

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 006 935**

51 Int. Cl.:

**G02B 27/00** (2006.01)

**G01C 21/36** (2006.01)

**G06F 3/01** (2006.01)

**G02B 27/01** (2006.01)

**G01C 21/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.09.2020** **PCT/IB2020/058765**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.04.2021** **WO21059107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2020** **E 20800987 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024** **EP 4034841**

54 Título: **Método y sistema de asistencia a la conducción de vehículos**

30 Prioridad:

**27.09.2019 IT 201900017429**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.03.2025**

73 Titular/es:

**POLITECNICO DI MILANO (100.00%)**  
**Piazza Leonardo da Vinci 32**  
**20133 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**SAVARESI, SERGIO MATTEO;**  
**CORNO, MATTEO;**  
**FRANCESCHETTI, LUCA y**  
**RONCHI, MARTA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 3 006 935 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Método y sistema de asistencia a la conducción de vehículos

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere al campo de los vehículos de transporte. En particular, la invención se refiere a un método y a un sistema de asistencia a la conducción de un vehículo.

**Antecedentes**

10 Hasta la fecha, la información de conducción, tal como información sobre la velocidad de movimiento, el nivel de combustible, las direcciones de navegación o similares, se muestra en el salpicadero de un vehículo o en cualquier pantalla de infoentretenimiento con la que esté equipado el vehículo. Tanto el salpicadero como las pantallas están frecuentemente situados en el vehículo en posiciones que requieren que el conductor retire al menos parcialmente sus ojos del entorno de la carretera, reduciendo así tanto la seguridad de conducción como la posibilidad de utilizar tal información.

15 En los sectores del automóvil y la aviación, se han propuesto "Pantallas de visualización frontal", o HUD para abreviar, como una solución parcial a este problema. Una HUD es un sistema que permite proyectar imágenes sobre el parabrisas de un vehículo. En particular, las HUD permiten proyectar información directamente sobre el parabrisas del automóvil, permitiendo que el conductor permanezca enfocado en la conducción, manteniendo siempre su mirada en la carretera.

20 Sin embargo, el estándar actual de las HUD, conocido como HUD 1.0, solo se usa para mostrar información redundante proporcionada por la instrumentación clásica a bordo. Además, el solicitante ha observado que la tecnología de HUD no permite representar de manera efectiva elementos de realidad aumentada. De hecho, la extensión requerida por el sistema de proyección para una cobertura completa del campo de visión del conductor es mucho mayor que la tecnológicamente disponible en el estado actual de la técnica. En particular, no hay HUD capaces de explotar todo el campo de visión principal sustancialmente definido por el parabrisas del vehículo, así como un campo de visión secundario, tal como una o más ventanas laterales.

25 Junto con los sistemas de HUD, se han propuesto más recientemente sistemas basados en pantallas portátiles, más conocidos como "pantallas montadas en la cabeza", o HMD para abreviar, que comprenden una pantalla transparente o semitransparente en donde pueden reproducirse imágenes, por ejemplo, para proporcionar información de asistencia a la conducción a un usuario que lleva puesto la HMD mientras conduce el vehículo.

30 Por ejemplo, la solicitud de patente de Estados Unidos n.º US 2016/084661 describe un sistema y un método que actúan como una herramienta de conducción y proporcionan retroalimentación a un conductor, tal como retroalimentación visual en tiempo real ofrecida a través de un dispositivo de realidad aumentada. El sistema de guiado recopila información relacionada con el vehículo e información del conductor - por ejemplo, la dirección de la mirada del conductor determinada por un HMD - y usa esta información de entrada para generar retroalimentación visual en tiempo real en forma de directrices virtuales y otras recomendaciones de conducción. Estas recomendaciones de  
35 conducción pueden ser presentadas al conductor a través de un dispositivo de realidad aumentada, tal como una pantalla HUD, donde se proyectan líneas de guiado virtuales sobre el parabrisas del vehículo para superponerse sobre la superficie real de la carretera vista por el conductor y puede mostrar al conductor una línea o ruta a seguir. Además, se pueden dar otras recomendaciones de conducción, tales como sugerencias de frenado, aceleración, dirección y desplazamiento.

