado visual igual a al menos una porción de la información de estado previsto. Cuando la discrepancia es menor que el primer valor umbral y mayor que el segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático determina información de estado mezclado según al menos en parte la información de estado visual y la información de estado previsto, y establece al menos una porción de la información de estado visual igual a al menos una porción de la información de estado mezclado. El primer valor umbral es mayor que el segundo valor umbral. El segundo dispositivo informático reproduce una segunda representación visual del primer objeto según al menos en parte la información de estado visual; y muestra la segunda representación visual del primer objeto en el dispositivo de visualización.

15 Algunas realizaciones incluyen un método para su uso con múltiples dispositivos informáticos conectados entre sí en una red y cada uno de los cuales ejecuta una porción de una simulación distribuida incluidos múltiples objetos. La porción se ejecuta en un primero de los múltiples dispositivos informáticos que controlan una primera porción de los múltiples objetos y envían actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la primera porción de los múltiples objetos a un segundo de los múltiples dispositivos informáticos. La porción se ejecuta en el segundo dispositivo informático que controla una segunda porción de los múltiples objetos y que envía actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción de los múltiples objetos al primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático reproduce una primera representación visual de un primer objeto de la primera porción de los múltiples objetos, y una primera representación visual de un segundo objeto de la segunda porción de los múltiples objetos. La primera representación visual del primer objeto se asocia a la información de estado visual. El segundo dispositivo informático recibe una entrada, mediante un dispositivo de entrada de usuario, que cambia la primera representación visual del segundo objeto, y ocasionalmente recibe actualizaciones del primer dispositivo informático utilizables por el segundo dispositivo informático para modificar la primera representación visual del primer objeto. Cada una de las actualizaciones recibidas del primer dispositivo informático incluye información de estado relacionada con el primer objeto. Mientras la primera representación visual del segundo objeto cambia, el segundo dispositivo informático envía, ocasionalmente, actualizaciones al primer dispositivo informático en la red. Las actualizaciones incluyen información de estado relacionada con el segundo objeto utilizable por el primer dispositivo informático para modificar una segunda representación visual del segundo objeto. El segundo dispositivo informático ocasionalmente genera información de estado previsto para el primer objeto que incluye al menos una velocidad. Después de recibir cada una de las actualizaciones en el segundo dispositivo informático, el segundo dispositivo informático establece la información de estado previsto igual a la información de estado de la actualización. El segundo dispositivo informático determina una discrepancia entre la información de estado previsto y la información de estado visual asociadas a la primera representación visual del primer objeto. Cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, el segundo dispositivo informático actualiza la información de estado previsto cambiando la al menos una velocidad. Cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático modifica la información de estado visual asociada a la primera representación visual del primer objeto según al menos en parte la información de estado previsto. El segundo dispositivo informático vuelve a reproducir la primera representación visual del segundo objeto según al menos en parte la información de estado visual.

40 El primer objeto puede tener un tipo, y el primer y segundo valores umbral se pueden almacenar en una tabla y asociarse al tipo del objeto en la tabla. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático puede consultar el primer y segundo valores umbral en la tabla.

45 La modificación de la información de estado visual asociada a la primera representación visual del primer objeto según al menos en parte la información de estado previsto cuando la discrepancia es mayor que el segundo valor umbral puede incluir establecer la información de estado visual igual a la información de estado previsto cuando la discrepancia es mayor que un tercer valor umbral. Por otro lado, cuando la discrepancia es menor que el tercer valor umbral y mayor que el segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático puede determinar información de estado mezclado según al menos en parte la información de estado visual y la información de estado previsto, y establecer la información de estado visual igual a la información de estado mezclado. En dichas realizaciones, el tercer valor umbral es mayor que el segundo valor umbral.

50 Las realizaciones incluyen uno o más medios legibles por ordenador que almacenan instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores, llevan a cabo uno o más de los métodos descritos más arriba. Por ejemplo, uno o más medios legibles por ordenador que almacenan instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores, llevan a cabo un método para su uso con un primer dispositivo informático que ejecuta una primera porción de una simulación distribuida, la primera porción controlando un objeto. El método que incluye ejecutar una segunda porción de la simulación distribuida, la segunda porción generando una primera representación visual del objeto que se puede visualizar en un primer dispositivo de visualización. Un estado visual se asocia al objeto y a la primera representación visual. El estado visual puede incluir al menos un valor de

parámetro. El método puede además incluir generar un estado previsto del objeto según al menos en parte un estado previo incluido en una actualización previa recibida del primer dispositivo informático. El estado previo se puede asociar a una segunda representación visual del objeto. El estado previsto incluye al menos una velocidad y al menos un valor de parámetro. El método puede incluir además recibir una actualización del primer dispositivo informático. La actualización puede incluir un nuevo estado asociado a una tercera representación visual del objeto. El nuevo estado puede incluir al menos un valor de parámetro. El método puede además incluir establecer el al menos un valor de parámetro del estado previsto igual al al menos un valor de parámetro del nuevo estado, y determinar una discrepancia entre el al menos un valor de parámetro del estado previsto y el al menos un valor de parámetro del estado visual. Cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, la al menos una velocidad del estado previsto se modifica. Cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, al menos un valor de parámetro del estado visual se modifica según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto. El método puede además incluir reproducir una cuarta representación visual del objeto según al menos en parte el estado visual, y mostrar la cuarta representación visual del objeto en el primer dispositivo de visualización.

El estado previsto puede ser un primer estado previsto, y la discrepancia puede ser una primera discrepancia. En dicha realización, el método puede además incluir generar un segundo estado previsto según al menos en parte la al menos una velocidad del estado previsto. El segundo estado previsto incluye al menos un valor de parámetro. Cuando la segunda discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, el al menos un valor de parámetro del estado visual se modifica según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del segundo estado previsto. El método puede incluir además reproducir una quinta representación visual del objeto según al menos en parte el estado visual, y mostrar la quinta representación visual del objeto en el primer dispositivo de visualización.

La modificación del al menos un valor de parámetro del estado visual según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado previsto cuando la discrepancia es mayor que el segundo valor umbral puede incluir determinar si la discrepancia es mayor que un tercer valor umbral. El tercer valor umbral es mayor que el segundo valor umbral. Cuando se determina que la discrepancia es mayor que el tercer valor umbral, el al menos uno del valor de parámetro del estado visual se establece igual al al menos uno del valor de parámetro del estado previsto. Por otro lado, cuando se determina que la discrepancia es menor que el tercer valor umbral, un estado mezclado se determina según al menos en parte el al menos un valor de parámetro del estado visual y el al menos un valor de parámetro del estado previsto. El estado mezclado incluye al menos un valor de parámetro. El al menos un valor de parámetro del estado visual se establece igual al al menos un valor de parámetro del estado mezclado.

Las realizaciones incluyen un sistema para implementar una simulación distribuida que incluye múltiples objetos. El sistema incluye múltiples dispositivos informáticos conectados entre sí en una red, cada dispositivo informático configurándose para ejecutar una porción de la simulación distribuida. Un primer dispositivo informático de los múltiples dispositivos informáticos ejecuta una primera porción de la simulación distribuida que controla una porción de los múltiples objetos y envía actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la porción de los múltiples objetos a un segundo de los múltiples dispositivos informáticos. El segundo dispositivo informático se puede configurar para recibir del primer dispositivo informático una actualización previa que incluye información de estado relacionada con un primer objeto de la porción de los múltiples objetos controlados por el primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático se puede configurar además para generar una primera representación visual del primer objeto según al menos en parte la información de estado relacionada con el primer objeto, y mostrar la primera representación visual en un dispositivo de visualización. El segundo dispositivo informático tiene información de estado visual asociada al primer objeto y a la primera representación visual. El segundo dispositivo informático se puede configurar además para recibir una nueva actualización que incluye información de estado del primer dispositivo informático, la nueva actualización habiéndose recibido después de la actualización previa. El segundo dispositivo informático se puede configurar además para determinar información de estado previsto para el primer objeto según al menos en parte la información de estado de la actualización previa, la información de estado previsto incluyendo al menos un valor de velocidad. El segundo dispositivo informático se puede configurar además para determinar si la información de estado de la nueva actualización se relaciona con el primer objeto y, cuando la información de estado de la nueva actualización se relaciona con el primer objeto, establecer al menos una porción de la información de estado previsto igual a al menos una porción de la información de estado de la nueva actualización. El segundo dispositivo informático se puede configurar además para determinar una discrepancia entre la información de estado visual y la información de estado previsto. Cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, el segundo dispositivo informático puede modificar el al menos un valor de velocidad de la información de estado previsto. Cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático puede modificar la información de estado visual según al menos en parte la información de estado previsto. El segundo dispositivo informático reproduce una segunda representación visual del objeto según al menos en parte la información de estado visual, y muestra la segunda representación visual del objeto en el dispositivo de visualización.

5 En realizaciones en las cuales la información de estado previsto es una primera información de estado previsto, la discrepancia es una primera discrepancia, el segundo dispositivo informático se puede configurar además para generar una segunda información de estado previsto según al menos en parte la al menos una velocidad de la primera información de estado previsto, y determinar una segunda discrepancia entre la información de estado visual y la segunda información de estado previsto. Cuando la segunda discrepancia es mayor que el segundo valor umbral, el segundo dispositivo informático puede modificar la información de estado visual según al menos en parte la segunda información de estado previsto, el segundo dispositivo informático reproduce una tercera representación visual del objeto según al menos en parte la información de estado visual, y muestra la tercera representación visual del objeto en el dispositivo de visualización.

10 La porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático puede controlar una segunda porción de los múltiples objetos. En dichas realizaciones, el segundo dispositivo informático se puede configurar además para enviar actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción de los múltiples objetos al primer dispositivo informático. El segundo dispositivo informático se puede configurar para recibir una entrada de usuario mediante un dispositivo de interfaz de usuario, la entrada de usuario cambiando un estado de un objeto seleccionado de la segunda porción de los múltiples objetos, crear una actualización que incluye información de estado relacionada con el objeto seleccionado, y enviar la actualización relacionada con el objeto seleccionado al primer dispositivo informático. El sistema puede incluir un servidor conectado a los múltiples dispositivos informáticos en la red. El segundo dispositivo informático se puede configurar para enviar actualizaciones relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción de los múltiples objetos al servidor para reenviarlas así a otros de los múltiples dispositivos informáticos.

20 **Breve descripción de las diferentes vistas de los dibujos**

Los aspectos de la presente invención serán aparentes tras considerar la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos anexos, en los cuales iguales caracteres de referencia se refieren a partes iguales, y en los cuales:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema para una simulación interactiva distribuida;

25 la Figura 2 es un diagrama que muestra representaciones locales de una simulación interactiva distribuida compartida entre dos estaciones del sistema de la Figura 1;

la Figura 3 es un diagrama de bloques de una porción de una consola del sistema de la Figura 1 que muestra los módulos predictor-interpolador y sus interconexiones;

30 la Figura 4 es un diagrama de flujo para el proceso de interpolación de estado de objetos remotamente manejados que se puede llevar a cabo por al menos una porción del sistema de la Figura 1;

la Figura 5A es una tabla de criterios y parámetros apropiados para manejar objetos dinámicos a modo de ejemplo de un primer tipo a modo de ejemplo, a saber un tipo de vehículo todo terreno, que funciona en diferentes modos y condiciones;

35 la Figura 5B es una tabla de criterios y parámetros apropiados para manejar objetos dinámicos a modo de ejemplo de un segundo tipo a modo de ejemplo, a saber un tipo de objeto volador, que funciona en diferentes modos y condiciones; y

la Figura 6 es un diagrama de un entorno de hardware y un entorno de funcionamiento en el cual una o más de las consolas de juego del sistema de la Figura 1 se pueden implementar.

