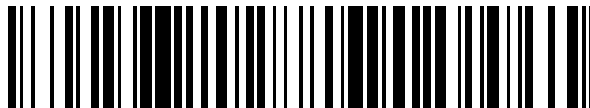


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 041**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/02** (2006.01)

**G01S 3/786** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2010 PCT/US2010/059685**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2011 WO11072123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2010 E 10810997 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2510377**

54 Título: **Sistema y método para seguir objetos bajo oclusión**

30 Prioridad:

**09.07.2010 US 833541**  
**09.12.2009 US 285099 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.04.2017**

73 Titular/es:

**DISNEY ENTERPRISES, INC. (100.0%)**  
**500 Buena Vista Street**  
**Burbank, CA 91521, US**

72 Inventor/es:

**GEFEN, SMADER**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 609 041 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

Sistema y método para seguir objetos bajo oclusión

5 **Campo de la invención**

Las realizaciones de la presente invención se refieren a visión informática, procesamiento de imágenes y Sistemas de Localización en Tiempo Real (RTLS).

10 **Antecedentes**

Los métodos basados en visión informática para seguir múltiples objetos se basan en la apariencia distintiva y modelos de movimiento conocidos de objetos para localizarlos e identificarlos de manera continua en la escena. En general, la fidelidad de los datos posicionales generados mediante los métodos basados en visión es alta. Sin embargo, cuando los objetos que se están siguiendo se mueven en grupos, complica el proceso de seguimiento. Numerosas técnicas tratan el desafío de seguir objetos que experimentan oclusión. Tales algoritmos que intentan resolver este problema normalmente son satisfactorios, siempre que los objetos posean apariencias distintivas y su movimiento sea uniforme. Sin embargo, en la práctica, los objetos pueden tener apariencias similares y su movimiento bajo oclusión puede ser impredecible. Tales situaciones tienen lugar en un juego de equipo (fútbol, baloncesto, etc.) donde los jugadores tienden a juntarse en grupos.

Una alternativa a sistemas de seguimiento basados en visión es usar tecnología de RTLS. Un RTLS es una tecnología de localización diseñada para detectar y seguir personas así como bienes. Incluye transpondedores (componentes transmisor/respondedor) fijados a objetos dinámicos, lectores portátiles o fijos (transceptores – transmisor/receptor – componentes), y una aplicación de servidor. Una metodología de RTLS abarca diversas tecnologías incluyendo infrarrojos, sonido, ultrasonidos, Wi-Fi, identificación por frecuencia de radio (RFID), ultra banda ancha, GPS y celular. Cada tecnología está mejor adecuada para una cierta aplicación dependiendo de parámetros tales como requisitos de alimentación, alcance, aplicabilidad en interiores frente a exteriores, exactitud espacial (granularidad), latencia y velocidad de datos.

Esencial para el RTLS es la característica del transpondedor (etiqueta). Los objetos bajo seguimiento pueden etiquetarse por etiquetas pasivas, semi-pasivas o activas. Un transpondedor pasivo no tiene una batería y, por lo tanto, no inicia una comunicación. Se alimenta mediante la señal recibida y responde reflejando esta señal usando una técnica denominada retrodispersión. La señal reflejada se modula con datos almacenados en la memoria de la etiqueta. El alcance de una etiqueta pasiva (hasta 100 metros) es una función de la intensidad de señal del lector y de la antena de la etiqueta. Físicamente es pequeña y ligera, sin ninguna capacidad de procesamiento y, por lo tanto, económica. Al igual que los transpondedores pasivos, los transpondedores semi-pasivos no inician comunicación pero usan una técnica de retrodispersión para responder a la señal recibida. Sin embargo, tienen su propia batería (hasta una durabilidad de 10 años) que se usa principalmente para alimentar sensores ambientales, que miden temperatura o movimiento, por ejemplo, o para aumentar alcance de operación. El alcance y tamaño operacional son comparables a aquellos de un transpondedor pasivo. Por otra parte, los transpondedores activos están equipados con una batería (hasta una durabilidad de 5 años) que se usa para alimentar su circuitería y generar señales de transmisión. Por lo tanto, los transpondedores activos pueden iniciar la comunicación periódicamente o cuando se activan por un sensor fijado. Sin embargo, las transmisiones frecuentes consumen más energía y acortan la vida de la batería. Dependiendo del tipo de batería, un transpondedor activo es físicamente mayor que un transpondedor pasivo, su alcance puede alcanzar hasta varios cientos de metros, y su capacidad de procesamiento es mejor ya que puede contener un chip informático.

Aunque RTLS es una tecnología prometedora y emergente, sufre de dificultades físicas, incluyendo desvanecimiento multitrayectoria, atenuación de señal, velocidad de datos limitada, latencia y, de manera más importante, la necesidad de tener múltiples líneas de visión (LOS). En algunas aplicaciones, se requiere un RTLS para identificar y localizar objetos con alta exactitud y precisión. Por ejemplo, al seguir jugadores en un juego de equipo, los datos posicionales de los jugadores durante la difusión de juego en vivo son decisivos para la anotación en tiempo real (telestración) y para calcular las estadísticas de rendimiento de los jugadores. Puesto que la mayoría del tiempo los jugadores se mueven rápidamente y en proximidad cercana de menos de varias decenas de centímetros.

Los que es necesario son métodos mejorados para utilizar tecnología basada en visión y tecnología de RTLS para seguir jugadores en un juego que están ocluidos o en un grupo.

El documento US2004/0164858 analiza un sistema de vigilancia de vídeo integrado con un sistema de seguimiento de RFID. El documento WO 2007/018523 analiza un enfoque de fusión de imagen unificado que implica seguidores de vídeo, sistemas de RFID y de localización y sistemas biométricos.

**Breve descripción de los dibujos**

Se describen realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos, números de

referencia similares pueden indicar elementos idénticos o de funcionalidad similar. El dibujo en el que un elemento aparece en primer lugar se indica mediante el dígito más a la izquierda en el número de referencia correspondiente.

5 Las Figuras 1A-1B muestran diagramas de bloques de nivel alto de un sistema de seguimiento sinérgico propuesto de acuerdo con una realización.

La Figura 2 muestra un diagrama de un método de ubicación por trilateración en el caso bidimensional de acuerdo con una realización.

10 La Figura 3 muestra un diagrama que demuestra usar una línea de visión (LOS) para resolver errores en identificación de objetos de acuerdo con una realización.

La Figura 4 ilustra la ubicación de objetos ocluidos en un grupo de acuerdo con una realización.

15 La Figura 5 ilustra la ubicación de objetos ocluidos en un juego de fútbol de acuerdo con una realización.

La Figura 6 ilustra detección de postura y seguimiento usando transpondedores fijados a unas articulaciones del objeto de acuerdo con una realización.

20 La Figura 7 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de seguimiento sinérgico de acuerdo con una realización.

La Figura 8 ilustra un lector de sistema de ubicación en tiempo real (RTLS) ejemplar de acuerdo con una realización.

25 La Figura 9 ilustra una etiqueta de RTLS ejemplar de acuerdo con una realización.

La Figura 10 ilustra un diagrama de temporización de RTLS ejemplar de acuerdo con una realización.

La Figura 11 ilustra un dispositivo informático de ejemplo que puede usarse en las realizaciones de esta invención.

### 30 **Descripción detallada**

Se proporcionan métodos y sistemas para seguir objetos durante un evento. Aunque se describe la presente invención en el presente documento con referencia a realizaciones ilustrativas para aplicaciones particulares, debería entenderse que la invención no está limitada a las mismas. Los expertos en la materia con acceso a las enseñanzas proporcionadas en el presente documento reconocerán modificaciones, aplicaciones y realizaciones adicionales dentro del alcance de las mismas y de los campos adicionales en los que la invención sería de utilidad significativa.

40 Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a utilizar tecnología de RTLS en combinación con tecnología basada en visión para seguir e identificar múltiples objetos en tiempo real. Las realizaciones pueden referirse también a un sistema en el que se combinan tecnologías basadas en RTLS y en visión para aumentar la fidelidad del sistema de seguimiento global. Realizaciones adicionales pueden describir un método para mantener seguimiento e identificación continua de múltiples objetos, posiblemente con apariencias similares y que experimentan oclusión persistente, usando únicamente una cámara y un lector.

45 Los sistemas y métodos de seguimiento descritos en las realizaciones de la presente invención se describen a continuación en el contexto de seguir jugadores, árbitros, personas de apoyo y objetos relacionados (disco, pelota, etc.) en un juego de equipo. Un experto en la materia apreciará que el sistema y métodos de esta invención pueden aplicarse a una amplia gama de eventos que incluyen, pero sin limitación, cualquier evento deportivo, así como a aplicaciones no deportivas que requieren seguimiento y/o identificación de uno o más objetos en una escena.

50 Tanto un sistema de seguimiento basado en visión como un sistema de seguimiento basado en RTLS cuando se usan de manera independiente abarcan limitaciones tecnológicas que obstaculizan el avance de conseguir ubicación de objetos con rendimiento aceptable. Los aspectos de esta invención conciben métodos donde los resultados de seguimiento indeterminados proporcionados por cada tecnología de manera independiente se fusionan en una solución de seguimiento completa.

60 El estado actual de la técnica de RTLS permite identificación y localización de objetos dinámicos dentro del alcance con exactitud entre 0,3 y 3 metros. Sin embargo, en presencia de fenómenos tales como desvanecimiento multitrayectoria, atenuación, oclusión, etc., los datos posiciones no son determinísticos sino que, en su lugar, llevan una región de incertidumbre espacial representada por una Función de Densidad de Probabilidad (PDF). Dependiendo del número de líneas de visión (LOS) disponible, esta PDF puede abarcar unas pequeñas inmediaciones de la localización del objeto o puede abarcar a lo largo de toda una región más amplia. Usado en solitario, un sistema de seguimiento basado en RTLS puede no poder proporcionar una solución completa.

65

Los sistemas basados en visión pueden incluir aquellos descritos en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 12/403.857 por Gefen, incorporada por referencia en el presente documento en su totalidad. Un desafío de los sistemas basados en visión incluye resolver la identidad de los objetos que se siguen cuando sus apariencias son similares. Este problema puede ser especialmente grave cuando los objetos se dividen de un grupo. Un aspecto de una realización de esta invención combina datos posicionales de objetos precisos basados en visión con datos de identificación de objetos basados en RTLS para volver a etiquetar objetos a medida que se ocluyen o dividen de un grupo.

Otro desafío es seguir y ubicar de manera exacta objetos en un grupo, especialmente cuando los objetos se mueven aleatoriamente en proximidad cercana. De acuerdo con algunas realizaciones, la posición de los objetos que están ocluidos con relación a la cámara y al lector se resuelve como sigue. Un sistema de seguimiento basado en visión detecta objetos aislados (objetos que no están en proximidad cercana entre sí) en alta fidelidad relativa. Por lo tanto, cuando un objeto aislado puede “ver” un objeto ocluido (tiene una LOS con él) la distancia entre ellos puede medirse. En una configuración de este tipo, los transpondedores fijados a los objetos en la escena envían señales continuamente al lector y entre sí. Estas señales llevan telemetría que se procesa más tarde para derivar las distancias entre el lector y los transpondedores así como las distancias entre los mismos transpondedores. En esta realización, al menos una cámara y al menos un lector utilizan la LOS existente entre objetos aislados y objetos ocluidos en la escena para ubicar estos objetos ocluidos que de otra manera serían invisibles.

En algunos casos, la localización de objetos etiquetados puede derivarse basándose en técnicas de alcance y basándose en técnicas de estimación de posición. Las técnicas de alcance usan telemetría, tal como Tiempo de Llegada (TOA), para derivar las distancias entre lectores y transpondedores. TOA es el tiempo que tarda una señal en recorrer desde un lector a un transpondedor y/o desde un transpondedor a un lector. Dada la velocidad de propagación de la señal, la distancia puede calcularse. Obsérvese que para conseguir estimaciones de distancia significativas, el transpondedor y el lector deberían estar sincronizados con exactitud. Otra telemetría conocida es el Ángulo de Llegada (AOA). AOA es el ángulo entre la dirección de propagación de señal y un eje de referencia. AOA requiere antena direccional (conjunto) y su exactitud es altamente dependiente del alcance (para un largo alcance, un error pequeño en el ángulo de medición da como resultado un error grande en la estimación de posición). El Indicador de Intensidad de Señal Recibida (RSSI) es otra telemetría común más. Mide la atenuación de la señal recibida para derivar la distancia. Sin embargo, la atenuación puede verse afectada por factores que incluyen desvanecimiento multitrayectoria, temperatura, humedad y objetos ocluidos. Otras telemetrías conocidas en la técnica incluyen Diferencia de Tiempo de Llegada (TDOA), Tiempo de Vuelo (TOF) y Tiempo de Ida y Vuelta (RTT). La exactitud de las distancias calculadas basándose en estas telemetrías está limitada por el nivel de la tecnología (resolución de relojes y sincronización o precisión de antena de conjunto) y por las condiciones en la escena (humedad u obstáculos).