40 El solicitante ha observado que los métodos propuestos en el documento US 2016/084661 para la determinación del campo de visión observado por el conductor y, por lo tanto, la visualización efectiva de imágenes reales son complejas de implementar. En particular, analizar la mirada del conductor como se describe en el documento US 2016/084661 requiere una implementación compleja desde una perspectiva de hardware y software, para identificar con suficiente precisión el campo de visión observado por el conductor y determinar el tamaño y la posición de una o más imágenes de realidad aumentada en la HMD o HUD.  
45

De nuevo, patente europea n.º EP 2933707 describe un método para orientar dinámicamente lo que presenta una HMD. El método descrito incluye usar al menos un sensor instalado en una HMD llevada por el conductor de un vehículo, para recopilar datos de movimiento de la HMD, y usar al menos un sensor, montado en el vehículo, para recopilar los datos de movimiento del vehículo. El método implica, por lo tanto, realizar un análisis de los datos de  
50 movimiento de la HMD y los datos de movimiento del vehículo para detectar cualquier diferencia entre los mismos. En base a las diferencias encontradas, se calcula una orientación del dispositivo de HMD con respecto al vehículo, calculada como datos regulares que se presentarán en una pantalla del dispositivo de HMD en base a la orientación recién calculada.

55 Aunque el método propuesto en el documento EP 2933707 es capaz de determinar la orientación de la HMD, no permite obtener una exactitud y una precisión satisfactorias. Además, el método requiere altos recursos computacionales para calcular y generar datos a partir de datos de la HMD presentados de manera consistente

basándose en la comparación de imágenes de un escenario visible para el conductor a través del parabrisas de un vehículo.

### Objetos y sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es superar las desventajas de la técnica anterior.

5 En particular, un objeto de la presente invención es presentar un método y sistema de retroalimentación ofrecidos a través de un dispositivo de realidad aumentada. El sistema de guiado recopila información relacionada con el vehículo e información del conductor - por ejemplo, la dirección de la mirada del conductor determinada por un HMD - y usa esta información de entrada para generar retroalimentación visual en tiempo real en forma de directrices virtuales y otras recomendaciones de conducción. Estas recomendaciones de conducción pueden ser presentadas al conductor a través de un dispositivo de realidad aumentada, tal como una pantalla HUD, donde se proyectan líneas de guiado virtuales sobre el parabrisas del vehículo para superponerse sobre la superficie real de la carretera vista por el conductor y puede mostrar al conductor una línea o ruta a seguir. Además, se pueden dar otras recomendaciones de conducción, tales como sugerencias de frenado, aceleración, dirección y desplazamiento.

10 El solicitante ha observado que los métodos propuestos en el documento US 2016/084661 para la determinación del campo de visión observado por el conductor y, por lo tanto, la visualización efectiva de imágenes reales son complejas de implementar. En particular, analizar la mirada del conductor como se describe en el documento US 2016/084661 requiere una implementación compleja desde una perspectiva de hardware y software, para identificar con suficiente precisión el campo de visión observado por el conductor y determinar el tamaño y la posición de una o más imágenes de realidad aumentada en la HMD o HUD.

20 De nuevo, la patente europea n.º EP 2933707 describe un método para orientar dinámicamente lo que presenta una HMD. El método descrito incluye usar al menos un sensor instalado en una HMD llevada por el conductor de un vehículo, para recopilar datos de movimiento de la HMD, y usar al menos un sensor, montado en el vehículo, para recopilar los datos de movimiento del vehículo. El método implica, por lo tanto, realizar un análisis de los datos de movimiento de la HMD y los datos de movimiento del vehículo para detectar cualquier diferencia entre los mismos. En base a las diferencias encontradas, se calcula una orientación del dispositivo de HMD con respecto al vehículo, calculada como datos regulares que se presentarán en una pantalla del dispositivo de HMD en base a la orientación recién calculada.

Aunque el método propuesto en el documento EP 2933707 es capaz de determinar la orientación de la HMD, no permite obtener una precisión y una precisión satisfactorias. Además, el método requiere altos recursos computacionales para calcular y generar datos a partir de datos de HMD presentados de manera consistente basándose en la comparación de imágenes de un escenario visible para el conductor a través del parabrisas de un vehículo.

30 Finalmente, Guy Berg: "Das Vehicle in the Loop - Ein Werkzeug für die Entwicklung und Evaluation von sicherheitskritischen Fahrerassistenzsystemen", Universität der Bundeswehr München, 10 de abril, 2014, divulga un sistema para ayudar a la conducción de un vehículo que comprende una HMD. El sistema comprende además un dispositivo que rastrea los movimientos de la cabeza del conductor y los marcadores de referencia, que se usan para determinar la posición de la HMD dentro del vehículo y el campo de visión del conductor que lleva la HMD.