Descripción detallada de la invención

40 En la presente memoria descriptiva se usa el contexto de un juego de ordenador, a modo de ejemplo y para una mejor descripción, cuando se describe una simulación distribuida. Sin embargo, la aplicabilidad de los sistemas y métodos descritos en la presente memoria no se limitan al uso con juegos de ordenador y se pueden usar para otros tipos de simulaciones distribuidas. Asimismo, para las realizaciones descritas, no se supone un reloj distribuido. En su lugar, predicciones de alta calidad basadas en una corriente en curso de actualizaciones que tienen latencia típica se pueden usar para producir una presentación coherente de la simulación interactiva distribuida. Los resultados de dichas suposiciones pueden degradarse si la latencia varía ampliamente en un intervalo corto, pero, sin embargo, pueden proveer una simulación compartida satisfactoria generalmente coherente. Mientras los sistemas y métodos descritos en la presente memoria pueden funcionar con respecto a simulaciones distribuidas que tienen la misma velocidad de trama y tasa de actualización en todas las estaciones, ello no constituye una suposición ni un requisito. Por consiguiente, en las realizaciones descritas, cada incremento consecutivo en la simulación distribuida en cada estación no corresponde a un tiempo o indicación de tiempo particular, diferente de "ahora", y las actualizaciones que ocurren de forma simultánea en el mundo real parecerá que ocurren, después de una breve latencia, en todas las estaciones participantes, aunque,

debido a las latencias y limitaciones descritas más arriba en la Sección de Antecedentes, los efectos de las actualizaciones producidas para los objetos manejados por una estación pueden no verse en algunas otras estaciones hasta unas pocas iteraciones más tarde.

5 A modo de resumen no limitado, se aceptan las actualizaciones relativas a un modelo basado en la física controlado de forma remota de un objeto de una simulación interactiva distribuida. Bajo condiciones predeterminadas con respecto al objeto, un impulso o "choque de velocidad " se determina, escala y agrega a la actualización para formar una predicción actual de la posición correcta del objeto simulado. Cada iteración subsiguiente de la simulación basada en la física provee un nuevo estado previsto, hasta que se reciba una nueva actualización. Un modelo visual separado se mantiene para aliviar discontinuidades visibles en el estado previsto o actualizado. Sin embargo, el modelo visual continuamente converge hacia la predicción actual, con un nuevo estado del modelo visual determinándose a partir del estado previo, su discrepancia respecto a la predicción actual, y ciertos criterios y parámetros predeterminados con respecto al objeto que se representa. También en relación con el modelo visual se encuentra un sistema de colisión para detectar la interacción con otros objetos, en especial proyectiles. De manera conjunta, dichas características proveen una presentación visual más estéticamente agradable que parece más realista y más correcta (p.ej., cuando se persigue o apunta a vehículos simulados) que las simulaciones interactivas distribuidas anteriores.

10 Con referencia a la Figura 1, el sistema de simulación interactiva distribuida 100 incluye una estación local 110, designada como la estación local para un usuario (no se muestra), y múltiples estaciones remotas 140, todas las cuales pueden comunicarse con el servidor 130 en una red 120 (p.ej., Internet). En la realización ilustrada, las estaciones remotas 140 incluyen estaciones remotas 140A, 140B y 140C. Sin embargo, ello no constituye un requisito y las estaciones remotas 140 pueden incluir cualquier cantidad de estaciones remotas. Como se explica más abajo, las estaciones 110, 140A, 140B y 140C pueden comunicarse, de forma selectiva, entre sí.

Mediante el uso del ejemplo de un sistema de juegos distribuido, el servidor 130 es un servidor de red de juegos que permite a los usuarios en cada estación conectada encontrarse entre sí y organizar y unirse a juegos.

25 Cada una de las estaciones 110, 140A, 140B, 140C incluye un dispositivo informático, el cual se puede implementar como una consola de juegos 111, 142, 144, 146, respectivamente. A modo de ejemplo no restrictivo, las consolas de juegos 111, 142, 144, 146 pueden, cada una, implementarse como una Xbox360, fabricada por Microsoft Corporation de Redmond, Washington. Además, cada una de las estaciones 110, 140A, 140B, 140C incluye un controlador 113, 143, 145, 147, respectivamente. Aunque cada una de las estaciones 110, 140A, 140B, 140C incluye también una visualización, solo la visualización 112 de la estación local 110 se muestra en la Figura 1. La consola 111 de la estación local 110 se comunica con el servidor 130, a través de la conexión 121. Las consolas 142, 144, 146 de las estaciones remotas 140 se comunican con el servidor 130, a través de las conexiones 122, 123, 124, respectivamente.

30 En algunas realizaciones, la consola 111 puede comunicarse directamente con cada una de las consolas 142, 144, 146, en canales de comunicación 152, 153, 154, respectivamente, mientras las consolas 111, 142, 144, 146 se unen en una simulación interactiva distribuida como, por ejemplo, un juego de ordenador. En otras realizaciones, el servidor 130 maneja la comunicación entre las estaciones 110, 140A, 140B, 140C. Dichas realizaciones puede ser apropiadas para simulaciones muy grandes, con muchas estaciones porque el ancho de banda de subida es comúnmente más limitado que el ancho de banda de descarga, aunque el volumen de comunicaciones de la estación local 110 a cada una de las estaciones remotas 140 es aproximadamente igual al volumen de las estaciones remotas 140 a la estación local 110. Al permitir al servidor 130 "transmitir", de manera efectiva, actualizaciones de la consola local 111 a cada una de las consolas remotas 142, 144, 146, una carga de transmisión considerable se facilita desde la consola 111. Sin embargo, con el fin de simplificar más la descripción, nos centraremos en las dos consolas 111 y 142 y consideraremos solamente la comunicación entre ellas, ya sea mediada por un servidor 130 o no. Sin embargo, como apreciarán las personas con experiencia ordinaria en la técnica, las comunicaciones entre cualquier par de consolas 111, 142, 144, 146 puede funcionar de manera similar.

45 Por consiguiente, en la Figura 2, se muestran algunos de los trabajos internos de una simulación interactiva distribuida. Cada una de las consolas 111 y 142 mantiene una representación local correspondiente de la simulación distribuida como datos. La representación local mantenida en la consola 111 se ilustra como una simulación local 200. La representación local mantenida en la consola 142 se ilustra como una simulación local 250. La simulación distribuida incluye objetos estáticos y objetos dinámicos. Cada una de las simulaciones locales 200, 250 incluye un objeto separado para cada uno de los objetos estáticos y dinámicos de la simulación distribuida. Por ejemplo, la simulación local 200 incluye objetos estáticos 201 que corresponden a objetos estáticos 251 en la simulación local 250. De manera similar, la simulación local 200 incluye objetos dinámicos 202, 203, 204 que corresponden a objetos estáticos 252, 253, 254, respectivamente, en la simulación local 250.

55 Cada una de las consolas 111, 142, 144, 146 es responsable de controlar los objetos particulares. Por ejemplo, el jugador en la consola 111 puede usar un controlador 113 para proveer entradas al módulo de control de modelo local

- 220, controlando el objeto dinámico 202 (p.ej., un vehículo simulado). En el presente ejemplo, el módulo de control de modelo local 220 también controla el objeto dinámico 204, el cual puede ser, por ejemplo, una mina, un proyectil, explosión, caja, u otro objeto dinámico. Los objetos estáticos 201, normalmente incluyen terreno y, con frecuencia, edificios, son estáticos y no los controla el controlador 113. Ocasionalmente (p.ej., de forma periódica), el módulo de control de modelo local 220 envía una actualización 152A (p.ej., mediante el canal 152) al módulo de control de modelo remoto 280 en la consola remota 142. El módulo de control de modelo remoto 280 es responsable de controlar objetos dinámicos 252 y 254 en la simulación local 250, los cuales son iguales a los objetos dinámicos 202 y 204 en la simulación local 200.
- 5
- 10 Para cada uno de al menos una porción de los objetos dinámicos (p.ej., objetos dinámicos 202 y 204) de los cuales el controlador 111 es responsable, cada actualización 152A puede incluir una identificación del objeto dinámico, información de tipo para el objeto dinámico e información de estado para el objeto dinámico identificado, la cual puede incluir una indicación del modo de funcionamiento (p.ej., "con control" o "sin control") del objeto dinámico. En algunas realizaciones, dicha información se puede incluir en una o más actualizaciones.
- 15 En cambio, el módulo de control de modelo local 270 recibe una entrada del controlador de juego 143 para manejar el objeto dinámico 253 (p.ej., otro vehículo). Las actualizaciones 152B enviadas del módulo de control de modelo local 270 al módulo de control de modelo remoto 230 se usan para controlar al menos una porción de los objetos dinámicos en la simulación local 200. En el presente ejemplo, las actualizaciones 152B controlan el objeto 203 por lo cual el objeto 253 (p.ej., el vehículo "conducido" por el usuario) de la consola 142 aparece en la estación 110 con la consola 111 como objeto 203.
- 20 Para cada uno de al menos una porción de los objetos dinámicos (p.ej., objeto dinámico 253) de los cuales el controlador 142 es responsable, cada actualización 152B puede incluir una identificación del objeto dinámico, información de tipo para el objeto dinámico e información de estado para el objeto dinámico identificado, la cual puede incluir una indicación del modo de funcionamiento (p.ej. "con control" o "sin control") del objeto dinámico. En algunas realizaciones, dicha información se puede incluir en una o más actualizaciones.
- 25 Los objetos estáticos 251 en la simulación local 250 corresponden a objetos 201 en la simulación local 200.
- La Figura 3 muestra trabajos internos 300 del módulo de control de modelo remoto 230 de la consola 111, a medida que recibe actualizaciones 152B de la consola 142 en el módulo predictor 310.
- 30 El módulo predictor 310 toma la actualización 152B más recientemente recibida y la compara con valores predeterminados en la tabla de normas 321 correspondiente al objeto (p.ej., objeto dinámico 203) representado en la actualización 152B. Para una mejor ilustración, la actualización más recientemente recibida representa el objeto dinámico 203. Si existe una discrepancia suficiente entre el estado visual 323 local y la actualización de simulación remota más reciente, un impulso, o "choque" se determina a partir de la discrepancia e información adicional en la tabla de normas 321 con respecto al objeto dinámico 203 y se aplica al modelo físico del objeto dinámico 203. Esto aumenta, efectivamente, ciertos vectores de velocidad usados para extrapolar el estado futuro del objeto dinámico 203 en iteraciones subsiguientes. Ello se describe en mayor detalle más abajo, en conjunto con las Figuras 4, 5A y 5B. El módulo predictor 310 ejecuta un modelo físico detallado para el objeto dinámico 203 y permite así que se lleven a cabo mejores predicciones en las iteraciones subsiguientes de la simulación local 200. El choque aplicado a la representación física local es, de alguna manera, análogo a una "acentuación" en el procesamiento de la imagen, donde una discontinuidad se mejora en cierta cantidad. En el presente caso, el choque se inyecta como un impulso en el modelo físico, y su efecto será observable solamente en iteraciones subsiguientes de la simulación local 200. Cuando llega una nueva actualización 152B, la próxima iteración de la simulación local 200 usa el estado del objeto dinámico 253 manejado de forma remota como se representa en la nueva actualización, y puede añadir un choque de velocidad para producir un nuevo estado previsto 311. En iteraciones subsiguientes de la simulación local 200, una simulación física detallada extrapola desde el estado previsto 311 actual para obtener un nuevo estado previsto 311.
- 35
- 40 Sin embargo, donde el estado previsto 311 local se usa directamente para dirigir la visualización 112, probablemente habrá una discontinuidad en los movimientos suaves del estado previsto 311 local cada vez que llega una nueva actualización 152B de simulación remota, dado que probablemente contenga información que la actualización anterior 152B no ha anticipado.
- 45 Para remediar esto, el módulo interpolador 320 intenta mover un estado visual 323 local en una manera estéticamente agradable hacia el estado previsto 311 local actual mediante el uso de la tabla de normas 321. El valor anterior del estado visual 323 local se usa como una base, de modo que, en general, mientras las nuevas actualizaciones 152B afectan, de forma discontinua, el estado previsto 311 local, las imágenes del objeto producido por el módulo de reproducción 350 para la visualización 112 muestran un movimiento estéticamente agradable, en general con
- 50

discontinuidades ocultas. Como resultado, el estado visual 323 converge, continuamente, con el tiempo hacia el estado previsto 311 actual.