Las técnicas de estimación de posición pueden incluir trilateración y triangulación. En un caso tridimensional, una técnica de trilateración estima las coordenadas de un punto A en el espacio usando al menos 1) cuatro puntos dados en el espacio con coordenadas conocidas y 2) las distancias entre estos cuatro puntos al punto A. Obsérvese que estas cuatro distancias dadas definen esferas centradas en los cuatro puntos dados, y que su intersección define de manera inequívoca el punto A. De manera similar, una técnica de triangulación estima las coordenadas del punto A en el espacio usando al menos 1) tres puntos dados en el espacio con coordenadas conocidas y 2) el ángulo entre una línea que conecta estos puntos y el punto A a una línea de referencia. Obsérvese que estos tres ángulos dados definen conos centrados en los tres puntos dados, y que su intersección define de manera inequívoca el punto A. Por lo tanto, en el caso general, una técnica de ubicación de trilateración requiere al menos cuatro líneas de visión (LOS) entre un transmisor y un receptor y un sistema de reloj y sincronización muy exacto. Mientras una técnica de ubicación de triangulación requiere al menos tres LOS y una antena direccional con suficientes elementos de conjunto para satisfacer la resolución angular requerida. Si están disponibles más del mínimo de LOS, puede aplicarse un método de estimación de errores de mínimos cuadrados para minimizar el error de estimación de posición.

Un sistema sinérgico ejemplar 100 para seguimiento de objetos, tal como seguir múltiples objetos, se muestra en la Figura 1A, de acuerdo con una realización. Una o más cámaras 110 se usan para cubrir una escena dinámica 120 de múltiples objetos que se están moviendo rápidamente entre sí, a menudo en grupos. Obsérvese que estos objetos pueden tener apariencias similares – particularmente en un juego de equipo donde los objetos que pertenecen al mismo equipo (ataque, defensa o árbitros) muestran apariencia similar (uniformes de equipo). En algunas realizaciones, las cámaras pueden posicionarse estáticamente para cubrir la escena o pueden trasladarse dinámicamente y orientarse para cubrir el centro de la actividad. Además de las cámaras, uno o más lectores pueden ubicarse en la escena 130. De manera similar a las cámaras, las localizaciones de los lectores pueden ser estáticas o dinámicas para permitir buena recepción de las señales de transmisión desde los transpondedores (objetos etiquetados). Las señales de vídeo y la telemetría desde los lectores pueden alimentarse en el sistema de seguimiento de objetos 140. De acuerdo con una realización, el sistema de seguimiento de objetos 140 puede utilizar técnicas basadas en visión para localizar de manera continua los objetos en la escena, incluyendo los lectores portátiles en la visión. Adicionalmente, de acuerdo con algunas realizaciones, la tecnología de RTLS puede utilizarse para resolver el seguimiento bajo oclusión, como se explicará en detalle a continuación. Los datos posicionales sin procesar generados mediante el sistema 140 pueden procesarse localmente o enviarse a una

tercera parte para procesamiento adicional. Una aplicación de GUI 150 puede incluir funcionalidad de control de sistema, visualización de datos y la presentación de estadísticas que pueden ponerse a disposición de un operador.

Tanto la localización basada en visión como la localización basada en RTLS pueden requerir líneas de visión (LOS) al objeto, de acuerdo con algunas realizaciones. Aunque en el caso de vídeo es posible localizar de manera exacta y perfilar un objeto a través del procesamiento aplicado a píxeles que provienen del segmento de imagen del objeto, RTLS puede requerir más de una LOS para localizar un objeto etiquetado. En un caso tridimensional sin restricciones, se requieren tres LOS cuando se usa una técnica de ubicación de triangulación y cuatro LOS cuando se usa una técnica de ubicación de trilateración. En presencia de 1) menos LOS debido a oclusión o fallo de recepción de señal, o 2) error intrínseco en los datos de telemetría, localización de un objeto etiquetado puede provenir con una región de incertidumbre representada mediante una función de probabilidad espacial – Función de Densidad de Probabilidad (PDF) – y formularse en cualesquiera coordenadas de espacio o de espacio de imagen. Esta PDF puede usarse como información anterior y en un esquema probabilístico para seguimiento de objetos, tales como un método de seguimiento de filtrado de partículas común.

La Figura 1B ilustra una realización 102 adicional de un sistema de seguimiento de objetos. En este caso, el sistema de seguimiento de objetos 140 puede incluir un receptor de información visual 170 para recibir información visual, tal como señales de vídeo o datos de píxeles, recopilados por un sistema de visión 110. Un sistema de este tipo puede incluir una o más cámaras que rodean la escena. El sistema de seguimiento de objetos 140 puede incluir también un receptor de información basado en telemetría 160 para recibir información basada en telemetría, tal como datos de TOA o AOA, desde un lector de RTLS 130. El seguidor de objetos 180 puede configurarse para usar la información visual y la información basada en telemetría para localizar e identificar un objeto en la escena. Cuando la información visual no puede localizar e identificar el objeto en la escena, el seguidor de objetos 180 puede usar información basada en telemetría medida desde uno o más objetos en la escena para localizar e identificar el objeto. Cuando la información basada en telemetría no puede localizar e identificar el objeto en la escena, el seguidor de objetos 180 puede usar la información visual del objeto para localizarlo e identificarlo. Además, la combinación de información basada en telemetría e información visual puede usarse para determinar de manera inequívoca la localización e identidad de un objeto cuando ni la información basada en telemetría, ni información visual, cuando se usan de manera independiente, son suficientes para determinar de manera inequívoca la localización e identidad del objeto. Esto puede realizarse para múltiples objetos en un evento o escena. El sistema 102 puede localizar con exactitud e identificar múltiples objetos, incluyendo objetos que están ocluidos, ocluidos recientemente, o en proximidad cercana a otros objetos en un grupo.

Los sistemas ejemplares 100 y 102 o cualquier parte de los sistemas 100 y 102 puede ser parte de o pueden ejecutarse mediante uno o más dispositivos informáticos. Un dispositivo informático puede ser cualquier tipo de dispositivo informático que tiene uno o más procesadores. Por ejemplo, un dispositivo informático puede ser una estación de trabajo, dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono móvil, asistente digital personal o portátil), ordenador, servidor, agrupación de cálculo, granja de servidores, consola de juegos, decodificador de salón, quiosco, sistema embebido o cualquier otro dispositivo que tenga al menos un procesador y memoria. Las realizaciones de la presente invención pueden ser software ejecutado por un procesador, firmware, hardware o cualquier combinación de los mismos en un dispositivo informático. De acuerdo con una realización adicional, el sistema de seguimiento de objetos 140 puede implementarse en diversas localizaciones de la trayectoria de distribución de vídeo.

La Figura 2 demuestra tres escenarios para localización basada en RTLS en el caso bidimensional, de acuerdo con realizaciones de la invención. En cada escenario hay tres lectores (o transpondedores fijados a los jugadores), 210, 212, y 214, en el alcance de un transpondedor fijado a un jugador 216. En el primer caso 200, los tres lectores tienen una LOS al transpondedor. Por lo tanto, tres mediciones de distancia entre el transpondedor y cada lector están disponibles. Basándose en estas distancias, una técnica de trilateración dará como resultado una estimación para la localización del jugador 216. Esta estimación de localización se representa por una PDF centrada en la intersección de tres anillos espaciales 218. El punto de una región de incertidumbre de este tipo (o desviación típica de la PDF) pueden estar en el orden de magnitud de pocas decenas de centímetros, dependiendo de la exactitud y precisión de la tecnología de sistema de RTLS específica.

En el segundo caso 202, un jugador etiquetado 216 está ocluido por otro jugador. Como resultado, únicamente dos lectores, 210 y 214, tienen una LOS al transpondedor, por lo que únicamente están disponibles dos mediciones de distancia. Por lo tanto, se puede esperar que el jugador pueda estar en una de dos regiones, 220 o 222 de intersección. En el tercer caso 204, un jugador etiquetado 216 está ocluido por otros dos jugadores. Como resultado, únicamente un lector, 210, tiene una LOS al transpondedor de modo que únicamente está disponible una medición de distancia. Basándose en esta medición de distancia, puede esperarse que el jugador esté en cualquier lugar a lo largo de un anillo espacial centrado en la localización de lector. (La anchura de anillo corresponde al error intrínseco en la telemetría dada). Esta incertidumbre espacial con respecto al paradero de un jugador puede resolverse fusionando información de seguimiento basada en RTLS y basada en visión de acuerdo con realizaciones de esta invención.

Un método de acuerdo con una realización de esta invención puede determinar la identidad de los objetos que experimentan oclusión. Por ejemplo, la Figura 3 muestra cómo puede resolverse el error de identificación de objeto

común complementando un método de seguimiento basado en visión con RTLS que incluye un lector. Suponiendo que el jugador 314 y el jugador 316 pertenecen al mismo equipo, las técnicas basadas en reconocimiento de patrón estarán limitadas debido a la apariencia similar global de los dos jugadores. Suponiendo también que en el tiempo  $t_0$  ambos jugadores empiezan a moverse en una trayectoria donde están ambos seguidos y etiquetados correctamente por el sistema de seguimiento, entonces a medida que cruzan la trayectoria uno con respecto al otro sus imágenes proyectadas se unirán y a continuación se dividirán en el tiempo  $t_1$ . A menudo, después de la división, los métodos basados en visión pueden proporcionar posiciones exactas de los jugadores, pero su identidad puede intercambiarse incorrectamente debido a la apariencia similar de los dos jugadores. Por otra parte, un lector de RTLS 310 proporciona las posiciones probables de los dos jugadores a lo largo de los anillos 318 y 320 junto con sus identidades. Fusionando los datos basados en visión (localizaciones exactas de los jugadores) con los datos basados en telemetría (identidades de los jugadores), el sistema de seguimiento de objetos 140 puede resolver la localización e identidad de cada jugador después de la división.

Otro aspecto de esta invención permite localizar e identificar objetos cuando se ocluyen con relación a la cámara y el lector, como se demuestra en la Figura 4. En esta realización de ejemplo, una cámara 410 y un lector 414 cubren la escena 412. Típicamente, la escena incluye jugadores que se mueven en proximidad lejana relativa entre sí 420-430. Estos jugadores pueden separarse y pueden localizarse con exactitud mediante un método de seguimiento basado en visión. El desafío radica en localizar con exactitud jugadores que están ubicados en un grupo 418, y, por lo tanto, están ocluyéndose entre sí con relación a la cámara 410 y al lector 414. Como se representa en la Figura 4, la cámara y el lector tienen LOS 416 a los jugadores 420-430, y, como resultado, la posición e identidad de estos jugadores son conocidas. Por otra parte, el jugador 432 puede ocluirse por los otros jugadores en el grupo 418 y por lo tanto su imagen proyectada puede ser inseparable, de la imagen proyectada del grupo entero y por lo tanto irreconocible. Sin embargo, hay una LOS entre este jugador 432 y los jugadores 420-426. Puesto que las posiciones de estos jugadores son conocidas (por métodos basados en visión o en RTLS), la posición del jugador ocluido 432 puede restaurarse usando una técnica de trilateración, por ejemplo. Obsérvese que en este ajuste cada transpondedor (la etiqueta fijada a cada jugador) está configurado para transmitir al lector telemetría (tal como TOA) relacionada para tanto 1) la distancia entre este transpondedor y el lector como 2) la distancia entre este transpondedor y los otros transpondedores en LOS de él. En un caso donde un transpondedor no tenga una LOS al lector, puede transmitir sus datos al lector mediante otro transpondedor.

En un sistema de comunicación de acceso múltiple de este tipo, las señales de los transpondedores y lectores pueden colisionar y pueden cancelarse entre sí, conduciendo a una utilización ineficaz del ancho de banda debido a la necesidad de repetir transmisiones. Pueden usarse algoritmos anti-colisión conocidos, de acuerdo con realizaciones, y se diseñan para coordinar estas comunicaciones simultáneas mediante protocolos de múltiple acceso de modo que se minimiza el tiempo total para la identificación así como el consumo de potencia de los transpondedores. Ya se usan comúnmente técnicas de arbitraje de señal de comunicación para nuevas redes de satélites y teléfonos móviles. Los métodos tales como: acceso múltiple por división en el espacio (SDMA), acceso múltiple del dominio de la frecuencia (FDMA), acceso múltiple del dominio del tiempo (TDMA), y acceso múltiple por división de código (CDMA) son conocidos en la técnica para tratar con interferencia de transceptor a transceptor.