### Objetos y sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es superar las desventajas de la técnica anterior.

40 En particular, un objeto de la presente invención es presentar un método y un sistema de asistencia a la conducción capaz de proporcionar indicaciones precisas y fiables que ayudan a un usuario mientras conduce un vehículo.

Un objeto de la presente invención es presentar un método y un sistema para reproducir elementos de realidad aumentada adaptados para mejorar la experiencia de conducción de un usuario mientras usa el vehículo.

Estos y otros objetos de la presente invención se consiguen mediante el método y el sistema que incorporan las características de las reivindicaciones adjuntas, que forman una parte integral de la presente descripción.

45 La invención se establece mediante el método según la reivindicación 1.

Ventajosamente, la posición de visualización es tal que un usuario que lleva la pantalla ve la imagen en correspondencia con el objeto de interés.

50 Gracias a esta solución, es posible visualizar imágenes de realidad aumentada con precisión en el campo visual de un usuario que lleva la HMD únicamente sobre la base de datos de posicionamiento. En particular, es posible compensar efectivamente los errores de visualización debidos a una posición diferente del módulo de posicionamiento y de la HMD; de hecho, incluso una pequeña distancia entre estos dos elementos puede provocar imprecisiones significativas en la visualización de las imágenes de realidad aumentada, con una consiguiente reducción en la utilidad de la información asociada con las imágenes de realidad aumentada, o incluso un empeoramiento de las condiciones de conducción del usuario.

Ventajosamente, el método según la presente invención necesita adquirir y procesar únicamente información de posicionamiento tal como la proporcionada por un sistema de navegación global o GNSS (por ejemplo, GPS, Galileo, GLONASS, Beidou, etc.), pero no requiere procesar imágenes adquiridas para reconocer objetos visibles a través del parabrisas del vehículo para visualizar correctamente las imágenes de realidad aumentada. Esto permite operar en tiempo real con una alta precisión y exactitud en la visualización de imágenes de realidad aumentada con costes computacionales y requisitos de hardware sustancialmente más bajos.

La invención se establece como en el sistema según la reivindicación 9.

Preferentemente, la HMD comprende al menos dos cámaras dispuestas en lados opuestos de una pantalla de la HMD. En este caso, la etapa de determinación de una posición relativa de la HMD con respecto al elemento de referencia implica:

- utilizar cada cámara de la HMD, para adquirir una imagen del elemento de referencia situado en el interior del vehículo;
- calcular una posición relativa de cada cámara con respecto al elemento de referencia procesando la imagen adquirida respectiva;
- calcular la posición relativa de la HMD con respecto al elemento de referencia combinando las posiciones relativas de las cámaras.

Estas soluciones permiten determinar la posición de la HMD de una manera simple, pero simultáneamente precisa y exacta. Además, el uso de elementos de referencia elimina la necesidad de componentes (cámaras de vídeo, cámaras fotográficas, sensores infrarrojos, sensores de presión, etc.) fuera de la HMD y configurados para identificar movimientos del usuario para evaluar la posición de la HMD llevada por el usuario.

En una realización, el sistema comprende una pluralidad de elementos de referencia de los cuales un elemento de referencia seleccionado actúa como el elemento de referencia principal y los otros elementos de referencia actúan como elementos de referencia secundarios. Preferentemente, el método comprende además la etapa en donde para cada elemento de referencia secundario, calcular una relación de referencia correspondiente a una relación de rototranslación entre el elemento de referencia secundario con respecto al elemento de referencia principal. Incluso más preferiblemente, la etapa de determinar una posición relativa de la HMD con respecto al elemento de referencia incluye:

- calcular la posición relativa de la HMD con respecto a al menos dos elementos de referencia;
- aplicar la relación de rototranslación a la posición relativa de la HMD calculada con respecto a cada elemento de referencia secundario, y
- calcular una posición relativa combinada de la HMD con respecto al elemento de referencia principal combinando las posiciones relativas calculadas con respecto a los al menos dos elementos de referencia.

Gracias a esta solución, se determina de manera precisa y robusta tanto la posición relativa como la global de la HMD.