5 El módulo interpolador 320 también mantiene un estado de colisión local 322. Sin embargo, antes que reproducirse para que lo vea el jugador, el volumen de colisión del objeto se desplaza lógicamente con el modelo visual. Ello mejora el realismo del objetivo simulado, como con armas de proyectil, y colisiones de vehículos. La "solidez" de los objetos en el mundo es apropiada y corresponde a las ubicaciones de los objetos. Por ejemplo, se puede disparar a un objeto cuando se lo ve (como cuando se lo detecta con un módulo de detección de colisión de proyectil 340), o en un módulo interpolador complejo 310, un vehículo que parece golpear un obstáculo, daña dicho obstáculo (o el obstáculo daña el vehículo) y puede rebotar desde aquel, afectando el estado visual 323 local.

10 La apariencia del movimiento del objeto se puede mejorar por el choque inyectado en el modelo físico por el módulo predictor 310 según los criterios y parámetros para los objetos en la tabla de normas 321, y los criterios y parámetros también contenidos allí para su uso por el módulo interpolador 320, descrito en detalle más abajo en conjunto con las Figuras 4, 5A y 5B.

15 La Figura 4 muestra un proceso 400 que se puede llevar a cabo por el módulo de control de modelo remoto 230 (es preciso ver las Figuras 2 y 3). En el bloque 401, comienza una iteración de la simulación local 200 en la cual el objeto dinámico 203 se maneja de forma remota por el módulo de control de modelo local 270.

20 A continuación, en el bloque de decisión 402, se lleva a cabo una determinación con respecto a si una nueva actualización 152B para el objeto dinámico 203 se ha recibido del módulo de control de modelo local 270. Si la decisión en el bloque de decisión 402 es "Sí", una nueva actualización 152B para el objeto dinámico 203 se ha recibido y en el bloque 403, el estado previsto 311 se establece igual al estado provisto en la actualización. Entonces, el módulo de control de modelo remoto 230 avanza al bloque 405. De lo contrario, si la decisión en el bloque de decisión 402 es "NO", no se ha recibido ninguna nueva actualización 152B y, en el bloque 404, un modelo físico detallado se ejecuta para el objeto dinámico 203 para proveer un nuevo valor al estado previsto 311. Entonces, el módulo de control de modelo remoto 230 avanza al bloque 405.

25 En el bloque 405, se computa la discrepancia entre el nuevo estado previsto 311 y el estado visual 323 actual.

En iteraciones anteriores del proceso 400, el estado visual 323 local se puede haber establecido, pero si no se ha inicializado, se puede haber establecido con el valor actual del estado previsto 311. Incluso si ello no se ha llevado a cabo, el proceso 400 convergirá, rápidamente, por el diseño, en un valor apropiado para el estado visual 323.

30 Entonces, el módulo de control de modelo remoto 230 avanza al bloque de decisión 406. La decisión en el bloque de decisión 406 es "Sí" cuando ha habido una nueva actualización 152B en el bloque 402 y la discrepancia computada en el bloque 405 supera uno o más valores indicados para el modo actual de funcionamiento del objeto dinámico 203. Cuando la decisión en el bloque de decisión 406 es "Sí", en el bloque 407, un impulso o "choque de velocidad" (o "choque") se aplica al estado previsto. Esto no mueve la representación "física" prevista del objeto dinámico 203, pero altera las velocidades en la representación para producir diferentes resultados en iteraciones futuras del modelo físico en el bloque 404. Luego, el módulo de control de modelo remoto 230 avanza al bloque de decisión 408.

35 Cuando la decisión en el bloque de decisión 406 es "NO", el módulo de control de modelo remoto 230 avanza al bloque de decisión 408.

40 Independientemente de si se aplica o no un choque en el bloque 407, el procesamiento continúa en el bloque de decisión 408 donde se lleva a cabo un control sobre si la discrepancia es mayor que un valor "grande" predeterminado desde la porción de la tabla de normas 321 con respecto al objeto dinámico 203 y su estado previsto 311 localmente asociado. Una descripción más detallada del control que se lleva a cabo en el bloque de decisión 408 se provee en las Figuras 5A y 5B, y la descripción relacionada más abajo. Si en el bloque de decisión 408 se determina que la discrepancia es "grande", la decisión en el bloque de decisión 408 es "Sí" y el proceso continúa en el bloque 409. Por otro lado, si la decisión en el bloque de decisión 408 es "NO", el proceso continúa en el bloque de decisión 410.

45 En el bloque 409, se determina que el nuevo valor para el estado visual 323 es el valor actual del estado previsto 311, y la presentación del objeto "deformará" (p.ej., saltará instantáneamente a) la nueva posición. Luego, en el bloque 412, dicho valor recientemente determinado se aplica al estado visual 323.

50 En algunas realizaciones, en el bloque 412, el estado visual actualizado se modifica además mientras el modelo de objeto se adapta al nuevo estado, por ejemplo, las ruedas de un vehículo se pueden ajustar por un proceso de seguimiento de terreno para mantener las ruedas en contacto aparente con el suelo, o dejar que las ruedas parezcan colgar de manera apropiada desde la suspensión cuando el vehículo "toma aire" en un salto (a saber, cuando la posición y orientación definidas por el nuevo estado visual coloca la rueda lo suficientemente alta por encima del terreno).

De manera sustancialmente coincidente con el estado visual 323 recientemente determinado se encuentra el estado de colisión local 322, al menos en su raíz jerárquica. Es decir, el volumen de colisión definido por el artista para detectar el impacto con obstáculos o proyectiles tiene esencialmente la relación prevista con el modelo visual que el artista ha provisto para la reproducción del objeto. Normalmente, un volumen de colisión se simplifica de forma radical respecto al modelo visual para proveer el módulo de reproducción 350, para realizar cálculos de interferencia objeto-terreno, objeto-objeto, y objeto-proyectil sustancialmente más simples, por ejemplo en el módulo de detección de colisión de proyectil 340.

En algunas realizaciones, el estado de colisión local 322 se puede usar por el módulo interpolador 320, incluso de forma iterativa, para ajustar el estado visual en el bloque 412, por ejemplo, para asegurar que el objeto no parezca interpenetrar el terreno.

Finalmente, el procedimiento para llevar a cabo estos ajustes adicionales en el estado visual 323 y el estado de colisión 322 puede variar con cada clase o tipo de objeto, y es, esencialmente, una decisión de modelado estético.

Después de haber completado los ajustes en el estado visual 323, el proceso 400 finaliza con respecto al objeto dinámico 203 en el bloque 413.

Sin embargo, si en el bloque de decisión 408 el control descubre que la discrepancia no es "grande" (a saber, la decisión en el bloque de decisión 408 es "NO") en el bloque de decisión 410, se lleva a cabo un control para determinar si la discrepancia es mayor que un valor "pequeño" predeterminado, donde el valor "pequeño" apropiado se selecciona de la tabla de normas 321 por el estado previsto 311 del objeto dinámico 203. Nuevamente, una descripción más detallada del control llevado a cabo en el bloque de decisión 408 se provee en las Figuras 5A y 5B, y la descripción relacionada más abajo. Si la discrepancia es mayor que "pequeña", la decisión en el bloque de decisión 410 es "SI" y en el bloque 411 el nuevo valor para el estado visual 323 se determina como una "mezcla" (o promedio ponderado) del estado visual 323 actual y el estado previsto actual, las limitaciones de ponderación y otras con respecto al estado previsto del objeto dinámico 203 proviniendo de la tabla de normas 321, con distintos valores para la comparación y manipulación de las porciones de posición y rotación del estado visual 323. Luego, el nuevo valor para el estado visual 323 se aplica en el bloque 412.

Pero, si la discrepancia no supera el control en el bloque de decisión 410 para "pequeño", la decisión en el bloque de decisión 410 es "NO" y no se lleva a cabo modificación alguna y el estado visual 323 permanece sin cambios en la presente iteración. El examen o control para una discrepancia pequeña llevado a cabo en el bloque de decisión 410 promueve a los objetos a que "descansen" visualmente. En el presente caso, el proceso 400 finaliza en el bloque 413 para la presente iteración con respecto al objeto dinámico 203.

En diferentes realizaciones, o incluso solo para diferentes tipos (o clases) de objetos, o para el mismo objeto pero en diferentes modos, los exámenes o controles llevados a cabo en los bloques de decisión 406, 408 y 410 con respecto a la magnitud de la discrepancia determinada en el bloque 405 pueden usar medidas colectivas, o pueden analizar solamente ciertas porciones de la discrepancia, como se refleja en la tabla de normas 321. Por ejemplo, las medidas lineales de posición son difíciles de comparar con medidas de rotación (orientación). Por consiguiente, las porciones de posición y rotación del estado se comparan, con frecuencia, de forma separada y, en algunas realizaciones, si una porción supera un valor predeterminado correspondiente para cada porción, entonces se determina que se ha superado toda la discrepancia. En algunas realizaciones, o para algunos objetos, porciones adicionales de posición se pueden considerar importantes y se les pueden dar valores particulares en la tabla de normas 321. Por ejemplo, para bípedos que saltan (p.ej., personas, alienígenas y similares), se puede desear una rienda más ajustada en la discrepancia para su trayectoria sobre el terreno, es decir, su posición en el plano x-y que su altitud respecto a aquella. Para objetos como, por ejemplo, bípedos que pueden saltar, un valor predeterminado separado puede accionarse más estrictamente desde la porción de la discrepancia que se proyecta en el plano x-y, con un valor total predeterminado menos estricto (a saber, más grande) para la porción de posición total de la discrepancia, es decir, en xyz).

Las Figuras 5A y 5B proveen, cada una, una porción a modo de ejemplo de la tabla de normas 321. La Figura 5A incluye criterios y parámetros a modo de ejemplo para su uso con un primer tipo de objeto dinámico, a saber un objeto tipo vehículo todo terreno ("ATV") simulado 500. La Figura 5B incluye criterios y parámetros a modo de ejemplo para su uso con un segundo tipo de objeto dinámico, a saber un objeto tipo volador 530. Los criterios y parámetros provistos en las Figuras 5A y 5B son para implementaciones a modo de ejemplo y no pretenden ser restrictivos. Además, la tabla de normas 321 puede incluir porciones para tipos de objetos dinámicos diferentes y/o adicionales. La tabla de normas 321 se puede implementar como una sola tabla o como múltiples tablas.

Volviendo a la Figura 5A, en algunas realizaciones, una porción 510 de la tabla de normas 321 se designa para un objeto tipo vehículo todo terreno ("ATV") simulado 500 y contiene un número de valores predeterminados correspondientes a los exámenes o controles llevados a cabo en los bloques de decisión 406, 408 y 410 y parámetros usados para modificar

el estado visual 323 (p.ej., mezcla) en el bloque 411 y el estado previsto 311 en el bloque 407, todos apropiados para su uso por el módulo de control de modelo remoto 230 en el proceso 400 cuando se procesa un objeto tipo ATV, por ejemplo el objeto dinámico 203.

5 Los criterios 511 para el objeto tipo ATV 500 se usan en el bloque de decisión 408 (p.ej., para el objeto dinámico 203). La determinación en el bloque de decisión 408 sobre si la discrepancia del bloque 402 es más que "grande" se divide en tres comparaciones. La primera comparación es si la porción xyz de la discrepancia es mayor en magnitud que un valor de tres Unidades Mundiales ("WU", por sus siglas en inglés) (en la presente implementación a modo de ejemplo, las mediciones lineales se llevan a cabo en "Unidades Mundiales" que son análogas a los metros o pies, pero seleccionadas para una representación conveniente en la simulación, en los presentes ejemplos de simulación una WU corresponde a aproximadamente 2,5 m en el mundo real). La segunda comparación es si la porción xy de la discrepancia es mayor en magnitud que el valor de 100 WU. Es preciso notar que si la porción xy es mayor que 100 WU, entonces, ciertamente, la porción xyz de la primera comparación era mayor que tres. La presente comparación puede funcionar como una taquigrafía del programador para inhabilitar la comparación xy para el objeto tipo ATV 500. Si la discrepancia xy hubiera sido funcional para este tipo de objeto, el valor usado para la discrepancia xy necesitaría ser menor que el usado para la discrepancia xyz. La tercera comparación es si la porción angular de la discrepancia es mayor que 180 grados. Si cualquiera de dichas tres comparaciones descubre que la porción correspondiente de la discrepancia supera el valor establecido en el criterio 511, la determinación en el bloque de decisión 408 es que la discrepancia supera el valor "grande" (o la decisión en el bloque de decisión 408 es "SÍ") y una deformación resultará en el bloque 409.