Las realizaciones de esta invención pueden aplicarse a la identificación y seguimiento de un juego de fútbol, como se muestra en la Figura 5. Un juego de fútbol es una escena desafiante de manera inequívoca de analizar. Consiste en segmentos cortos (jugadas), empezando con ambos jugadores de ataque y defensa ubicados en una cierta formación. Después de que empiece el juego, el objetivo del equipo atacante es avanzar la pelota hacia la zona de anotación, mientras que el objetivo del equipo defensor es oponerse a este avance. Durante esta corta duración de una jugada (varios segundos) los jugadores se están moviendo rápido, de manera junta y bloqueándose físicamente entre sí. En este caso, se desea poder identificar y localizar los jugadores según su misma posición en una formación a lo largo de la línea de golpeo (o según su misma posición para un saque inicial), y mantener el seguimiento a lo largo de la duración del juego.

De acuerdo con una realización, esto puede aplicarse con un sistema que comprende una cámara 510 y un lector 514 (cada uno ubicado en punto clásico ventajoso), transpondedores fijados a los jugadores de fútbol o a alguno de los jugadores de fútbol, y posiblemente transpondedores fijados a árbitros o cualquier persona de apoyo en las cercanías. Por ejemplo, de manera similar al escenario demostrado en la Figura 4, el jugador mariscal de campo (Quarter-Back) (QB) puede ser ocluido por el liniero (linemen) 518, pero puede tener una LOS al corredor de poder (full-back) (FB), al corredor rápido (half-back) (HB), al receptor abierto (wide-receiver) (WR), o a cualquier otro jugador, árbitro, o persona de apoyo en el alcance. Por lo tanto, de acuerdo con esta invención, la localización del jugador QB ocluido puede restaurarse usando su distancia al FB, HB, WR y/u otros jugadores con localizaciones conocidas. Otro ejemplo es resolver las identificaciones y posiciones de los jugadores linieros 518. Los jugadores linieros están ubicados en proximidad estricta a lo largo de la línea de golpeo 516, y, por lo tanto, pueden no separarse y/o identificarse por métodos basados en visión en solitario. Sin embargo, su formación a lo largo de la línea de golpeo (según se dicta por las reglas del juego) proporciona una restricción que junto con las PDF derivadas por un lector es suficiente para determinar esta localización de los jugadores. Por ejemplo, los linieros de seis jugadores dan como resultado seis PDF de forma de anillo, cada una centrada en la posición del lector y con un radio igual a la distancia entre el lector y el jugador correspondiente. Las intersecciones entre estos anillos y la formación de linieros dan como resultado la posición de cada uno de los jugadores. La formación de los linieros, a su

vez, puede detectarse por métodos basados en visión.

Estos métodos, según se aplican para identificación y seguimiento de jugadores de fútbol en las realizaciones descritas en el presente documento, presentan una oportunidad para análisis de nivel superior de parámetros tales como formación de equipo, clasificación de juego, etc. Estos métodos pueden permitir también monitorizar cada uno de los 11 jugadores activos del equipo y pueden indicar cuál de los 53 jugadores disponibles en cada equipo está ahora jugando en el campo. Esto puede hacerse siguiendo el total de los 106 jugadores de fútbol continuamente, o activando el seguimiento únicamente para aquellos jugadores que están en el campo mientras se desactiva el seguimiento de los otros jugadores que están actualmente fuera del campo. En algunos casos, puede haber una situación en la que no todos los jugadores estén etiquetados. En este caso, la identificación y seguimiento de jugadores no etiquetados puede hacerse mediante métodos basados en visión y métodos donde una formación y reglas del juego se usan para deducir la posición e identidad probables de jugadores no etiquetados.

El método en la realización anteriormente descrita es especialmente útil al seguir pequeños objetos tales como una pelota en un juego de baloncesto que se ocluye a menudo por algunos jugadores y es difícil de detectar y seguir usando visión en solitario. Es también aplicable para resolver auto-oclusión cuando se detecta y sigue la postura de un objeto articulado como se demuestra en la Figura 6.

La Figura 6 muestra una realización de ejemplo donde se calcula el movimiento de un objeto articulado – un bateador de béisbol, por ejemplo – por medio de seguir las articulaciones del objeto. En este caso, la auto-oclusión complica el seguimiento basado en visión. En este punto también, puede utilizarse la tecnología de RTLS para complementar la desventaja de tecnología basada en visión. En la Figura 6 los transpondedores 602-610 se fijan a las articulaciones de un bateador de béisbol para permitir la detección y seguimiento de la postura. Mientras que las extremidades de un humano (parte superior de la cabeza 602 y tobillos 604-606, por ejemplo) están en LOS 622 a la cámara 620 y el lector 630, y, por lo tanto, relativamente fáciles de detectar y seguir (por ejemplo, métodos de detección de cabeza conocidos en la técnica), otras localizaciones (tales como rodillas, codos, hombros 608-610) pueden 1) estar auto-ocluídas con relación a la cámara y lector o 2) ser difíciles de extraer con técnicas basadas en visión. En este caso, por ejemplo, cada transpondedor, 602, 604 y 606, mide telemetría con relación a todos los otros transpondedores que están en LOS con él, 608-610, y transmite estos datos al lector junto con telemetría relacionada con su propia distancia al lector. En esta realización, una tecnología de RTLS que es mejor adecuada para corto alcance y con pequeña granularidad puede usarse para comunicación entre los transpondedores 602-610, mientras que otra tecnología de RTLS que es mejor adecuada para telemetría de largo alcance puede usarse para comunicación entre los transpondedores 604-606 y los lectores.

La Figura 7 muestra un sistema móvil para seguir objetos dinámicos acuerdo con una realización. En este sistema al menos se establece una cámara 718 para cubrir la escena; esta puede ser una cámara estática o no estática, tal como una cámara de difusión. Los fotogramas de vídeo de la cámara se alimentan en el sistema de seguimiento de objetos 710 para procesamiento, un fotograma cada vez. Además, un subsistema de RTLS 712 está integrado en el sistema, que incluye al menos un lector 714 y una combinación de transpondedores pasivos, semi-pasivos y/o activos 716. Los transpondedores pueden tener sensores ambientales fijados a ellos para medir variables que incluyen temperatura, movimiento y energía de impacto. Tanto la cámara de vídeo como el subsistema de RTLS comunican con el sistema de seguimiento de objetos 710, local o remotamente, a través de cable o inalámbricamente, o usando cualquier otro medio de comunicación. El sistema de seguimiento de objetos 710 recibe datos desde el subsistema de RTLS 712 y la cámara 718, así como los gestiona y controla.

Dependiendo de la cámara, la calibración 730 puede llevarse a cabo una vez en el momento de reseteo del sistema (cámara estática), o puede hacerse al vuelo durante la operación del sistema (cámara dinámica), de acuerdo con algunas realizaciones. Los métodos de calibración conocidos estiman el modelo de cámara, por ejemplo, haciendo coincidir los puntos de referencia en el modelo del mundo real de la escena y sus puntos correspondientes en la imagen proyectada de la escena. Teniendo el modelo de cámara, se puede mapear las coordenadas de espacio de imagen a coordenadas del mundo real y viceversa.

La detección de la imagen proyectada de cada objeto – denominado como la medición del objeto – mediante el procesamiento de los fotogramas de vídeo actuales, y posiblemente los anteriores, se realiza a continuación 750. Los métodos conocidos para resta de fondo generan una máscara que perfila las regiones de primer plano en el fotograma de vídeo actual. Estos objetos binarios grandes (blobs) (regiones de primer plano) segmentan la imagen proyectada de los jugadores (objetos en movimiento) de grupos de jugadores. Por lo tanto, una medición puede incluir información derivada de píxeles que pertenecen a un objeto o a imagen de proyección de objetos. En el caso donde se aísla un objeto (una región de primer plano contiene una imagen de un objeto únicamente), puede derivarse el modelado y ubicación exacta del objeto en el suelo. En el otro extremo, es un desafío modelar y ubicar un objeto cuando se sumerge en un grupo de otros objetos. Por lo tanto, los datos posicionales de objetos aislados (junto con otros datos relacionados tales como periodo de tiempo y velocidad) enviados para procesar 740 pueden utilizarse en el proceso de identificación y localización de objetos etiquetados, como se demuestra en la Figura 4. Esto se explicará adicionalmente a continuación.

El proceso 720 resetea y controla el subsistema de RTLS 712. Este proceso también recopila la telemetría medida mediante el subsistema de RTLS. Dependiendo de la tecnología de RTLS en uso, la telemetría puede ser el Tiempo de Llegada (TOA), Ángulo de Llegada (AOA), Indicador de Intensidad de Señal Recibida (RSSI), etc. Esta telemetría proporcionada por el subsistema de RTLS puede generarse periódicamente o bajo demanda.

5 A continuación, en la etapa 740, se calculan las distancias entre el lector 714 y los transpondedores 716, y las distancias entre los transpondedores (con la excepción de cuando no hay LOS). A continuación, la localización de cada jugador etiquetado identificado se deriva usando 1) todas las distancias disponibles entre este jugador etiquetado y otros jugadores/lector etiquetados y 2) las posiciones de los otros jugadores/lector etiquetados como se proporcionan por la etapa 750. Como se ha mencionado anteriormente, las estimaciones de posición basadas en RTLS pueden representarse por una función de probabilidad espacial – PDF. Cuantos más lectores/transpondedores con localizaciones conocidas y correspondientes distancias al objeto dado estén disponibles para el método de ubicación, menor será la entropía de la correspondiente PDF (que significa una menor región de incertidumbre).

15 La identificación de los jugadores y PDF correspondientes se usan ahora en la etapa 760 para caracterizar las mediciones. Por ejemplo, una imagen (medición) de un grupo de jugadores puede ahora segmentarse en subregiones donde cada subregión corresponde a un jugador en el grupo. Esto puede conseguirse con un método de agrupación probabilístico usando la PDF dada como información anterior.

20 A continuación en la etapa 770, estas mediciones caracterizadas están asociadas con la lista actual de objetos seguidos 790. Finalmente, los datos de seguimiento de cada objeto seguido – posición, velocidad, identidad, etc. – se actualiza en la etapa 780 usando métodos de seguimiento conocidos, tales como aquellos descritos en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N. ° 12/403.857 por Gefen.

25 La fusión de datos basados en visión y basados en RTLS, como se ha descrito anteriormente, puede conseguirse a través del procesamiento de fotogramas de vídeo recibidos desde la cámara y telemetría recibida desde el RTLS, de acuerdo con las realizaciones. Típicamente, la velocidad de transferencia de datos de RTLS no es la misma que la velocidad de fotograma de la cámara. Un RTLS que usa una señal portadora de alta frecuencia consigue una velocidad de datos alta. Esto, a su vez, permite que el sistema adapte un gran número de transpondedores y permite que cada transpondedor transmita paquetes de datos más grandes; cuanto más alta es la frecuencia, más rápida es la comunicación entre lectores y transpondedores. Sin embargo, una señal portadora de alta frecuencia se atenúa más rápido, y, por lo tanto su alcance es más limitado.

35 En las realizaciones donde están implicados múltiples transpondedores y lectores, dependiendo de la tecnología específica de RTLS, la telemetría de RTLS generada puede retardar los datos de seguimiento basados en visión correspondientes. Esta latencia potencial puede extenderse a varios fotogramas de vídeo y requiere un mecanismo de sincronización, por ejemplo, anexando una indicación de tiempo tanto a datos basados en visión como basados en RTLS que puede usarse más tarde para sincronización. Por lo tanto, cuando el caudal de transmisión de datos de RTLS es inferior que la velocidad de fotograma de la cámara, la telemetría puede estar disponible para el sistema de seguimiento de objetos 710 únicamente cada N fotogramas de vídeo. Por lo tanto, en este caso, los datos de seguimiento basados en visión interpolan los puntos de datos ausentes donde los datos de seguimiento derivados desde la telemetría no están disponibles. Como alternativa, el RTLS 712 puede enviar telemetría al sistema de seguimiento de objetos 710 únicamente cuando se ordena hacerlo por la unidad de control de RTLS 720. En este caso, los datos de identificación y localización basados en RTLS se ordenarán, por ejemplo, únicamente cuando se requiera resolver la oclusión.