Además, es posible configurar el sistema de modo que sea suficiente identificar cualquier elemento de referencia para determinar rápida y fiablemente la posición y orientación de la HMD con respecto al elemento de referencia principal.

Esto garantiza una mayor versatilidad del sistema - sin aumentar sustancialmente la complejidad del mismo - independientemente de la forma del vehículo y, al mismo tiempo, permite la visualización correcta de imágenes de realidad aumentada cuando la HMD se dirige a diversas regiones del vehículo dotadas de un elemento de referencia (por ejemplo, en el parabrisas y una o más de las ventanas laterales o la ventana trasera de un vehículo de motor).

En una realización, la etapa de determinar un volumen de vista implica:

- calcular una orientación de la HMD con respecto al elemento de referencia procesando la al menos una imagen adquirida, y
- determinar el campo de visión de la HMD en función de la posición global de la HMD y de la orientación de la HMD con respecto al elemento de referencia.

Gracias a esta solución, es posible identificar con precisión el campo de visión del usuario que lleva la HMD incluso en caso de movimientos de cabeza, tales como rotaciones, inclinaciones, que no cambian la posición de la HMD. Como resultado, el volumen de visión también se identifica con más precisión.

En una realización, la posición y la orientación de la HMD con respecto al elemento de referencia se determinan contextualmente, es decir, se determina la pose de la HMD con respecto al elemento de referencia. Por lo tanto, también se pueden prever etapas de análisis de dos imágenes adquiridas por dos cámaras y/o el uso de varios elementos de referencia como se describió anteriormente en relación con la posición de la HMD, también para

determinar la orientación de la HMD, obteniendo los mismos beneficios.

5 Ventajosamente, las soluciones descritas anteriormente permiten determinar la pose de la HMD con precisión incluso mientras el vehículo está en movimiento. En particular, la pose de la HMD se determina de una manera más fiable y no requiere la implementación de componentes de hardware y/o software complejos, en oposición a soluciones conocidas que implican el uso de IMU y otros sensores para calcular la posición y la orientación de la HMD, además, con precisión limitada cuando el vehículo está en movimiento.

En una realización, el método comprende además las etapas de:

- seleccionar una posición de apuntamiento;
- 10 - visualizar una imagen de apuntamiento en una posición de visualización en la HMD, calculándose dicha posición de visualización según la posición de apuntamiento y la posición del vehículo;
- medir una discrepancia de posición entre la posición de apuntamiento y la posición de visualización, y
- determinar dicha ley de compensación en base a dicha discrepancia.

15 De esta manera, la ley de compensación puede determinarse de manera precisa e inmediata independientemente de las características específicas del vehículo y/o de las opciones de implementación seleccionadas durante la instalación del sistema.

Preferentemente, esta medida de la discrepancia comprende definir una relación de rototranslación entre una posición de apuntamiento virtual y la posición de apuntamiento, correspondiendo dicha posición de apuntamiento virtual a la proyección de la posición de visualización en un sistema de referencia tridimensional. Incluso más preferiblemente, la ley de compensación se determina basándose en dicha relación de rototranslación.

20 Gracias a esta solución es posible definir la ley de compensación a través de operaciones que también pueden implementarse mediante sistemas con recursos de hardware limitados y/o con un coste computacional particularmente bajo.

Según una realización, el método prevé que un objeto de apuntamiento esté situado en la posición de apuntamiento. En este caso, definir una relación de rototranslación implica preferiblemente:

- 25 - orientar la HMD de manera que comprenda el objeto de apuntamiento en el campo de visión de la HMD;
- trasladar la imagen de apuntamiento visualizada en la HMD hasta obtener un solapamiento de la imagen de apuntamiento con el objeto de apuntamiento en la posición de apuntamiento, y
- convertir dicha traslación de la imagen de apuntamiento en un sistema de referencia bidimensional en una traslación y una rotación de la posición de apuntamiento virtual en el sistema de referencia tridimensional.

30 Estas etapas de calibración permiten determinar la ley de compensación de manera extremadamente sencilla. En particular, estas etapas de calibración del sistema pueden ser realizadas por un usuario sin habilidades y/o entrenamiento particulares. Además, esta solución permite llevar a cabo nuevas calibraciones rápida y fácilmente si es necesario, por ejemplo, moviendo el sistema de un vehículo a otro, si la posición de uno o más elementos de referencia se cambia y/o periódicamente para cancelar las desviaciones que pueden surgir durante el uso.