10 Las columnas 521 y 522 de la porción 510 de la tabla de normas 321 proveen diferentes valores y parámetros predeterminados para su uso en casos donde un objeto de tipo ATV (p.ej., objeto tipo ATV 500) se controla versus no se controla. Las columnas 521 proveen valores y parámetros predeterminados usados cuando un objeto de tipo ATV se controla y las columnas 522 proveen valores y parámetros predeterminados usados cuando un objeto de tipo ATV no se controla. En la presente realización, un objeto "se controla" cuando una entrada del jugador (p.ej., del controlador de juego 143) está afectando el módulo de control de modelo local (p.ej., módulo de control de modelo local 270) o, como se describe previamente, si una IA u otro proceso de operador está afectando el modelo. En casos donde ser "controlado" o "no controlado" importa, las actualizaciones de simulación remota (como, por ejemplo, las actualizaciones 152B) indicarán el modo de funcionamiento.

15 Los criterios 512 para el objeto tipo ATV 500 se usan en el examen o control llevado a cabo en el bloque de decisión 410 (p.ej., para el objeto dinámico 203). La determinación en el bloque de decisión 410 sobre si la discrepancia del bloque 402 es más que "pequeña" se divide en dos comparaciones, los valores para las comparaciones proviniendo de las columnas 521 o 522, según el modo de funcionamiento indicado en la actualización 152B de simulación remota más reciente. La primera comparación es si la porción xyz o porción de rotación (orientación) de la discrepancia es mayor en magnitud que un valor de 0,5 WU o 45 grados, respectivamente. En el presente ejemplo, si el objeto dinámico 203 es "controlado" o "no controlado" no importa porque los valores son los mismos en ambas columnas 521 y 522. Es preciso notar que para ser efectivos, los valores (0,5 WU, 45 grados) deben, cada uno, ser más pequeños que los valores correspondientes (3 WU, 180 grados) en el criterio 511. La segunda comparación es una comparación compuesta que emplea una tolerancia más ajustada con respecto a la discrepancia (p.ej., 0,03 WU, 4 grados cuando se encuentra en el modo "controlado", o 0,03 WU o 6 grados cuando es "no controlado") cuando el estado previsto 311 del objeto se mueve lo suficientemente lento (p.ej., menos que 0,1 WU/s y 8 grados/s). Por consiguiente, el bloque de decisión 410 acciona una mezcla en el bloque 411 si la discrepancia es demasiado grande, pero dicha comparación puede depender de la velocidad. Los objetos que se mueven más lentamente pueden requerir discrepancias más pequeñas.

20 Si se requiere una mezcla en el bloque 411, se lleva a cabo con parámetros y limitaciones con respecto al objeto dinámico 203 desde la porción 513. Una mezcla añade una fracción de la discrepancia del bloque 405 al estado visual 323 para obtener el nuevo estado visual en el bloque 412, pero lo que dicha fracción debería ser puede tener un efecto estético significativo y puede necesitar ajustarse bajo circunstancias diferentes. En la presente realización, para el objeto tipo ATV 500, se definen umbrales de velocidad superior e inferior (los cuales pueden variar según el modo de funcionamiento, pero, en el presente ejemplo, no lo hacen). Para las velocidades en o por debajo del umbral de velocidad inferior, las fracciones con respecto a las porciones de posición y rotación de la discrepancia añadidas al estado visual 323 se dan como las entradas etiquetadas "fracción de discrepancia en umbral inferior". De manera similar, para las velocidades en o por encima del umbral de velocidad superior, las fracciones se toman de las entradas etiquetadas "fracción de discrepancia en umbral superior". Para las velocidades entre los umbrales de velocidad superior e inferior, la fracción se puede interpolar desde las fracciones de umbral superior e inferior. Por ejemplo, para que el objeto dinámico 203 en modo "controlado" previsto tenga una velocidad de 5 WU/s y una rotación de 0 grados/segundo, la fracción de discrepancia para la mezcla de posición se puede calcular usando la siguiente fórmula:

25
$$\frac{(\text{velocidad prevista} - \text{umbral de velocidad inferior})}{(\text{umbral de velocidad superior} - \text{umbral de velocidad inferior})} * (\text{fracción en umbral superior} - \text{fracción en umbral inferior}) + (\text{fracción en umbral inferior})$$

Mediante el uso de la fórmula de más arriba, la fracción de discrepancia para la mezcla de posición en el ejemplo de más arriba es 0,4:

$$(5-0)/(10-0) * (0,03 - 0,05) + (0,05) = 5/10 * (-0,02) + (0,05) = 0,04.$$

5 Un cálculo similar para la fracción a aplicarse cuando se mezcla la rotación usaría los valores indicados para la rotación, pero, en el presente caso, dado que la velocidad de rotación se encuentra en o por debajo del umbral de velocidad inferior (0), la fracción de discrepancia en el umbral inferior dado como 0,04 se usa directamente.

10 Una limitación final sobre la mezcla se define como una velocidad mínima de cierre en el estado previsto 311. Donde, si la velocidad del estado previsto 311 se encuentra en o por debajo del umbral inferior, entonces se requiere una velocidad mínima específica de convergencia del estado visual 323 actual hacia el estado previsto 311. Los valores correspondientes se proveen para cuando la velocidad del estado previsto se encuentra en o por encima del umbral superior y, nuevamente, de manera similar a la descrita más arriba, para velocidades entre los umbrales superior e inferior, los parámetros de velocidad de convergencia mínima requerida dados en la porción 513 se pueden interpolar.

15 Después de determinar las fracciones apropiadas, su aplicación a la posición y rotación del estado visual 323 ocurre por medio de la interpolación cartesiana para la porción de posición e interpolación lineal esférica (también conocida como "*Slerp*") para la porción de rotación. La implementación de *Slerp* puede usar una representación de cuaterniones para la rotación, pero esto no se requiere estrictamente.

20 Los criterios 514 para el objeto tipo ATV 500 se usan en el bloque de decisión 406 (p.ej., para el objeto dinámico 203). La determinación en el bloque de decisión 406 sobre si ha habido una nueva actualización usada en el bloque 402, y si la discrepancia del bloque 405 es "suficiente" para garantizar un choque, es una comparación compuesta, los valores para la comparación proviniendo de las columnas 521 o 522, según el modo de funcionamiento indicado en la actualización 152B de simulación remota más reciente. En la presente realización, como con la comparación compuesta descrita más arriba, se lleva a cabo un control para ver si el estado previsto 311 del objeto se mueve más rápido que un umbral (en la porción 514, etiquetado como "si la velocidad >") o si la discrepancia (etiquetada "o discrepancia de posición o rotación xyz") es lo suficientemente grande. Si cualquiera de las comparaciones en el bloque de decisión 406 descubre que el parámetro correspondiente se ha superado, entonces el bloque de decisión 406 determina que la discrepancia es, de hecho, "suficiente" y se lleva a cabo un choque en el bloque 407.

30 Los parámetros para el choque se dan en la porción 515. En la presente realización, el choque es la discrepancia multiplicada por un factor de escala (etiquetado "CHOQUE por discrepancia x") que tiene, efectivamente, unidades de segundos recíprocos, dado que el valor del choque es una velocidad que se añade al estado previsto 311 en el bloque 407. Después de determinar un valor para el choque de esta manera, se lo sujeta además a los límites etiquetados "pero no menor que" y "no mayor que", dentro de los parámetros de la porción 515, permitiendo al diseñador limitar el efecto de un choque. En términos generales, los efectos de un choque pueden ser visualmente inapropiados si se permite que el choque sea grande. Sin embargo, cuando el choque es naturalmente pequeño, o de otra forma limitado, el resultado es una mejora sustancial en el comportamiento estético de los objetos controlados por el módulo de control de modelo remoto 230.

40 A modo de otro ejemplo, la Figura 5B muestra una porción 540 de la tabla de normas 321, correspondiente a un objeto tipo volador 530, un tipo de objeto que no se muestra en las simulaciones locales 200 y 250 ilustradas en la Figura 2. Volviendo a la Figura 5B, en la porción 540, las columnas 551 y 552 incluyen, cada una, columnas correspondientes a los mismos modos de control que las columnas incluidas en las columnas 521 y 522, respectivamente, de la Figura 5A. Los criterios 541, 542 y 544 se usan de la misma manera que los criterios 511, 512 y 514, respectivamente. Los parámetros en las porciones 543 y 545 se usan de la misma manera que los parámetros en las porciones 513 y 515, respectivamente. Las diferencias en los criterios y parámetros provistos en la tabla de normas 321 pueden establecerse de forma empírica, p.ej., por un diseñador. Cada uno de los criterios determina qué condiciones harán que se apliquen ciertos elementos del proceso 400 y cada parámetro puede afectar el resultado visual.

45 **Dispositivos informáticos**

50 La Figura 6 es un diagrama de hardware y un entorno de funcionamiento en conjunto con los cuales se pueden practicar las implementaciones de una o más de las consolas de juego 111, 142, 144, 146. La descripción de la Figura 6 pretende proveer una descripción general breve del hardware de ordenador apropiado y de un entorno informático apropiado en los cuales se pueden practicar las implementaciones. Aunque no se requiere, las implementaciones se describen en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador como, por ejemplo, módulos de programa, ejecutados por un procesador. En general, los módulos de programa incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que llevan a cabo tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares.

Además, las personas con experiencia en la técnica apreciarán que las implementaciones se pueden practicar con otras configuraciones de sistema de ordenador, incluidos dispositivos portátiles, sistemas de multiprocesador, electrónica del consumidor programable o basada en microprocesador, PC en red, miniordenadores, maxiordenadores, y similares. Las implementaciones se pueden practicar también en entornos informáticos distribuidos donde las tareas se llevan a cabo por dispositivos de procesamiento remoto que se vinculan a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa se pueden ubicar en dispositivos de almacenamiento de memoria local y remoto.

El hardware y el entorno de funcionamiento a modo de ejemplo de la Figura 6 incluyen un dispositivo informático de propósito general en la forma de un dispositivo informático 12. El dispositivo informático 12 puede ser una consola de juego convencional, teléfono móvil, tableta, ordenador convencional, ordenador distribuido, o cualquier otro tipo de ordenador. Las consolas de juego 111, 142, 144, 146 pueden ser, cada una, esencialmente idénticas al dispositivo informático 12. Sin embargo, esto no constituye un requisito.

El dispositivo informático 12 incluye una memoria de sistema 22, la unidad de procesamiento 21 y un bus de sistema 23 que acopla, de manera funcional, varios componentes de sistema, incluida la memoria de sistema 22, a la unidad de procesamiento 21. Puede haber solo una o puede haber más de una unidad de procesamiento 21, de modo que el procesador del dispositivo informático 12 incluye una sola unidad de procesamiento central ("CPU", por sus siglas en inglés) o múltiples unidades de procesamiento, a las que comúnmente se hace referencia como un entorno de procesamiento paralelo. Cuando se usan múltiples unidades de procesamiento, las unidades de procesamiento pueden ser heterogéneas. A modo de ejemplo no restrictivo, dicho entorno de procesamiento heterogéneo puede incluir una CPU convencional, una unidad de procesamiento gráfico ("GPU", por sus siglas en inglés) convencional, una unidad de punto flotante ("FPU", por sus siglas en inglés), combinaciones de ellas, y similares.