50 Una realización ejemplar del subsistema de RTLS 712 se describe a continuación, aplicando tecnología de comunicación de banda ultra ancha (UWB). Una señal de comunicación sin portadora de UWB se define como una señal con un ancho de banda de al menos 500 MHz o con un ancho de banda de al menos el 20 % de la frecuencia central. En 2002 la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) aprobó la transmisión de una señal de comunicación de UWB en un intervalo de 3,1 GHz a 10,6 GHz, y a una densidad espectral por debajo de -41,3 dBm/MHz. La señal de UWB muestra excelente rendimiento en un entorno altamente reflexivo (multi-trayectoria) debido a un pulso de ciclo de trabajo bajo. Además, la interferencia con otras señales de RF es mínima debido a los anchos de banda de frecuencia no solapantes y la diferencia en tipo de señal. En consecuencia, UWB se vuelve una solución atractiva para aplicaciones donde se requiere una alta velocidad de datos y alta resolución. Desarrollos recientes presentan RTLS basado en UWB con exactitud de localización por debajo de 30,48 centímetros y una tasa de actualización de varios milisegundos. Además, la LOS al objetivo es aún un requisito para permitir localización en tiempo real.

60 La Figura 8 muestra el lector 800 componente del RTLS basado en UWB, de acuerdo con una realización. El lector puede consistir en una unidad de transmisión/recepción de RF 810 (basada en portadora) tradicional, una unidad de recepción de UWB 840, y un controlador 880. La unidad de comunicación de RF puede recibir y transmitir señales moduladas a través de su antena 812. Un circulador 814 puede dirigir las señales entrantes desde la antena al amplificador 818 del receptor, mientras se evita que tales señales pasen a través del amplificador 816 del transmisor. De manera similar, las señales salientes desde el transmisor pueden dirigirse fuera a la antena, mientras



se evita que pasen a través del amplificador del receptor. Activado por el controlador 880, el transmisor 820 y el receptor 822 pueden llevar a cabo la comunicación entre el lector y las etiquetas. Un fin principal de esta comunicación puede ser controlar la operación de las etiquetas y, posiblemente, recibir los datos de detección de las etiquetas.

5 El receptor de UWB 840 puede recibir la señal de UWB desde la que los datos variables se derivan a través de una antena 842. La señal de UWB puede filtrarse 844 en primer lugar y a continuación amplificarse 846. La señal amplificada puede a continuación mezclarse 850 con una señal de plantilla generada por el generador de plantilla 848. La señal de plantilla puede basarse en la forma de onda de impulso empleada en el sistema y diseñarse para  
10 extraer el impulso de la señal de UWB recibida a través de la correlación conseguida mezclando 850 e integrando 852. La señal analógica desde integrador puede a continuación pasarse a un circuito de muestra y retención 854 donde se selecciona un cierto nivel de señal y se convierte adicionalmente en datos digitales por el ADC 856. Estos datos digitales se traducen en símbolos digitales 858 que se procesan adicionalmente mediante el controlador del lector 880 donde tienen lugar las derivaciones de telemetría tales como TOA y AOA.

15 El controlador de lector 880 puede incluir un módulo de cálculo 882, un módulo de memoria 884, un módulo de reloj 886 y una fuente de alimentación 888, de acuerdo con una realización. El controlador del lector gestiona la comunicación entre el lector y las etiquetas, y posiblemente otros lectores. Puede recopilar datos de detección y de estado desde las etiquetas (mediante su unidad de comunicación de RF) y los datos de alcance de las etiquetas (mediante su receptor de UWB). El controlador del lector 880 puede calcular las distancias y ángulos entre el lector y las etiquetas, así como las distancias entre las etiquetas, y pasa estas medidas al controlador de RTLS 720 para procesamiento adicional.

25 La Figura 9 muestra el componente de etiqueta del RTLS basado en UWB 900, de acuerdo con una realización. La etiqueta puede consistir en una unidad de transceptor/receptor de RF tradicional 910 (basada en portadora), una unidad de transmisión de UWB 930, un transceptor de retrodispersión de UWB 950, y una unidad de control 970. De manera similar al lector, el receptor de transmisión/recepción de RF 910 de la etiqueta puede incluir una antena 920, un circulador 922, amplificadores 916 y 918, un receptor 912 y un transmisor 914. A través de esta unidad de comunicación de RF, el modo de operación de etiqueta puede establecerse mediante el lector y pueden enviarse  
30 diversos datos de detección y de estado desde la etiqueta al lector. El transmisor de UWB 930 puede enviar señales de UWB cuando se activa por el controlador 970. Por lo tanto, el transmisor puede recibir una secuencia de interrogación desde el controlador y convertirla en una señal analógica usando el DAC 932 desde el que se generan pulsos de UWB por el generador 934 de impulsos. La señal de UWB puede a continuación amplificarse 936 y filtrarse 938 antes de transmitirse a través de la antena 940.

35 En centrarse al transmisor de UWB 930, el transceptor de retrodispersión de UWB 950 puede responder simplemente a una señal de UWB recibida. El aislamiento entre señales de UWB de entrada y retrodispersadas puede proporcionarse mediante el circulador 962. Una señal de UWB entrante puede reflejarse de vuelta o absorberse por la antena 960 dependiendo de las propiedades de la antena. El modulador de antena 952 está diseñado para configurar la antena, por ejemplo controlando la impedancia de la antena. Por lo tanto, la información puede codificarse, por ejemplo, reflejando, absorbiendo y/o cambiando la polaridad de la señal entrante. Además, el modulador 952 puede controlar la respuesta de señal del amplificador 954. El transceptor 950 puede incluir también un filtro 958 de salida y un filtro 956 de entrada.

45 El controlador de la etiqueta 970 es un modelo de procesamiento, que incluye un módulo informático 972, un módulo de memoria 974, un reloj 976 y una fuente de alimentación 978. Los datos de identificación de la etiqueta y posiblemente los datos de detección de la etiqueta pueden analizarse y almacenarse en el controlador. El módulo de reloj controla la temporización en la que tiene lugar la transmisión de señal de UWB 930 y la temporización que el modulador de antena cambia la impedancia de la antena y de esta manera codifica datos tal como el ID de la  
50 etiqueta en la señal de UWB retrodispersada.

Como se representa en la Figura 4, un sistema de RTLS incluye al menos un lector y una pluralidad de etiquetas fijadas a objetivos de interés. En cualquier momento algunas de las etiquetas pueden tener una LOS directa al lector y algunas tienen simplemente LOS indirecta al lector (que significa una LOS que pasa a través de otra etiqueta con una LOS directa al lector). Por lo tanto, el sistema, de acuerdo con una realización, localiza ambas etiquetas con  
55 LOS directa y etiquetas con LOS indirecta como sigue.

El lector 800 puede asignar un intervalo de tiempo a la etiqueta 900. A través de este intervalo de tiempo esta etiqueta específica se establece para operar en un modo de operación maestro, mientras todas las otras etiquetas se establecen para operar en un modo de operación esclavo, de acuerdo con una realización. Cuando una etiqueta está en un modo de operación maestro puede configurarse para transmitir 930 una señal de UWB – una secuencia de pulsos muy cortos. Esta señal, indicada por  $S_0(t)$ , puede recibirse por un receptor de UWB 840 del lector si existe una LOS directa. Puede recibirse también y retrodispersarse por otro transceptor de retrodispersión de UWB 950 de la etiqueta esclava que está con una LOS a la etiqueta maestra. Una señal retrodispersada de este tipo desde una  
60 etiqueta esclava, indicada por  $S_i(t)$  (i indica un índice de etiqueta esclava), se envía de vuelta al transceptor de retrodispersión de UWB 950 de etiqueta maestra donde a continuación se retrodispersa al lector. Obsérvese que en  
65

primer lugar, la transmisión de señal de UWB por un transmisor de UWB 930 de etiqueta puede tener lugar en este caso únicamente cuando la etiqueta se establece para operar en un modo de operación maestro; y, en segundo lugar, que todas las etiquetas (maestras y esclavas) retrodispersan una señal donde la etiqueta maestra está configurada para retrodispersar únicamente las señales  $S_i(t)$  y todas las otras etiquetas esclavas están configuradas para únicamente retrodispersar la señal  $S_0(t)$ .

La Figura 10 demuestra la progresión de las señales de UWB según se transmiten por la etiqueta maestra 1010 y según se reciben por el lector 1020, de acuerdo con una realización. La etiqueta establecida para que esté en un modo de operación maestro puede enviar pulsos de UWB periódicos: 1012a, 1012b, etc., separados por un "tiempo de guarda". El tiempo de guarda puede evitar la interferencia entre señales retrodispersadas resultantes de pulsos sucesivos. En el lector 800, en primer lugar se recibe la señal  $S_0(t)$ : 1024a, 1024b, etc., con un tiempo de retardo de  $T_0$ . A continuación puede recibirse una señal retrodispersada desde una etiqueta esclava,  $S_1(t)$ : 1026a, 1026b, etc., con un tiempo de retardo de  $T_1$ . De manera similar, una señal retrodispersada desde una segunda etiqueta esclava,  $S_2(t)$ , puede recibirse: 1028a, 1028b, etc., con un tiempo de retardo de  $T_2$ . Obsérvese que aunque  $T_0$  representa el tiempo que tarda  $S_0(t)$  en recorrer desde la etiqueta maestra al lector,  $T_1$  representa el tiempo que tarda  $S_i(t)$  en recorrer desde la etiqueta esclava  $i$ , a través de la etiqueta maestra, hasta el lector.

Estos tiempos de progresión de señal (TOA) junto con el conocimiento de la velocidad de progresión de la señal pueden usarse mediante el lector 800 para calcular la distancia entre el lector a la etiqueta maestra y las distancias entre la etiqueta maestra y las etiquetas esclavas, de acuerdo con una realización adicional. El lector 800 puede configurarse para medir además de tiempo de progresión de señal también el ángulo de llegada (AOA) de señal de etiquetas maestras y otra telemetría que pudiera ser decisiva al calcular localización de etiquetas (RSSI, TDOA, TOF, RTT, etc.).

Los aspectos descritos anteriormente, para las realizaciones ejemplares mostradas en las Figuras 1-10 o en cualquier parte o partes o función o funciones de las mismas pueden implementarse usando hardware, módulos de software, firmware, medio de almacenamiento legible por ordenador o usable por ordenador tangible que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, o una combinación de los mismos y pueden implementarse en uno o más sistemas informáticos u otros sistemas de procesamiento. La Figura 11 ilustra un sistema informático 1100 de ejemplo en el que las realizaciones de la presente invención, o porciones de las mismas, pueden implementarse como código legible por ordenador. Por ejemplo, el sistema de seguimiento de objetos 140, el receptor de información visual 160, el receptor de información de RTLS 170, el seguidor de objetos 180 y/o cualquier otro componente de los sistemas ejemplares mostrados en las Figuras 1-10 pueden implementarse en hardware, firmware, o como código legible por ordenador en un sistema informático tal como el sistema informático 1100. Después de leer esta descripción, será evidente para un experto en la materia cómo implementar la invención usando otros sistemas informáticos y/o arquitecturas informáticas.

El sistema informático 1100 incluye uno o más procesadores, tales como el procesador 1104. El procesador 1104 puede ser un procesador de fin especial o un procesador de fin general. El procesador 1104 está conectado a una infraestructura de comunicación 1106 (por ejemplo, un bus o red).

El sistema informático 1100 incluye también una memoria principal 1108, preferentemente memoria de acceso aleatorio (RAM) y puede incluir también una memoria secundaria 1110. La memoria secundaria 1110 puede incluir, por ejemplo, una unidad de disco duro 1112 y/o una unidad de almacenamiento extraíble 1114. La unidad de almacenamiento extraíble 1114 puede comprender una unidad de disco flexible, una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, una memoria flash o similares. La unidad de almacenamiento extraíble 1114 lee desde y/o escribe en una unidad de almacenamiento extraíble 1118 de una manera bien conocida. La unidad de almacenamiento extraíble 1118 puede comprender un disco flexible, cinta magnética, disco óptico, etc., que se leen mediante y se escriben en la unidad de almacenamiento extraíble 1114. Como se apreciará por el experto o expertos en la materia, la unidad de almacenamiento extraíble 1118 incluye un medio de almacenamiento usable por ordenador que tiene almacenado en el mismo software informático y/o datos.

En implementaciones alternativas, la memoria secundaria 1110 puede incluir otros medios similares para permitir que los programas informáticos u otras instrucciones se carguen en el sistema informático 1100. Tales medios pueden incluir, por ejemplo, una unidad de almacenamiento extraíble 1122 y una interfaz 1120. Ejemplos de tales medios pueden incluir un cartucho de programa e interfaz de cartucho (tales como los encontrados en dispositivos de videojuegos), un chip de memoria extraíble (tal como una EPROM o PROM) y zócalo asociado, y otras unidades de almacenamiento extraíble 1122 e interfaces 1120 que permiten que el software y datos se transfieran desde la unidad de almacenamiento extraíble 1122 al sistema informático 1100.

El sistema informático 1100 puede incluir también una interfaz de comunicaciones 1124. La interfaz de comunicaciones 1124 permite que el software y datos se transfieran entre sistema informático 1100 y dispositivos externos. La interfaz de comunicaciones 1124 puede incluir un módem, una interfaz de red (tal como una tarjeta de Ethernet), un puerto de comunicaciones, una ranura y tarjeta PCMCIA, una tarjeta inalámbrica o similares. El software y datos transferidos mediante la interfaz de comunicaciones 1124 están en forma de señales que pueden ser electrónicas, electromagnéticas, ópticas u otras señales que pueden recibirse mediante la interfaz de

comunicaciones 1124. Estas señales se proporcionan a la interfaz de comunicaciones 1124 mediante una ruta de comunicaciones 1126. La ruta de comunicaciones 1126 lleva señales y puede implementarse usando alambre o cable, fibra óptica, una línea de teléfono, un enlace de teléfono celular, un enlace de RF u otros canales de comunicaciones.

5 En este documento, las expresiones “medio de programa informático” y “medio usable por ordenador” se usan en general para hacer referencia a medio tal como la unidad de almacenamiento extraíble 1118, unidad de almacenamiento extraíble 1122, un disco duro instalado en la unidad de disco duro 1112, y señales llevadas a través de la ruta de comunicaciones 1126. Medio de programa informático y medio usable por ordenador pueden hacer  
10 referencia también a memorias, tales como la memoria principal 1108 y la memoria secundaria 1110, que pueden ser memorias de semiconductores (por ejemplo, DRAM, etc.). Estos productos de programa informático son medios para proporcionar software al sistema informático 1100.

15 Los programas informáticos (también denominados lógica de control informática) se almacenan en memoria principal 1108 y/o memoria secundaria 1110. Los programas informáticos pueden recibirse también mediante la interfaz de comunicaciones 1124. Tales programas informáticos, cuando se ejecutan, posibilitan que el sistema informático 1100 implemente la presente invención como se analiza en el presente documento. En particular, los programas informáticos, cuando se ejecutan, posibilitan que el procesador 1104 implemente los procesos de la presente invención, tales como las etapas en los métodos anteriormente descritos. Por consiguiente, tales programas  
20 informáticos representan controladores del sistema informático 1100. Cuando la invención se implementa usando software, el software puede almacenarse en un producto de programa informático y cargarse en el sistema informático 1100 usando la unidad de almacenamiento extraíble 1114, interfaz 1120, disco duro 1112 o interfaz de comunicaciones 1124.

25 Las realizaciones de la invención también pueden referirse a productos informáticos que comprenden software almacenado en cualquier medio usable por ordenador. Tal software, cuando se ejecuta en uno o más dispositivos de procesamiento de datos, provocan que un dispositivo o dispositivos de procesamiento de datos operen como se describe en el presente documento. Las realizaciones de la invención emplean cualquier medio usable o legible por ordenador, conocido ahora o en el futuro. Ejemplos de medios usables por ordenador incluyen, pero sin limitación,  
30 dispositivos de almacenamiento principal (por ejemplo, cualquier tipo de memoria de acceso aleatorio), dispositivos de almacenamiento secundario (por ejemplo, discos duros, disco flexibles, CD ROM, discos ZIP, cintas, dispositivos de almacenamiento magnético, dispositivos de almacenamiento óptico, MEMS, dispositivo de almacenamiento nanotecnológico, etc.), y medios de comunicación (por ejemplo, redes de comunicaciones cableadas e inalámbricas, redes de área local, redes de área extensa, intranets, etc.).

35 La presente invención se ha descrito anteriormente con la ayuda de bloques de construcción funcionales que ilustran la implementación de funciones especificadas y relaciones de las mismas. Los límites de estos bloques de construcción funcionales se han definido de manera arbitraria en el presente documento por conveniencia de la descripción. Pueden definirse límites alternativos siempre que las funciones especificadas y relaciones de los  
40 mismos se realicen de manera apropiada.

La descripción anterior de las realizaciones específicas revelará entonces completamente la naturaleza general de la invención que otros pueden, aplicando el conocimiento del experto en la materia, modificar fácilmente y/o adaptar  
45 diversas aplicaciones de tales realizaciones específicas, sin excesiva experimentación, sin alejarse del concepto general de la presente invención. Por lo tanto, tales adaptaciones y modificaciones se pretende que estén dentro del significado y variedad de equivalentes de las realizaciones desveladas, basándose en la enseñanza y guía presentada en el presente documento. Se ha de entender que la fraseología o terminología en el presente documento es para el fin de descripción y no de limitación, de manera que la terminología o fraseología de la presente memoria descriptiva se ha de interpretar por los expertos en la materia a la luz de las enseñanzas y guía.

50 La amplitud y alcance de la presente invención no deberían estar limitados por ninguna de las realizaciones ejemplares anteriormente descritas, sino que deberían definirse únicamente de acuerdo con las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método implementado por ordenador para seguir objetos en una escena, que comprende:
- 5 recibir información visual de la escena con un sistema de seguimiento basado en visión (110);
- recibir información basada en telemetría de la escena con un sistema de seguimiento basado en sistema de localización en tiempo real (RTLS) (712); y **caracterizado por que:**
- 10 cuando cada uno del sistema de seguimiento visual (110) y el sistema de seguimiento basado en RTLS (712) no pueden identificar de manera independiente una localización e identidad del primer objeto, determinar la localización y la identidad de un primer objeto en la escena combinando la información visual con la información basada en telemetría,
- 15 en el que el sistema de seguimiento basado en RTLS (712) predice la localización del primer objeto a localizar en al menos un anillo espacial, y
- en el que al menos un anillo espacial está centrado alrededor de al menos un lector de sistema de seguimiento basado en RTLS (130) o al menos un transpondedor.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que la determinación comprende adicionalmente usar información basada en telemetría para localizar e identificar el primer objeto cuando la información visual no puede localizar e identificar el primer objeto en la escena.
- 25 3. El método de la reivindicación 1, en el que la determinación comprende adicionalmente usar información visual para localizar e identificar el primer objeto cuando la información basada en telemetría no puede localizar e identificar el primer objeto en la escena.
4. Un sistema para seguir objetos (140) en una escena, que comprende:
- 30 un receptor de información visual (170) configurado para recibir información visual de la escena con un sistema de seguimiento basado en visión (110);
- un receptor de información basada en telemetría (160) configurado para recibir información basada en telemetría de la escena con un sistema de seguimiento basado en RTLS (712); y **caracterizado por:**
- 35 un seguidor de objetos (180), implementado en un sistema basado en procesador, configurado para localizar e identificar el primer objeto en la escena combinando la información visual con la información basada en telemetría cuando cada uno del sistema de seguimiento visual (110) y el sistema de seguimiento basado en RTLS (712) no pueden identificar de manera independiente una localización y una identidad del primer objeto; y
- 40 en el que el sistema de seguimiento basado en RTLS (712) está configurado para predecir la localización del primer objeto a localizar en al menos un anillo espacial, y
- 45 en el que el al menos un anillo espacial está centrado alrededor de al menos un lector de sistema de seguimiento basado en RTLS (130) o al menos un transpondedor.
5. El sistema (140) de la reivindicación 4, en el que el seguidor de objetos (180) está configurado adicionalmente para usar información basada en telemetría para localizar e identificar el primer objeto cuando la información visual no puede localizar e identificar el primer objeto en la escena.
- 50 6. El sistema (140) de la reivindicación 4, en el que el seguidor de objetos (180) está configurado adicionalmente para usar información visual para localizar e identificar el primer objeto cuando la información basada en telemetría no puede localizar e identificar el primer objeto en la escena.
- 55 7. El sistema (140) de la reivindicación 4, en el que el seguidor de objetos (180) está configurado adicionalmente para:
- 60 determinar cuándo no hay disponible una línea de visión (LOS) (416) directa entre el primer objeto y una cámara (410) del sistema de seguimiento basado en visión (110); y
- determinar qué información basada en telemetría procedente del sistema de seguimiento basado en RTLS usar para localizar e identificar el primer objeto.
- 65 8. El sistema (140) de la reivindicación 4, en el que el seguidor de objetos (180) está configurado adicionalmente para:

determinar cuándo no hay disponible una línea de visión (LOS) directa entre una etiqueta de RTLS situada en el primer objeto y un lector (130) del sistema de seguimiento basado en RTLS; y

determinar qué información visual usar para localizar e identificar el primer objeto.