El bus de sistema 23 puede ser cualquiera de varios tipos de estructuras de bus incluido un bus de memoria o controlador de memoria, un bus periférico, y un bus local que usan cualquier variedad de arquitecturas de bus. También se puede hacer referencia a la memoria de sistema 22 simplemente como la memoria, e incluye memoria de solo lectura (ROM, por sus siglas en inglés) 24 y memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés) 25. Un sistema básico de entrada y salida (BIOS, por sus siglas en inglés) 26, que contiene las rutinas básicas que ayudan a transferir información entre elementos dentro del dispositivo informático 12 como, por ejemplo, durante el arranque, se almacena en ROM 24. El dispositivo informático 12 incluye además una unidad de disco duro 27 para leer desde y escribir en un disco duro, que no se muestra, una unidad de disco magnético 28 para leer desde y escribir en un disco magnético extraíble 29, y una unidad de disco óptico 30 para leer desde y escribir en un disco óptico extraíble 31 como, por ejemplo, un CD ROM, DVD, u otro medio óptico.

La unidad de disco duro 27, unidad de disco magnético 28 y unidad de disco óptico 30 se conectan al bus de sistema 23 por una interfaz de unidad de disco duro 32, una interfaz de unidad de disco magnético 33 y una interfaz de unidad de disco óptico 34, respectivamente. Las unidades y sus medios legibles por ordenador asociados proveen almacenamiento permanente de instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos para el dispositivo informático 12. Las personas con experiencia en la técnica apreciarán que cualquier tipo de medio legible por ordenador que pueda almacenar datos que sea accesible por un ordenador como, por ejemplo, casetes magnéticos, tarjetas de memoria flash, dispositivos de memoria de estado sólido (SSD", por sus siglas en inglés), unidades USB, discos de vídeo digital, cartuchos Bernoulli, memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias de solo lectura (ROM), y similares, se pueden usar en el entorno de funcionamiento a modo de ejemplo. Como es aparente para aquellos con experiencia ordinaria en la técnica, la unidad de disco duro 27 y otras formas de medios legibles por ordenador (p.ej., el disco magnético extraíble 29, el disco óptico extraíble 31, tarjetas de memoria flash, SSD, unidades USB, y similares) accesibles por la unidad de procesamiento 21 se pueden considerar componentes de la memoria de sistema 22.

Una cantidad de módulos de programa se pueden almacenar en la unidad de disco duro 27, disco magnético 29, disco óptico 31, ROM 24, o RAM 25, incluido un sistema operativo 35, uno o más programas de aplicaciones 36, otros módulos de programa 37, y datos de programa 38. Un usuario puede ingresar comandos e información en el dispositivo informático 12 a través de dispositivos de entrada como, por ejemplo, un teclado 40 y dispositivo de enfoque 42. Con referencia a la Figura 1, los dispositivos de entrada incluyen controladores 113, 143, 145, 147. Ejemplos no restrictivos de dispositivos de entrada incluyen un micrófono, *joystick*, almohadilla para juegos, antena parabólica, escáner, dispositivos sensibles al tacto (p.ej., estilete, panel táctil, pantalla táctil, y similares), cámara de vídeo, cámara de profundidad, o similares. Estos y otros dispositivos de entrada se conectan, con frecuencia, a la unidad de procesamiento 21 a través de una interfaz de puerto serie 46 que se acopla al bus de sistema 23, pero se pueden conectar mediante otras interfaces como, por ejemplo, un puerto paralelo, un puerto de juegos, un bus serial universal (USB, por sus siglas en inglés), o una interfaz inalámbrica (p.ej., una interfaz Bluetooth).

Un monitor 47 u otro tipo de dispositivo de visualización (p.ej., la visualización 112 ilustrada en la Figura 1) se pueden conectar también al bus de sistema 23 mediante una interfaz como, por ejemplo, un adaptador de vídeo 48. La

visualización 112 se puede implementar como un televisor, pantalla de visualización, pantalla táctil, y similares. Además del monitor 47, los ordenadores normalmente incluyen otros dispositivos periféricos de salida (no se muestran) como, por ejemplo, altavoces, impresoras, y dispositivos hápticos que proveen una realimentación táctil y/u otros tipos de realimentación física (p.ej., un controlador de juegos de realimentación de fuerza).

5 Los dispositivos de entrada descritos más arriba son utilizables para recibir entradas de usuario y selecciones. Los dispositivos de entrada y visualización juntos se pueden describir como unos que proveen una interfaz de usuario.

El dispositivo informático 12 puede funcionar en un entorno en red usando conexiones lógicas a uno o más ordenadores remotos como, por ejemplo, el ordenador remoto 49. Como se explica más arriba, dos o más de las consolas de juego 111, 142, 144, 146 se pueden conectar, de forma selectiva, entre sí en la red 120. Dichas conexiones lógicas se logran por un dispositivo de comunicación acoplado a o a una parte del dispositivo informático 12 (como el ordenador local). Las implementaciones no se limitan a un tipo particular de dispositivo de comunicaciones. El ordenador remoto 49 puede ser otro ordenador, un servidor, un enrutador, un PC en red, un cliente, un dispositivo de almacenamiento de memoria, un dispositivo par u otro nodo de red común y, normalmente, incluye muchos de o todos los elementos descritos más arriba con respecto al dispositivo informático 12. El ordenador remoto 49 puede conectarse a un dispositivo de almacenamiento de memoria 50. Las conexiones lógicas ilustradas en la Figura 6 incluyen una red de área local (LAN, por sus siglas en inglés) 51 y una red de área amplia (WAN, por sus siglas en inglés) 52. Dichos entornos en red son comunes en oficinas, redes amplias de ordenadores en empresas, intranets e Internet.

Las personas con experiencia ordinaria en la técnica apreciarán que una LAN se puede conectar a una WAN mediante un módem que usa una señal portadora en una red telefónica, red de cable, red celular, o líneas eléctricas. Dicho módem se puede conectar al dispositivo informático 12 mediante una interfaz de red (p.ej., un puerto serial u otro tipo de puerto). Además, muchos ordenadores portátiles pueden conectarse a una red mediante un módem de datos celulares.

Cuando se usa en un entorno de redes LAN, el dispositivo informático 12 se conecta a la red de área local 51 a través de una interfaz de red o adaptador 53, el cual es un tipo de dispositivo de comunicaciones. Cuando se usa en un entorno de redes WAN, el dispositivo informático 12 normalmente incluye un módem 54, un tipo de dispositivo de comunicaciones, o cualquier otro tipo de dispositivo de comunicaciones para establecer comunicaciones en la red de área amplia 52 como, por ejemplo, Internet. El módem 54, el cual puede ser interno o externo, se conecta al bus de sistema 23 mediante la interfaz de puerto serial 46. En un entorno de red, los módulos de programa ilustrados respecto al dispositivo informático 12 personal, o porciones de este, se pueden almacenar en el ordenador remoto 49 y/o en el dispositivo de almacenamiento de memoria remoto 50. Se apreciará que las conexiones de red que se muestran son a modo de ejemplo y se pueden usar otros medios de y dispositivos de comunicaciones para establecer un enlace de comunicaciones entre los ordenadores.

El dispositivo informático 12 y los componentes relacionados se han presentado en la presente memoria descriptiva a modo de ejemplo particular y también mediante abstracción para facilitar una vista de alto nivel de los conceptos descritos. El diseño técnico y la implementación reales pueden variar según la implementación particular mientras se mantiene la naturaleza general de los conceptos descritos.

En algunas realizaciones, la memoria de sistema 22 almacena instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores, hacen que el único o más procesadores lleven a cabo todo o porciones del proceso 400. Dichas instrucciones se pueden almacenar en uno o más medios legibles por ordenador no transitorios.

Como con todos dichos sistemas, las características particulares del sistema, los detalles específicos de las interfaces de usuario, y el rendimiento de los procesos, pueden depender, por ejemplo, de la arquitectura usada para implementar el sistema, del sistema operativo de los servidores seleccionados, del ancho de banda y otras propiedades de la red seleccionada, y del código de software escrito. Varias modificaciones adicionales de las realizaciones descritas específicamente ilustradas y descritas en la presente memoria descriptiva serán aparentes para aquellos con experiencia ordinaria en la técnica, a la luz de las presentes enseñanzas.

Las realizaciones anteriores descritas ilustran diferentes componentes contenidos en, o conectados a, otros componentes diferentes. Se comprenderá que dichas arquitecturas ilustradas son meramente a modo de ejemplo y que, de hecho, muchas otras arquitecturas se pueden implementar, las cuales logran la misma funcionalidad. En un sentido conceptual, cualquier disposición de los componentes para lograr la misma funcionalidad se "asocia", efectivamente, de modo que se logra la funcionalidad deseada. Por lo tanto, dos componentes de la presente memoria descriptiva combinados para lograr una funcionalidad particular se pueden ver como "asociados" entre sí de modo que se logra la funcionalidad deseada, independientemente de las arquitecturas o componentes intermedios. Asimismo, dos componentes así asociados pueden también verse como "funcionalmente conectados", o "funcionalmente acoplados" entre sí para lograr la funcionalidad deseada.

Mientras se han mostrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, será obvio para aquellos con experiencia en la técnica que, según las enseñanzas de la presente memoria descriptiva, se pueden llevar a cabo cambios y modificaciones sin apartarse de la presente invención y sus aspectos más amplios y, por lo tanto, las reivindicaciones anexas comprenden, dentro de su alcance, los cambios y modificaciones que se encuentran dentro del verdadero espíritu y alcance de la presente invención. Además, se comprenderá que la invención se define solamente por las reivindicaciones anexas. Aquellos con experiencia en la técnica comprenderán que, en general, los términos usados en la presente memoria descriptiva y, en especial, en las reivindicaciones anexas (p.ej., cuerpos de las reivindicaciones anexas) en general pretenden ser términos "abiertos" (p.ej., la expresión "que incluye" debe interpretarse como "que incluye pero sin limitación", la expresión "que tiene" debe interpretarse como "que tiene al menos", el término "Incluye" debe interpretarse como "incluye pero sin limitación", etc.). Aquellos con experiencia en la técnica también comprenderán que si se pretende un número específico de una descripción de reivindicación introducida, dicha intención se describirá de manera explícita en la reivindicación y, ante la ausencia de dicha descripción, dicha intención no está presente. Por ejemplo, para una mejor comprensión, las siguientes reivindicaciones anexas pueden contener el uso de las frases introductorias "al menos un/a/o" y "un/a/o o más" para introducir descripciones de la reivindicaciones. Sin embargo, el uso de dichas frases no debe interpretarse como uno que implica que la introducción de una descripción de reivindicación por los artículos indefinidos "un" o "una/o" limita cualquier reivindicación particular que contiene dicha descripción de reivindicación introducida a las invenciones que contienen solamente dicha descripción, incluso cuando la misma reivindicación incluye las frases introductorias "un/a/o o más" o "al menos un/a/uno" y los artículos indefinidos como, por ejemplo, "un" o "una/uno" (p.ej., "un" y/o "una/o" se deben interpretar, normalmente, con el significado de "al menos un/a/o" o "un/a/o o más"); lo mismo aplica para el uso de los artículos definidos usados para introducir descripciones de la reivindicación. Además, incluso si un número específico de una descripción de reivindicación introducida se describe de manera explícita, aquellos con experiencia en la técnica reconocerán que dicha descripción debe interpretarse, normalmente, con el significado de "al menos" el número descrito (p.ej., la sola descripción de "dos descripciones", sin otros modificadores, normalmente significa al menos dos descripciones o dos o más descripciones).

Por consiguiente, la invención no se encuentra limitada, excepto por las reivindicaciones anexas.