5

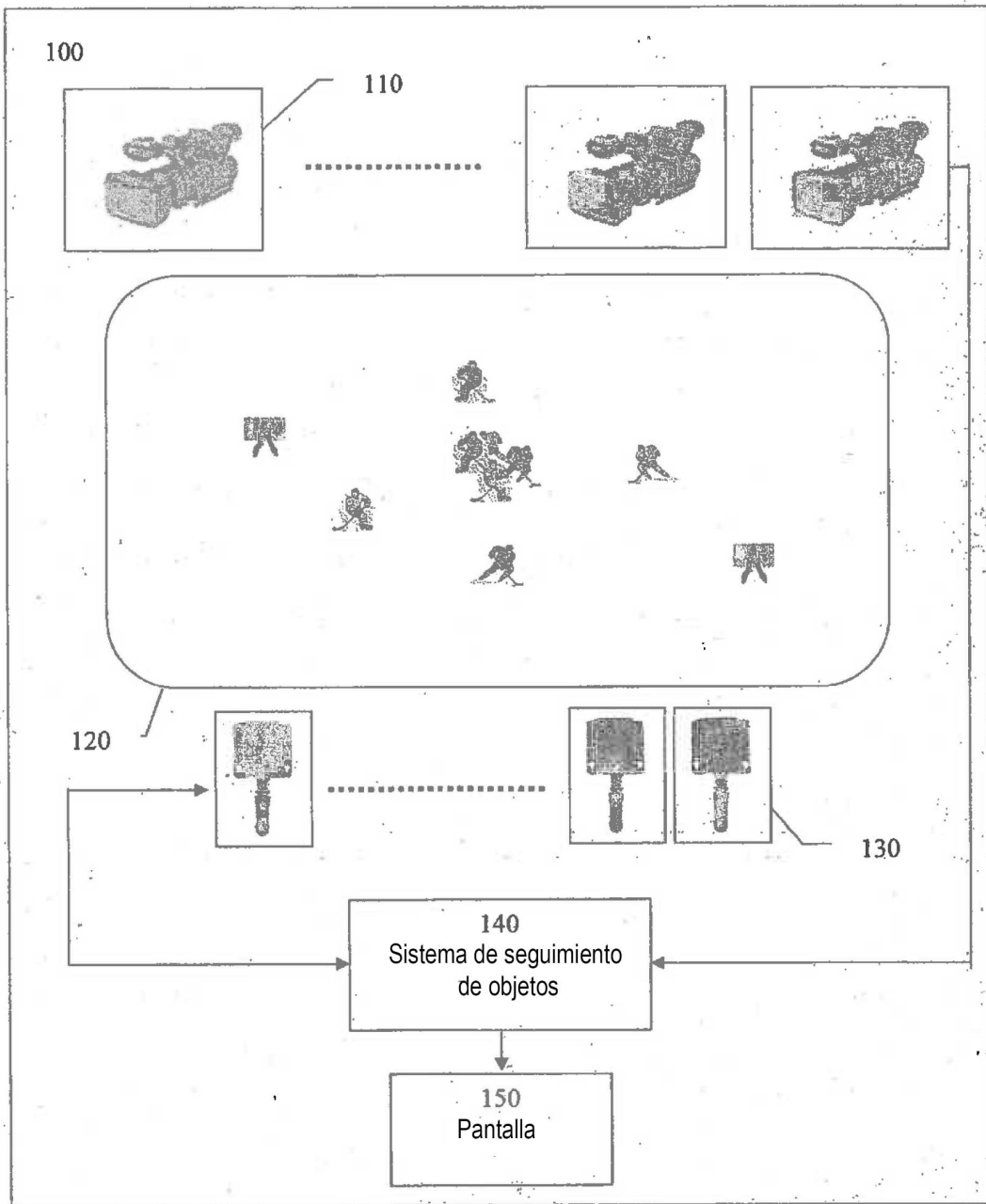


FIG. 1A

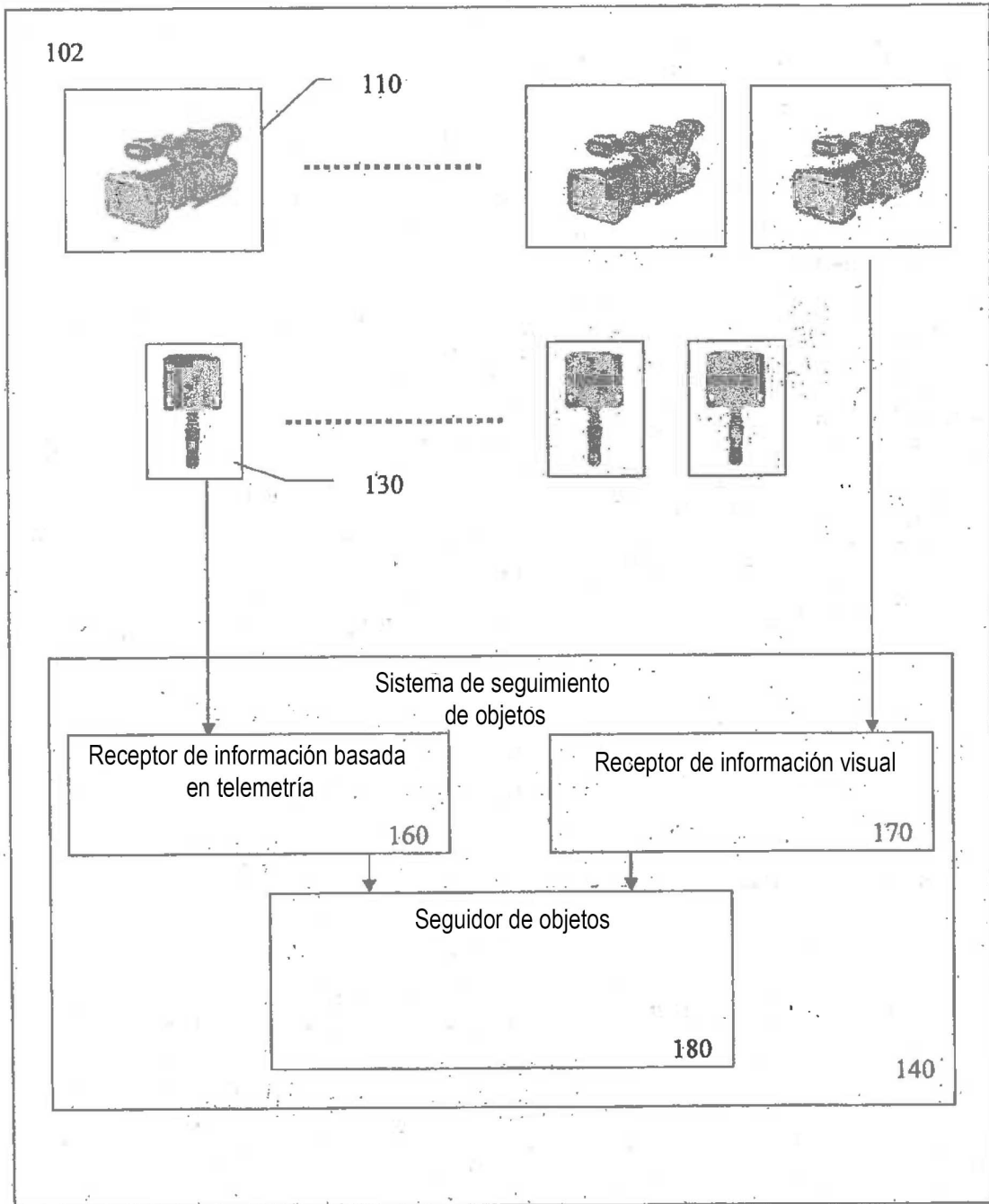


FIG. 1B

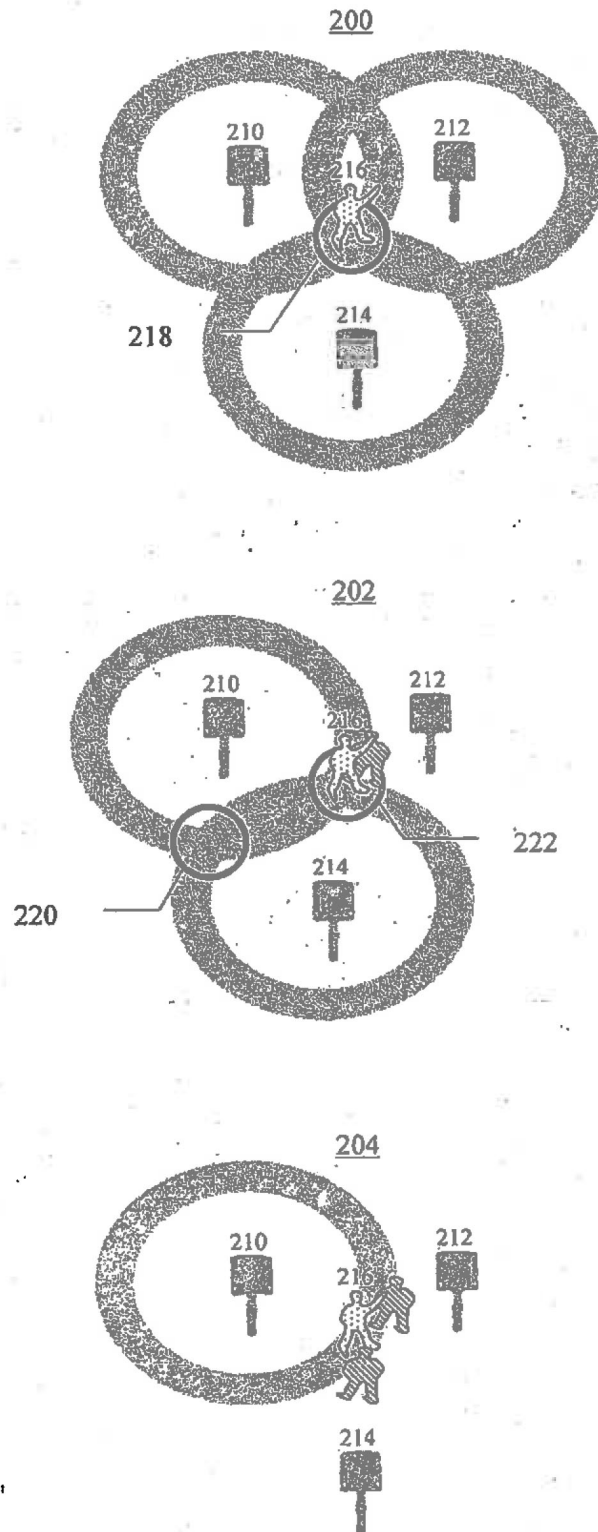


FIG. 2



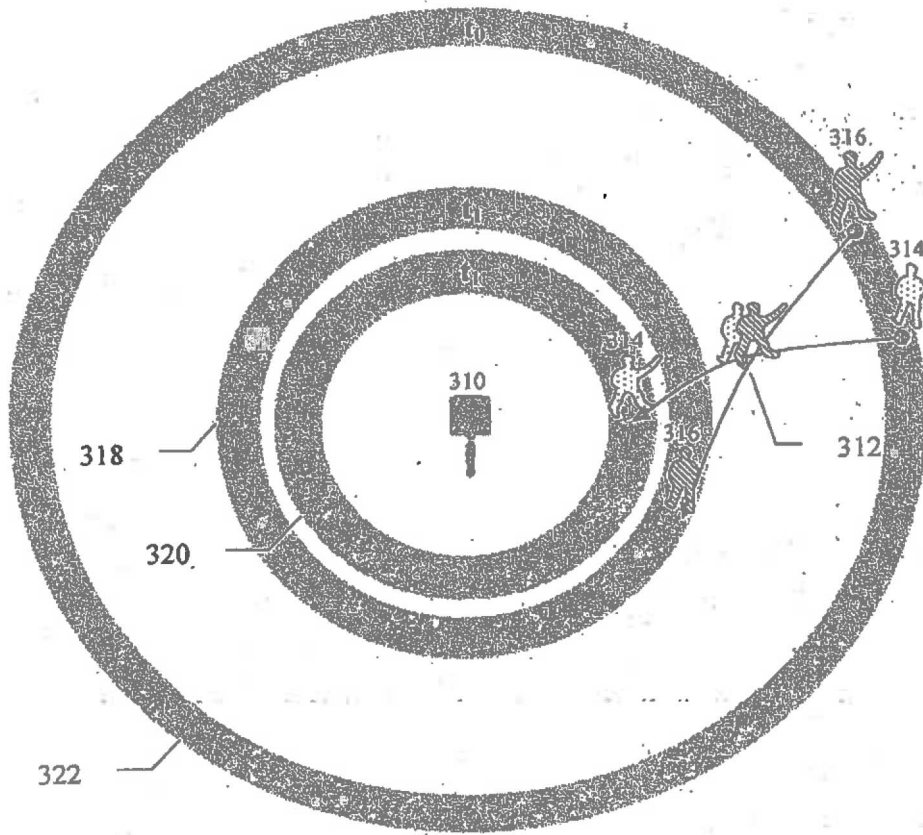


FIG. 3

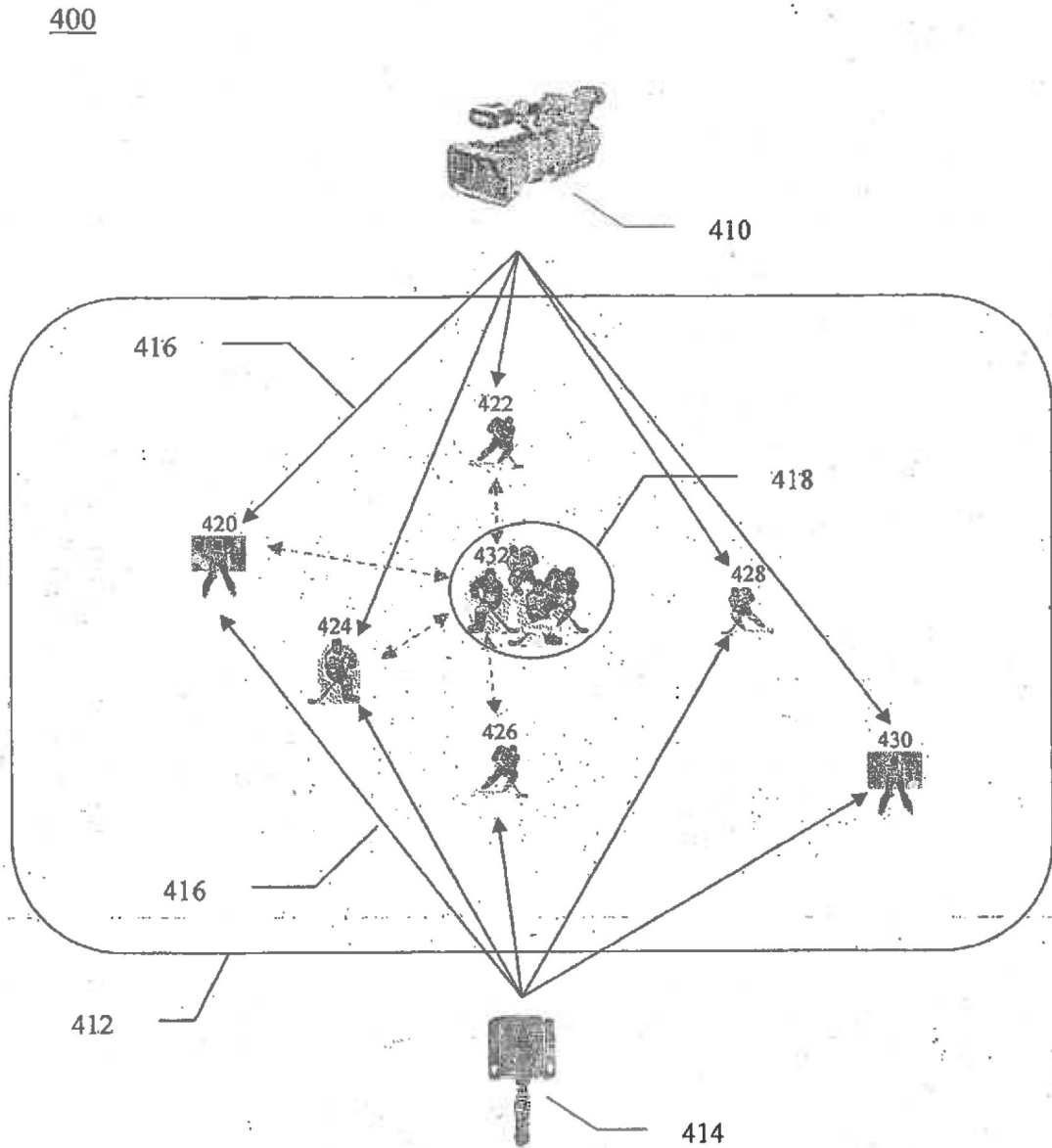


FIG. 4

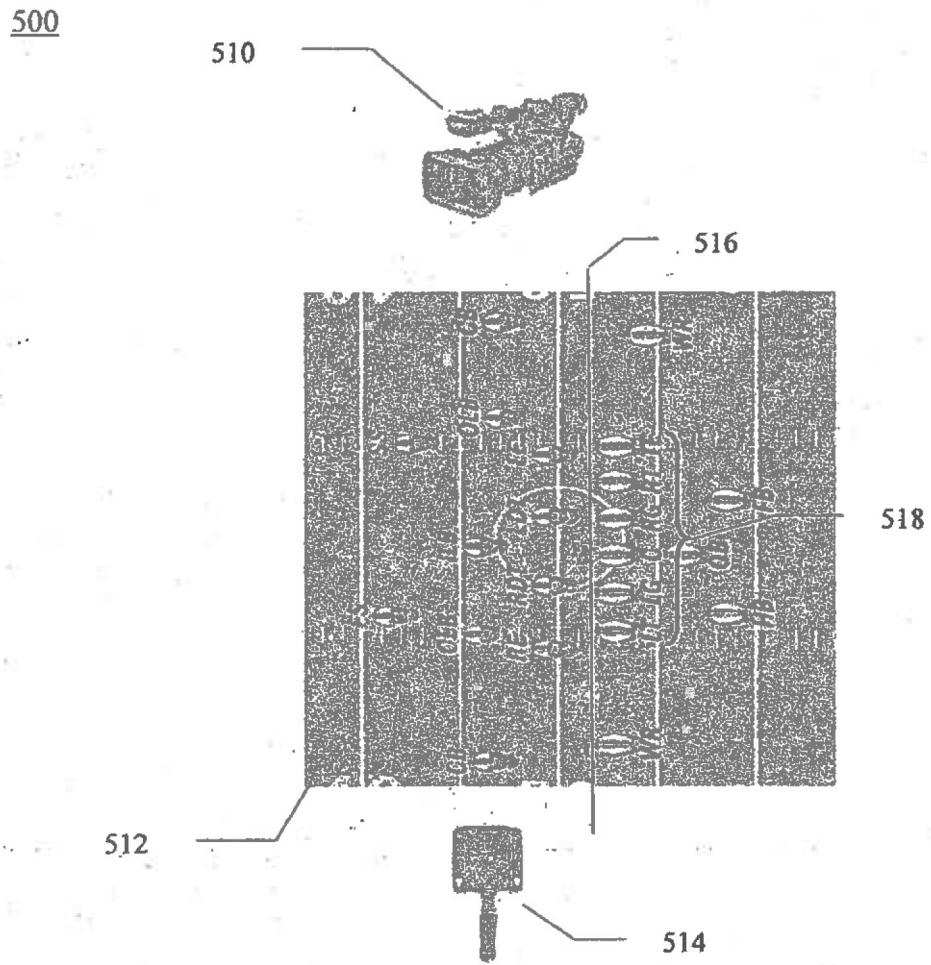


FIG. 5

600

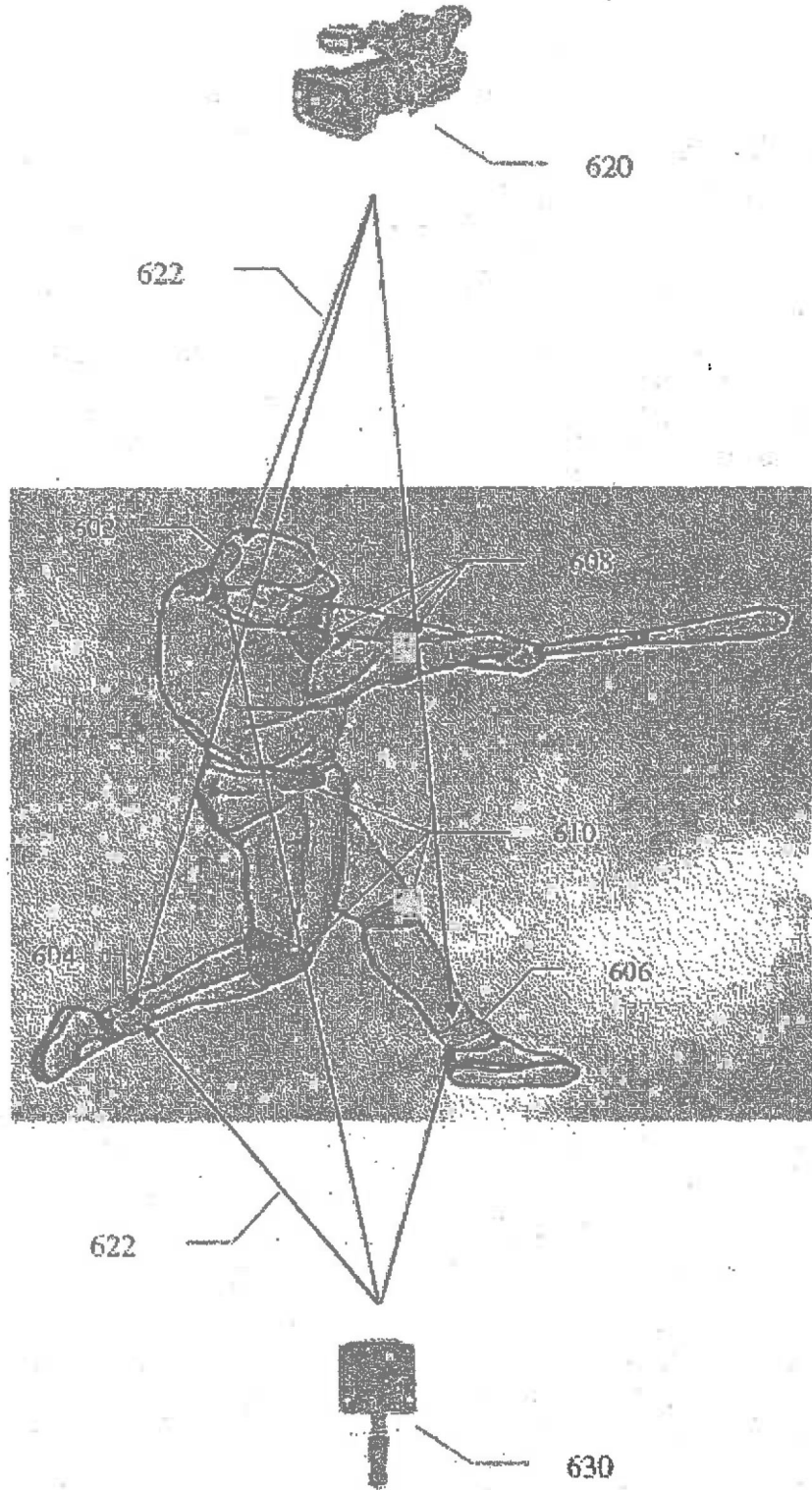
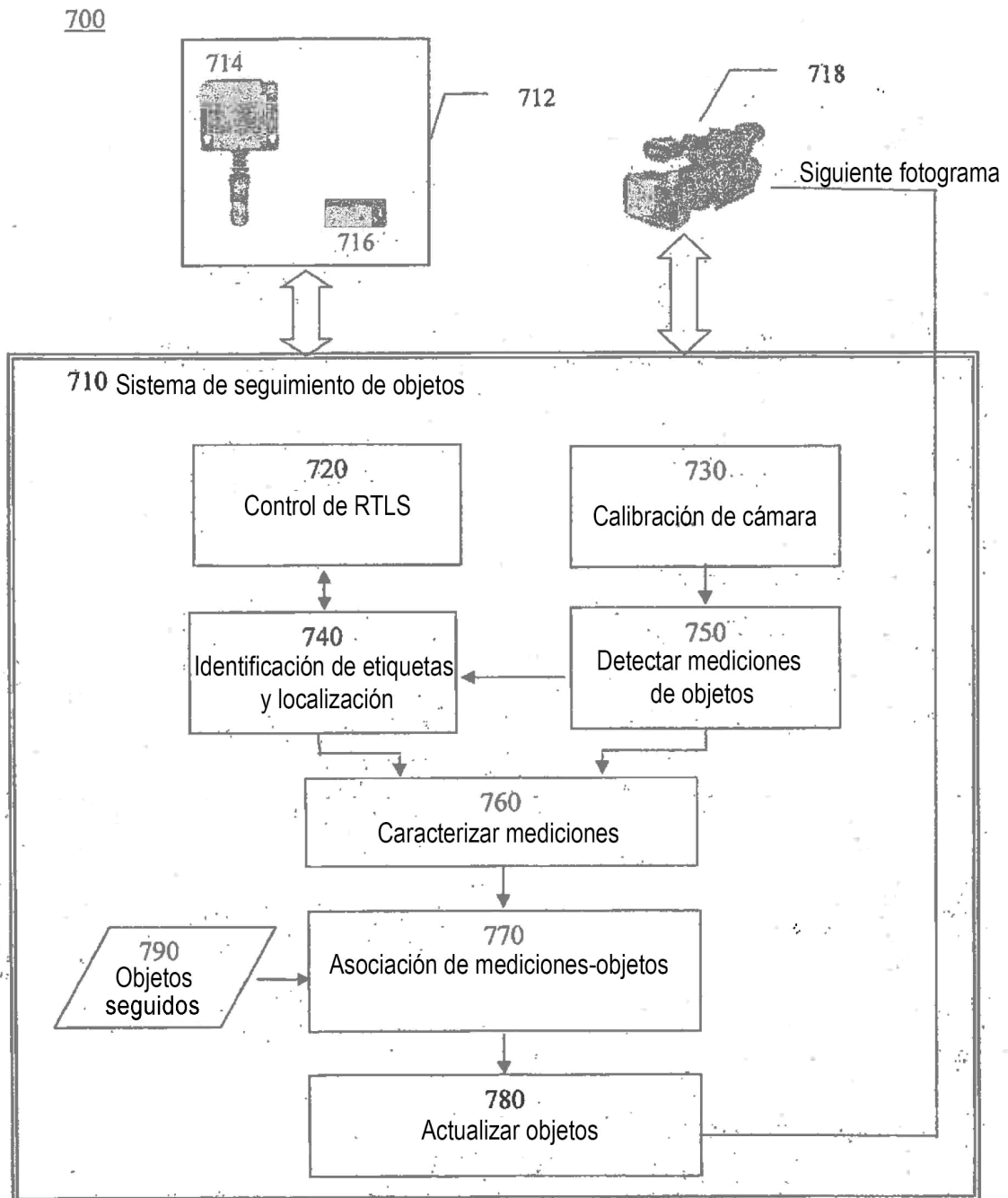