REVINDICACIONES

1. Un método para usar con múltiples dispositivos informáticos (111 y 142) conectados entre sí en una red (120) y cada uno ejecutando una porción de una simulación distribuida que comprende múltiples objetos, la porción ejecutándose en un primero (142) de los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142) que controlan una porción de los múltiples objetos y que envían actualizaciones (152B) relacionadas con al menos un objeto de la porción de los múltiples objetos a un segundo (111) de los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142), el método comprende:
- 5 a) en el segundo dispositivo informático (111), recibir del primer dispositivo informático (142) una primera actualización (152B) que comprende información de estado relacionada con un primer objeto (253) de la porción de los múltiples objetos (252-254) controlados por el primer dispositivo informático (142);
- 10 b) en el segundo dispositivo informático (111), generar y mostrar una representación visual del primer objeto (253) en un dispositivo de visualización (112) usando la información de estado relacionada con el primer objeto (253), el segundo dispositivo informático (111) teniendo información de estado visual (323) asociada al primer objeto (253) y a la representación visual;
- c) en el segundo dispositivo informático (111), recibir una segunda actualización (152B) que comprende información de estado del primer dispositivo informático (142), la segunda actualización habiendo sido recibida después de la primera actualización;
- 15 d) en el segundo dispositivo informático (111), determinar información de estado previsto (311) para el primer objeto (253) según al menos en parte la información de estado de la primera actualización, la información de estado previsto (311) comprendiendo al menos un valor de velocidad;
- 20 e) en el segundo dispositivo informático (111), determinar si la información de estado de la segunda actualización se relaciona con el primer objeto (253);
- f) cuando el segundo dispositivo informático (111) determina que la información de estado de la segunda actualización se relaciona con el primer objeto (253), establecer la información de estado previsto (311) igual a la información de estado de la segunda actualización;
- 25 g) determinar una discrepancia entre la información de estado visual (323) y la información de estado previsto (311);
- h) cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, obtener un factor de escala de una tabla de normas (321), calcular un valor de choque según el factor de escala y la discrepancia, y modificar el al menos un valor de velocidad de la información de estado previsto (311) usando el valor de choque;
- i) cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, modificar la información de estado visual (323) según al menos en parte la información de estado previsto (311); y
- 30 j) modificar, por el segundo dispositivo informático (111), la representación visual del primer objeto (253) visualizado en el dispositivo de visualización (112) según al menos en parte la información de estado visual (323).
2. El método de la reivindicación 1, en donde la información de estado previsto (311) es una primera información de estado previsto, la discrepancia es una primera discrepancia y el método además comprende:
- 35 generar, por el segundo dispositivo informático (111), una segunda información de estado previsto según al menos en parte el al menos un valor de velocidad de la primera información de estado previsto;
- determinar una segunda discrepancia entre la información de estado visual (323) y la segunda información de estado previsto;
- 40 cuando la segunda discrepancia es mayor que el segundo valor umbral, modificar la información de estado visual (323) según al menos en parte la segunda información de estado previsto; y
- modificar, por el segundo dispositivo informático (111), la representación visual del primer objeto (253) visualizado en el dispositivo de visualización (112) según al menos en parte la información de estado visual (323).
3. El método de la reivindicación 1, para su uso con la porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático (111) y que controla una segunda porción (202-204) de los múltiples objetos, el método además comprende:
- 45

enviar actualizaciones (152A) relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción (202-204) de los múltiples objetos al primer dispositivo informático (142).

5 4. El método de la reivindicación 1, para su uso con la porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático (111) y que controla una segunda porción (202-204) de los múltiples objetos, el método además comprende:

recibir una entrada de usuario mediante un dispositivo de interfaz de usuario (113), la entrada de usuario cambiando un estado de un objeto seleccionado (202) de la segunda porción (202-204) de los múltiples objetos;

crear una actualización (152A) que comprende información de estado relacionada con el objeto seleccionado (202); y

enviar la actualización relacionada con el objeto seleccionado (202) al primer dispositivo informático (142).

10 5. El método de la reivindicación 1, para su uso con un servidor (130) conectado a los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142) en la red (120), y la porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático (111) que controla una segunda porción (202-204) de los múltiples objetos, el método además comprende:

enviar actualizaciones (152A) relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción (202-204) de los múltiples objetos al servidor (130) para reenviarlas a otros de los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142).

15 6. El método de la reivindicación 1, en donde el primer objeto tiene un tipo,

el factor de escala se asocia al tipo en la tabla de normas (321),

el primer valor umbral se asocia al tipo en la tabla de normas (321), y

el método además comprende obtener el primer valor umbral de la tabla de normas (321).

20 7. El método de la reivindicación 1, en donde la información de estado visual (323) comprende al menos un valor de velocidad, y la determinación de la discrepancia entre la información de estado previsto (311) y la información de estado visual (323) comprende determinar una discrepancia entre el al menos un valor de velocidad de la información de estado previsto (311) y el al menos un valor de velocidad de la información de estado visual (323).

8. El método de la reivindicación 1, en donde la información de estado visual (323) comprende al menos una de información de posición e información de orientación;

25 la información de estado previsto (311) comprende al menos una de la información de posición e información de orientación; y

determinar la discrepancia entre la información de estado previsto (311) y la información de estado visual (323) comprende determinar una discrepancia entre la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311) y la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323).

30 9. El método de la reivindicación 8, en donde la información de estado de la segunda actualización (152B) comprende al menos una de la información de posición e información de orientación, y

establecer la porción de la información de estado previsto (311) igual a la porción de la información de estado de la segunda actualización comprende establecer la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311) igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado de la segunda actualización (152B).

35 10. El método de la reivindicación 8, en donde modificar la información de estado visual (323) según al menos en parte la información de estado previsto (311) cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, además comprende:

40 determinar si la discrepancia es mayor que un tercer valor umbral, el tercer valor umbral siendo más grande que el segundo valor umbral;

cuando se determina que la discrepancia es mayor que el tercer valor umbral, establecer la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323) igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311);

- de manera opcional, determinar un estado mezclado cuando la discrepancia es menor que el tercer valor umbral, el estado mezclado basándose al menos en parte en la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323) y la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311), el estado mezclado comprendiendo la al menos una de la información de posición e información de orientación; y
- de manera opcional, establecer la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323) igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado mezclado.
11. Un sistema para implementar una simulación distribuida que comprende múltiples objetos, el sistema comprende:
- múltiples dispositivos informáticos (111 y 142) conectados entre sí en una red (120), cada dispositivo informático configurándose para ejecutar una porción de la simulación distribuida,
- un primer dispositivo informático (142) de los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142) que ejecutan una primera porción de la simulación distribuida que controla una porción (252-254) de los múltiples objetos y envía actualizaciones (152B) relacionadas con al menos un objeto de la porción (252-254) de los múltiples objetos a un segundo (111) de los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142), el segundo dispositivo informático (111) configurándose para:
- recibir del primer dispositivo informático (142) una primera actualización que comprende información de estado relacionada con un primer objeto (253) de la porción de los múltiples objetos (252-254) controlados por el primer dispositivo informático (142);
- generar una representación visual del primer objeto (253) según al menos en parte la información de estado relacionada con el primer objeto (253),
- mostrar la representación visual en un dispositivo de visualización (112), el segundo dispositivo informático (111) comprendiendo información de estado visual (323) asociada al primer objeto (253) y a la representación visual;
- recibir una segunda actualización (152B) que comprende información de estado del primer dispositivo informático (142), la segunda actualización (152B) habiéndose recibido después de la primera actualización;
- determinar información de estado previsto (311) para el primer objeto (253) según al menos en parte la información de estado de la primera actualización, la información de estado previsto (311) comprendiendo al menos un valor de velocidad;
- determinar si la información de estado de la segunda actualización se relaciona con el primer objeto (253);
- cuando el segundo dispositivo informático (111) determina que la información de estado de la segunda actualización se relaciona con el primer objeto (253), establecer la información de estado previsto (311) igual a la información de estado de la segunda actualización;
- determinar una discrepancia entre la información de estado visual (323) y la información de estado previsto (311),
- cuando la discrepancia es mayor que un primer valor umbral, obtener un factor de escala de una tabla de normas (321), calcular un valor de choque según el factor de escala y la discrepancia, y modificar el al menos un valor de velocidad de la información de estado previsto (311) usando el valor de choque;
- cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, modificar la información de estado visual (323) según al menos en parte la información de estado previsto (311); y
- modificar la representación visual del objeto visualizado en el dispositivo de visualización (112) según al menos en parte la información de estado visual (323).
12. El sistema de la reivindicación 11, en donde la porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático (111) controla una segunda porción (202-204) de los múltiples objetos, y el segundo dispositivo informático (111) se configura además para enviar actualizaciones (152A) relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción (202-204) de los múltiples objetos al primer dispositivo informático (142).
13. El sistema de la reivindicación 11, que además comprende:
- un servidor (130) conectado a los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142) en la red (120), en donde la porción de la simulación distribuida que se ejecuta en el segundo dispositivo informático (111) controla una segunda porción (202-

204) de los múltiples objetos, y el segundo dispositivo informático (111) se configura además para enviar actualizaciones (152A) relacionadas con al menos un objeto de la segunda porción (202-204) de los múltiples objetos al servidor para reenviarlas a otros de los múltiples dispositivos informáticos (111 y 142).

14. El sistema de la reivindicación 11, en donde el primer objeto (253) tiene un tipo,

5 el factor de escala se asocia al tipo en la tabla de normas (321),

el primer valor umbral se asocia al tipo en la tabla de normas (321), y

el método además comprende obtener el primer valor umbral de la tabla de normas (321).

15. El sistema de la reivindicación 11, en donde la información de estado visual (323) comprende al menos una de la información de posición e información de orientación;

10 la información de estado previsto (311) comprende al menos una de la información de posición e información de orientación;

la determinación de la discrepancia entre la información de estado previsto (311) y la información de estado visual (323) comprende determinar una discrepancia entre la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311) y la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323); y

15 la modificación de la información de estado visual (323) según al menos en parte la información de estado previsto (311) cuando la discrepancia es mayor que un segundo valor umbral, además comprende:

determinar si la discrepancia es mayor que un tercer valor umbral, el tercer valor umbral siendo más grande que el segundo valor umbral,

20 cuando se determina que la discrepancia es mayor que el tercer valor umbral, establecer la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323) igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311),

de manera opcional, determinar un estado mezclado cuando la discrepancia es menor que el tercer valor umbral, el estado mezclado basándose al menos en parte en la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323) y la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado previsto (311), el estado mezclado comprendiendo al menos una de la información de posición e información de orientación, y

25

de manera opcional, establecer la al menos una de la información de posición e información de orientación de la información de estado visual (323) igual a la al menos una de la información de posición e información de orientación del estado mezclado.

30

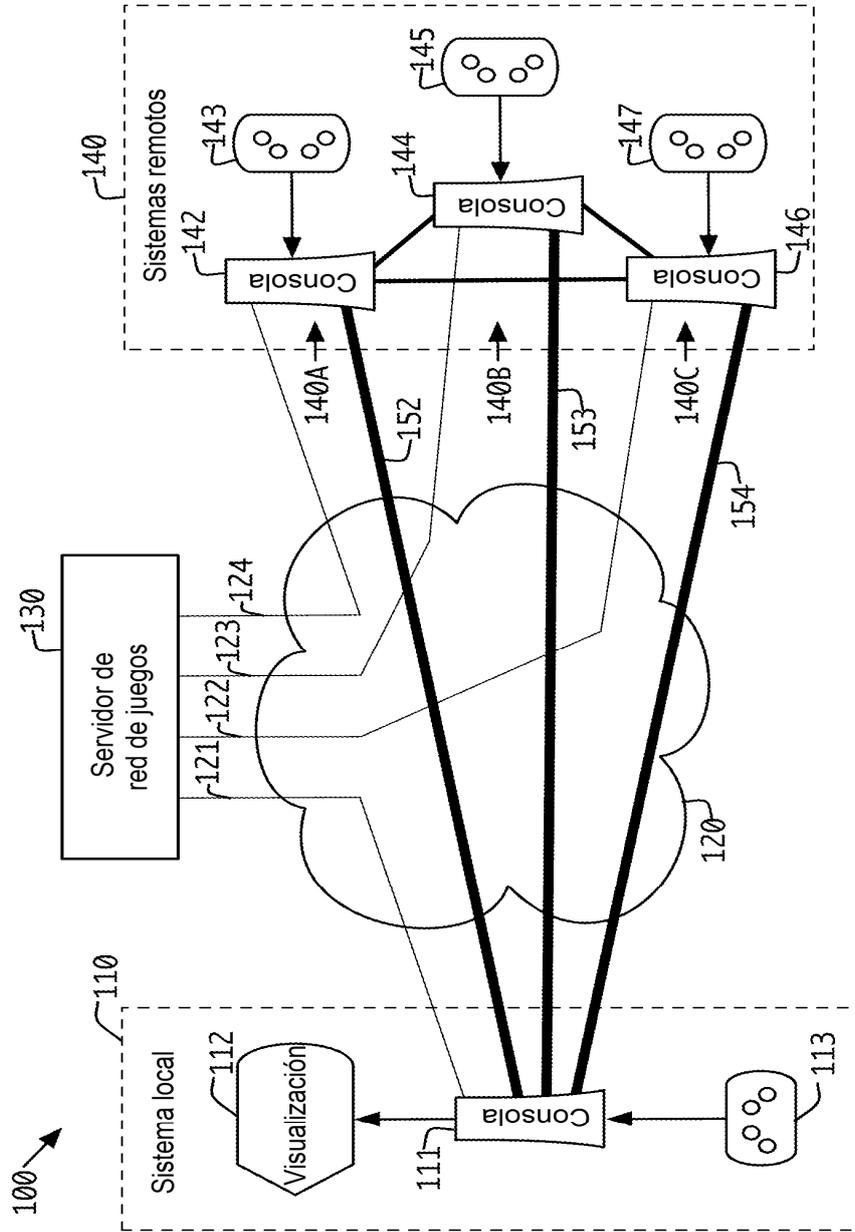


FIGURA 1

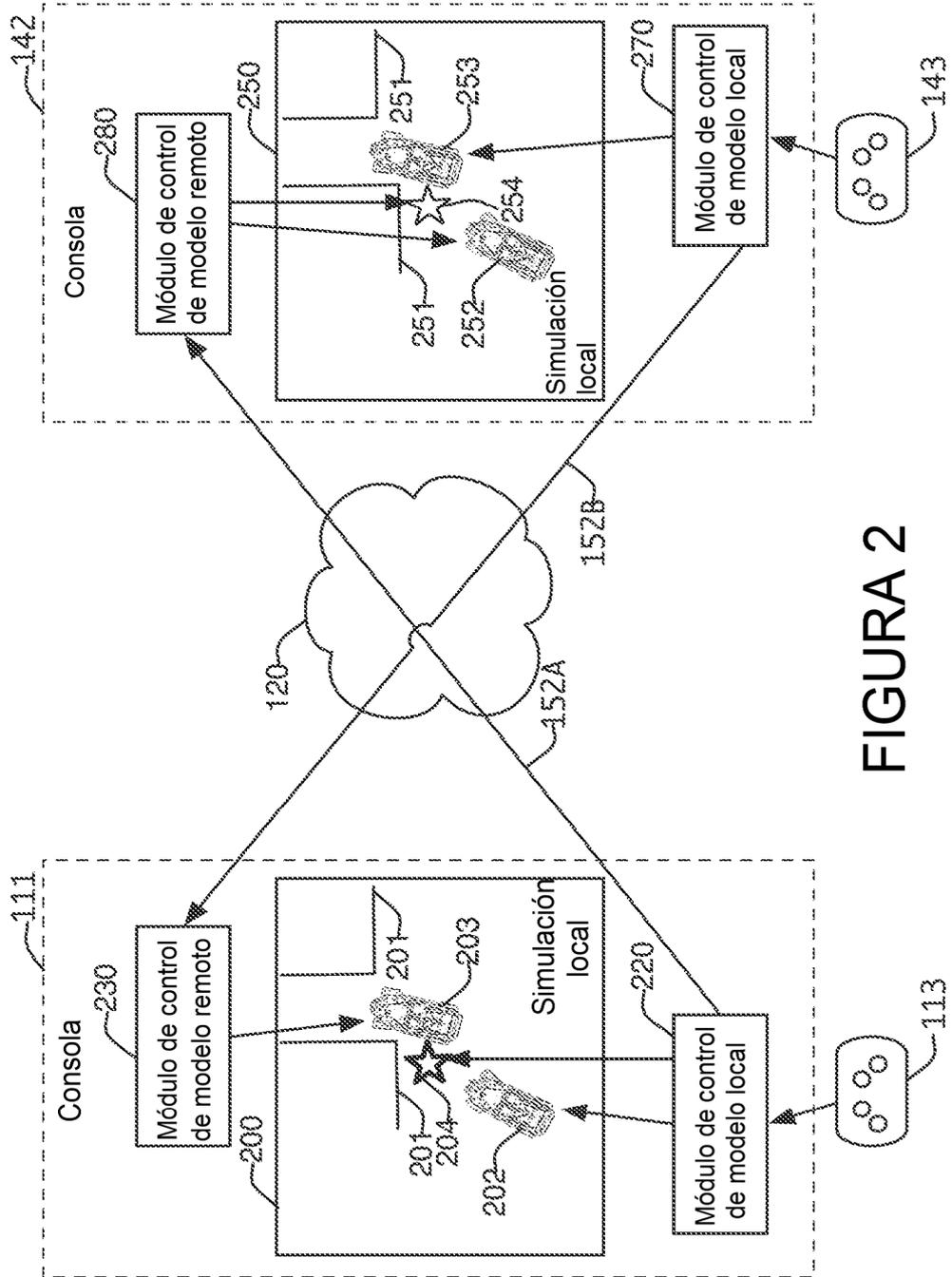


FIGURA 2

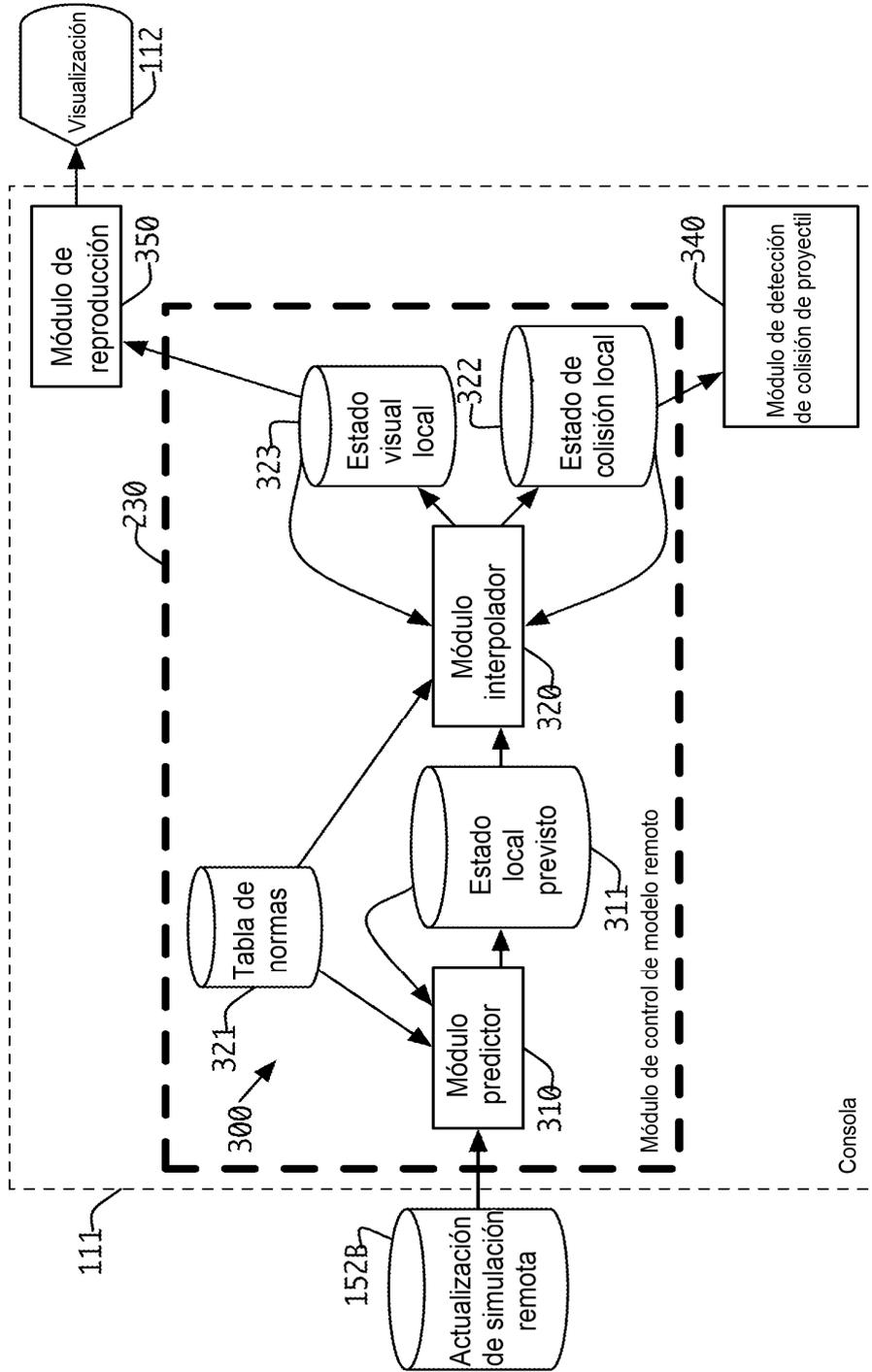


FIGURA 3

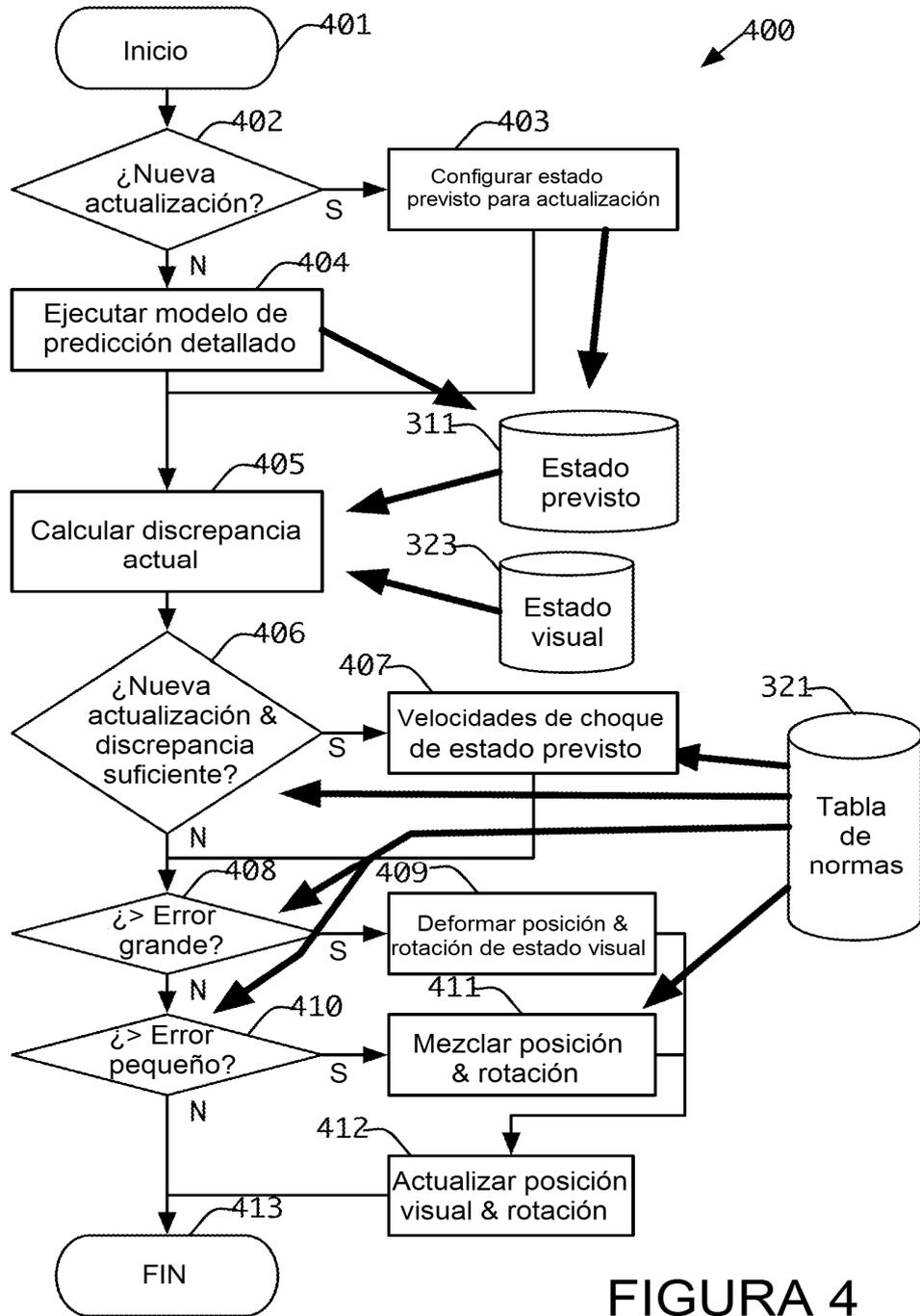
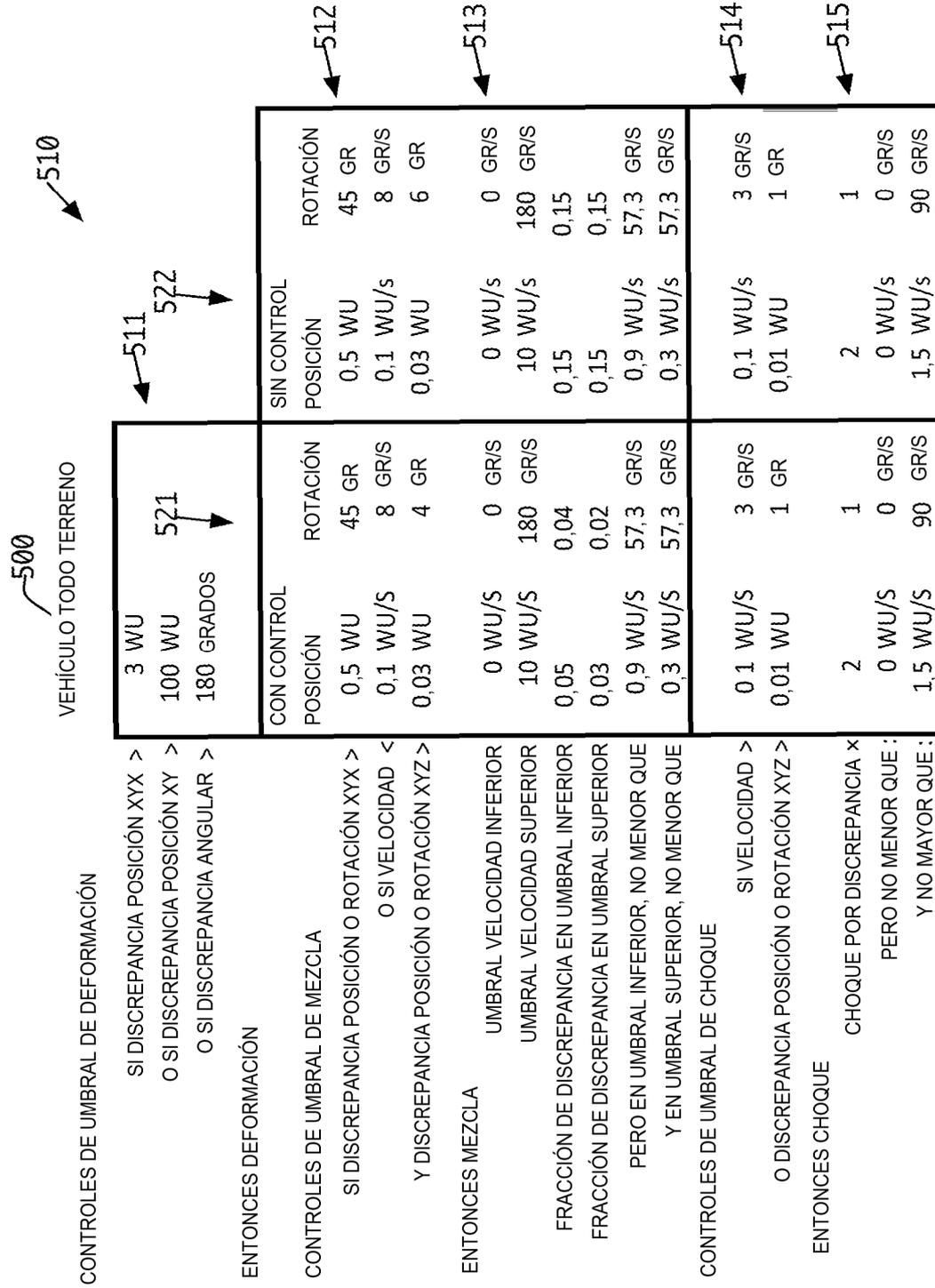


FIGURA 4



CONTROLES DE UMBRAL DE DEFORMACIÓN

SI DISCREPANCIA POSICIÓN XYX >
O SI DISCREPANCIA POSICIÓN XY >
O SI DISCREPANCIA ANGULAR >

ENTONCES DEFORMACIÓN

CONTROLES DE UMBRAL DE MEZCLA

SI DISCREPANCIA POSICIÓN O ROTACIÓN XYX >
O SI VELOCIDAD <
Y DISCREPANCIA POSICIÓN O ROTACIÓN XYZ >

ENTONCES MEZCLA

UMBRAL VELOCIDAD INFERIOR
UMBRAL VELOCIDAD SUPERIOR
FRACCIÓN DE DISCREPANCIA EN UMBRAL INFERIOR
FRACCIÓN DE DISCREPANCIA EN UMBRAL SUPERIOR
PERO EN UMBRAL INFERIOR, NO MENOR QUE
Y EN UMBRAL SUPERIOR, NO MENOR QUE

CONTROLES DE UMBRAL DE CHOQUE

SI VELOCIDAD >
O DISCREPANCIA POSICIÓN O ROTACIÓN XYZ >

ENTONCES CHOQUE

CHOQUE POR DISCREPANCIA X
PERO NO MENOR QUE :
Y NO MAYOR QUE :

FIGURA 5A

530 PERSONA U OBJETO VOLADOR

CONTROLES DE UMBRAL DE DEFORMACIÓN	551		552	
	CON CONTROL	ROTACIÓN	SIN CONTROL	ROTACIÓN