FIG. 6



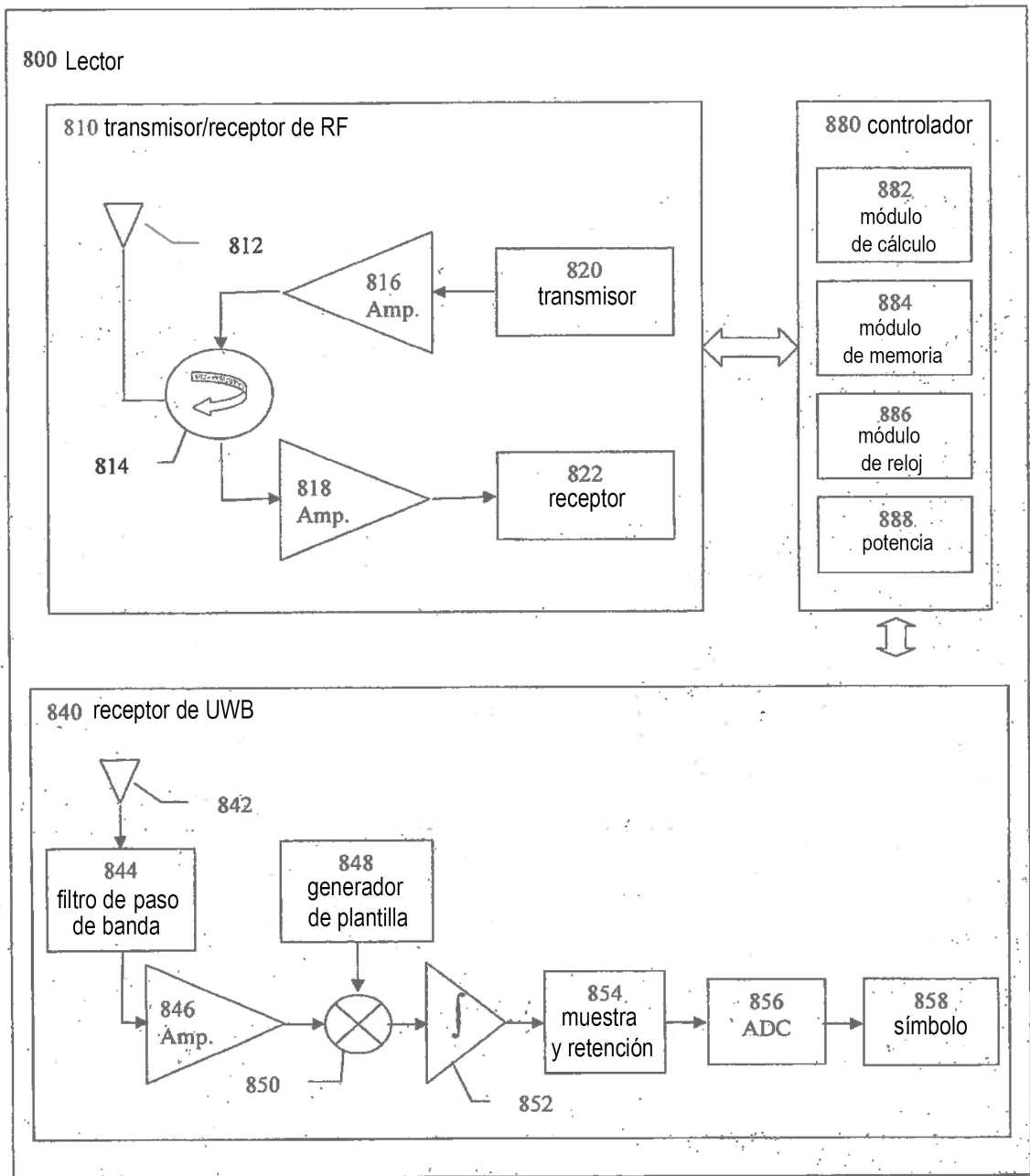


FIG. 8

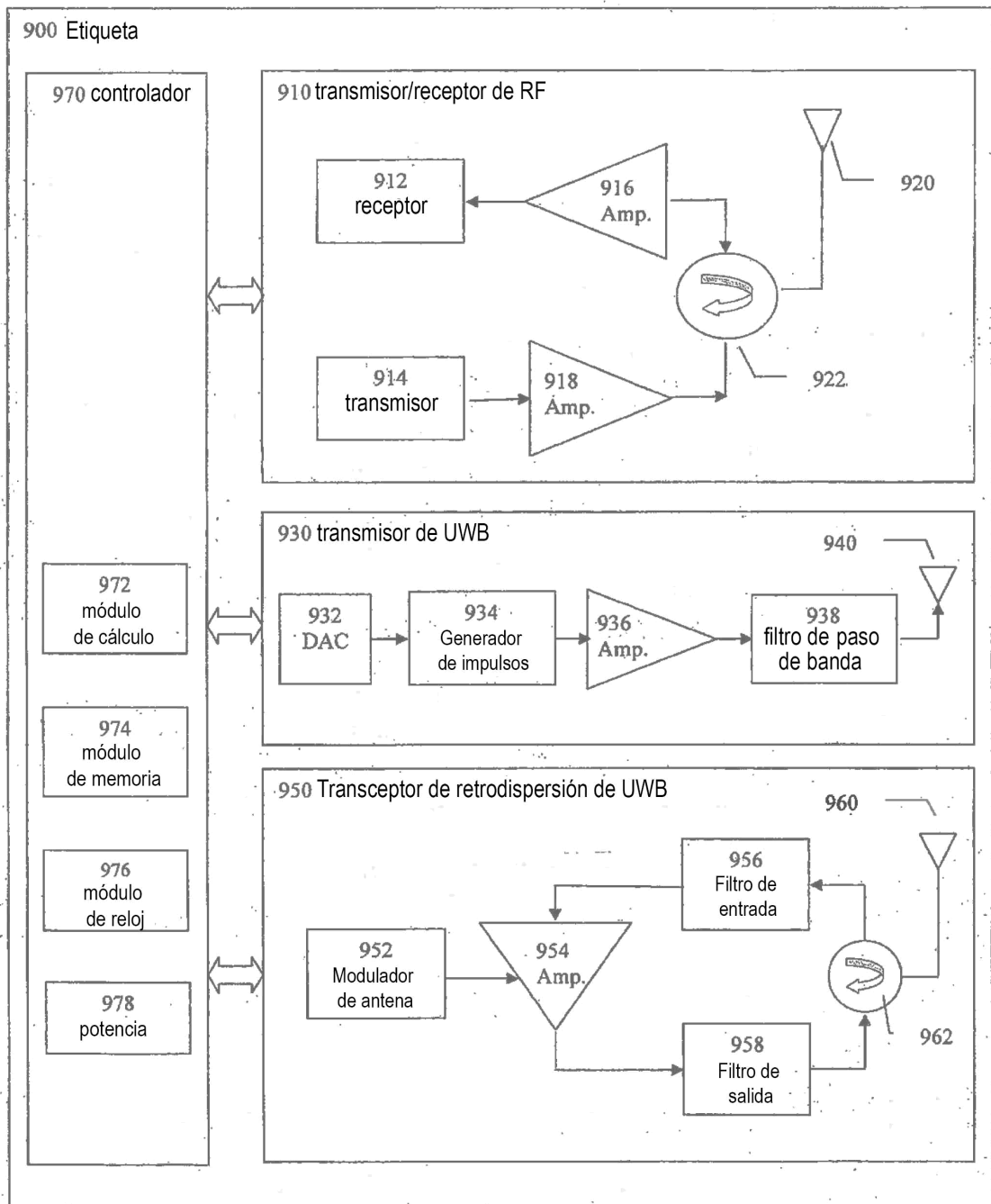


FIG. 9

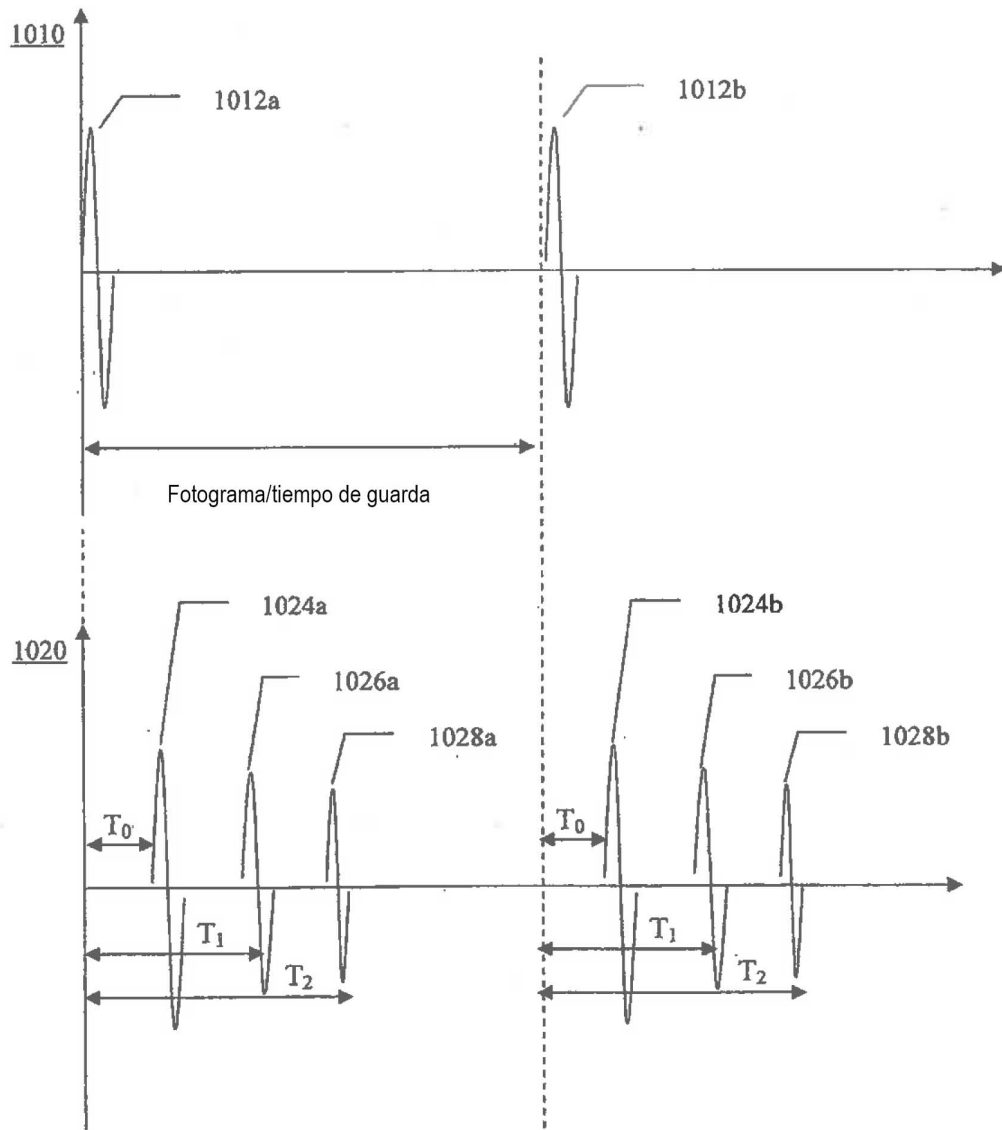


FIG. 10



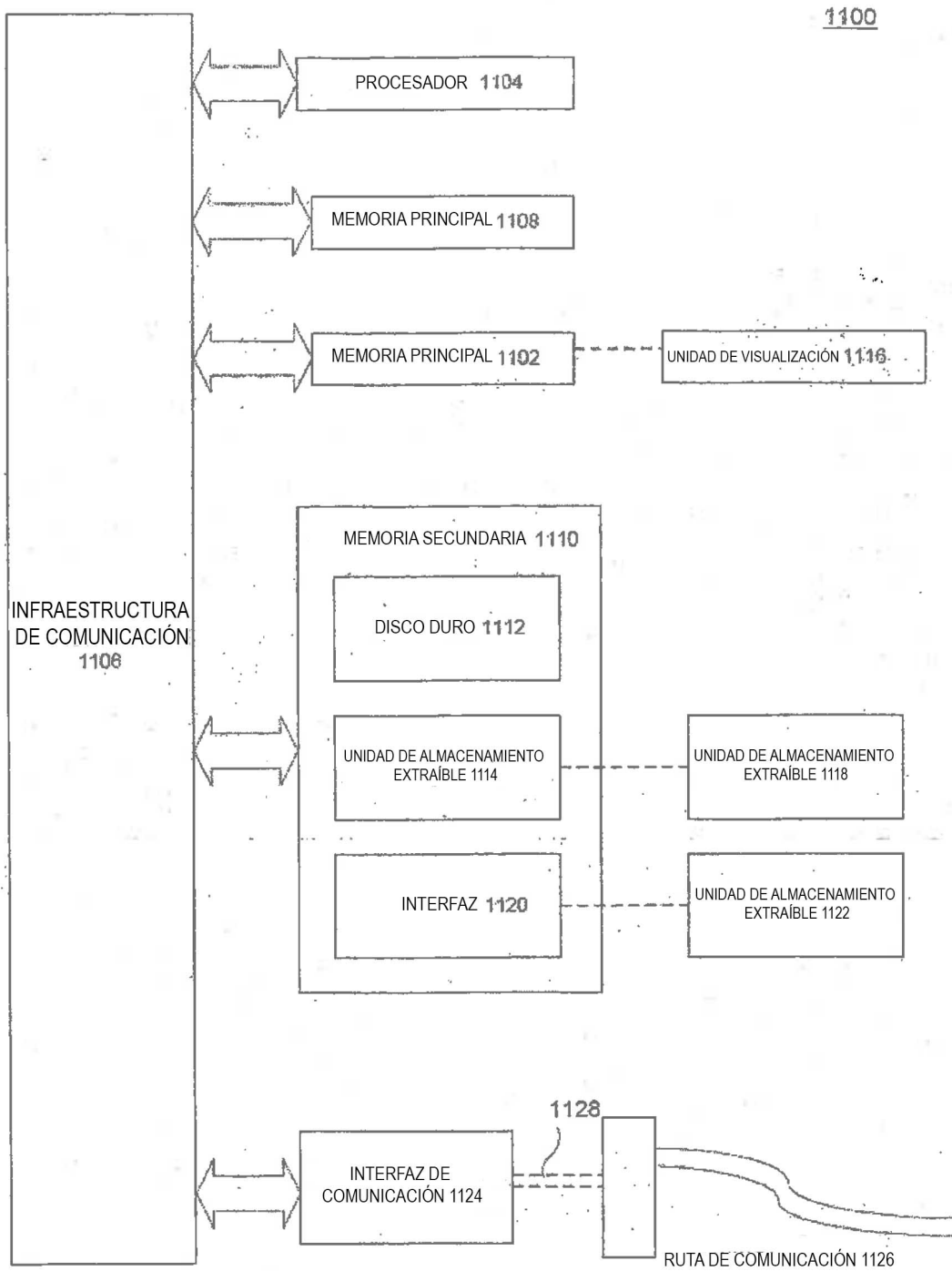


FIG. 11