SI DISCREPANCIA POSICIÓN XY > O SI DISCREPANCIA POSICIÓN XY > O SI DISCREPANCIA ANGULAR >	3 WU 100 WU 180 GRADOS	30 GR	0,5 WU	45 GR
ENTONCES DEFORMACIÓN		8 GR/S	0,1 WU/S	8 GR/S
CONTROLES DE UMBRAL DE MEZCLA		5 GR	0,03 WU	5 GR
SI DISCREPANCIA POSICIÓN O ROTACIÓN XY > O SI VELOCIDAD <	0 WU/S	0 GR/S	0 WU/S	0 GR/S
Y DISCREPANCIA POSICIÓN O ROTACIÓN XYZ >	5 WU/S	180 GR/S	5 WU/S	180 GR/S
ENTONCES MEZCLA	0,05	0,04	0,15	0,15
UMBRAL VELOCIDAD INFERIOR	0,03	0,03	0,15	0,15
UMBRAL VELOCIDAD SUPERIOR	1 WU/S	14 GR/S	1 WU/S	57,3 GR/S
FRACCIÓN DE DISCREPANCIA EN UMBRAL INFERIOR	0,5 WU/S	85 GR/S	0,5 WU/S	85,9 GR/S
FRACCIÓN DE DISCREPANCIA EN UMBRAL SUPERIOR				
PERO EN UMBRAL INFERIOR, NO MENOR QUE				
Y EN UMBRAL SUPERIOR, NO MENOR QUE				
CONTROLES DE UMBRAL DE CHOQUE	0,1 WU/S	3 GR/S	0,1 WU/S	3 GR/S
SI VELOCIDAD >	0,01 WU	1 GR	0,01 WU	1 GR
O DISCREPANCIA POSICIÓN O ROTACIÓN XYZ >				
ENTONCES CHOQUE	7,5	1	4	1
CHOQUE POR DISCREPANCIA X	0 WU/S	0 GR/S	0 WU/S	0 GR/S
PERO NO MENOR QUE :	4 WU/S	50 GR/S	2 WU/S	50 GR/S
Y NO MAYOR QUE :				

FIGURA 5B

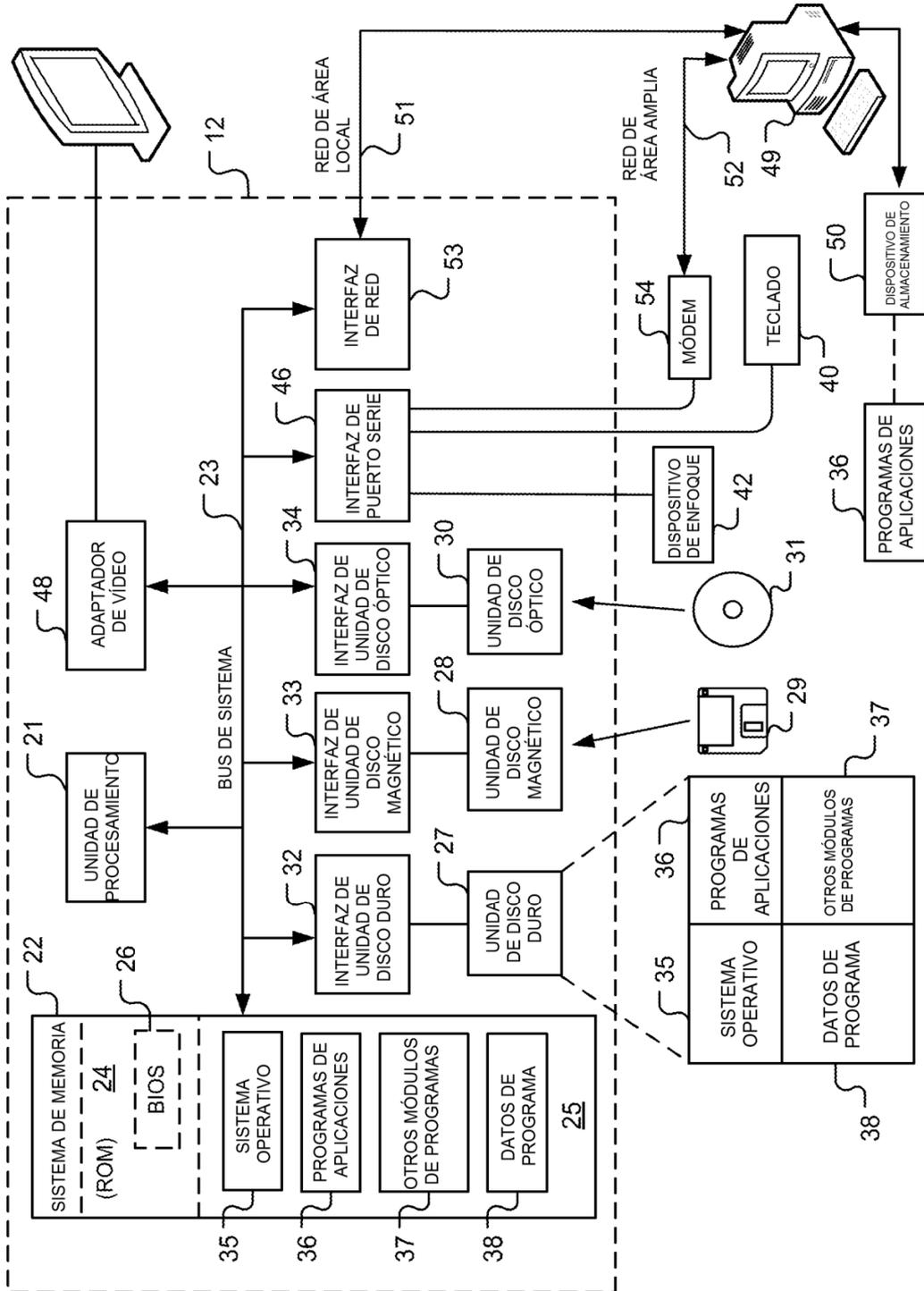


FIGURA 6