35 En una realización, el método comprende además la etapa de:

- adquirir información de movimiento del vehículo y,

en donde la etapa de visualización en la HMD de una imagen asociada al objeto de interés implica:

- modificar la imagen en función del desplazamiento del vehículo y del tiempo.

40 Gracias a esta solución es posible aumentar aún más la precisión y exactitud en la visualización de imágenes de realidad aumentada, especialmente cuando el vehículo está en movimiento.

Un aspecto diferente se refiere a un sistema para ayudar a la conducción de un vehículo.

Según la invención, un sistema de este tipo comprende:

- una HMD;
- al menos un elemento de referencia dispuesto en el interior del vehículo;
- 45 - un módulo de posicionamiento montado en el vehículo configurado para detectar una posición del vehículo;

- un área de memoria en donde se almacena al menos una posición de interés asociada a un objeto de interés, y

- una unidad de procesamiento conectada al módulo de posicionamiento, a la HMD, y configurada para implementar el método según una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

5 Este sistema es particularmente compacto y permite que se proporcione información al usuario que conduce el vehículo de una manera precisa y fiable usando recursos de hardware limitados.

En una realización, el al menos un elemento de referencia está retroiluminado para que sea más simplemente identificable.

10 En una realización, el sistema comprende una pluralidad de elementos de referencia, comprendiendo cada uno un código de identificación respectivo, para permitir distinguir los elementos de referencia entre sí.

En una realización, el módulo de posicionamiento comprende un módulo de GNSS. Adicional o alternatively, el módulo de posicionamiento puede comprender un módulo de triangulación de señales electromagnéticas, un radar, un lidar y/o dispositivos similares.

15 En una realización, la unidad de procesamiento almacena o es conectable a una base de datos de datos de posicionamiento, para adquirir al menos una posición de interés asociada con un objeto de interés correspondiente.

En una realización, la unidad de procesamiento está conectada operativamente a al menos uno de:

- un BUS para comunicación del vehículo, y

- una unidad de medición inercial,

para adquirir información del vehículo.

20 Gracias a esta solución, el sistema es capaz de adquirir y visualizar una cantidad considerable de información útil para ayudar a la conducción del vehículo.

Otras características y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción de los dibujos adjuntos.

### Breve descripción de los dibujos

25 La invención se describirá a continuación con referencia a algunos ejemplos, proporcionados con fines explicativos y no limitativos, e ilustrados en los dibujos adjuntos. Estos dibujos ilustran diferentes aspectos y realizaciones de la presente invención y, cuando sea apropiado, los números de referencia que ilustran estructuras, componentes, materiales y/o elementos similares en diferentes figuras se indican mediante números de referencia similares.

30 La figura 1 es una vista esquemática del sistema según una realización de la presente invención instalado en un vehículo;

la figura 2 es una vista superior esquemática de un vehículo en movimiento en donde está instalado el sistema según una realización de la presente invención;

la figura 3 es un diagrama de flujo del método según una realización de la presente invención;

35 las figuras 4a y 4b son vistas esquemáticas que ilustran una variación de una pose de una HMD comprendida en el sistema de las figuras 1 y 2;

las figuras 5a - 5c ilustran esquemáticamente un campo de visión visible a través de la HMD;

la figura 6 es una vista isométrica esquemática que ilustra una etapa de identificación y determinación de orientación y posición de un marcador del sistema de la Figura 1;

40 la figura 7 es una vista axonométrica que ilustra esquemáticamente tres marcadores del sistema de la Figura 1 que tienen diferentes orientaciones y posiciones;

las figuras 8a y 8b son vistas esquemáticas que ilustran etapas destacadas de un método de apuntamiento del sistema según una realización de la presente invención, y

la figura 9 es una vista esquemática que ilustra la visualización de imágenes asociadas con objetos de interés correspondientes en la HMD del sistema.

45

## Descripción detallada de la invención

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, ciertas realizaciones preferidas se muestran en los dibujos y se describen en detalle a continuación. En cualquier caso, debe observarse que no hay intención de limitar la invención a la realización específica ilustrada, sino que, por el contrario, la invención pretende cubrir todas las modificaciones, construcciones alternativas y equivalentes que caen dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

El uso de "por ejemplo", "etc.", "o" indica alternativas no exclusivas sin limitación, a menos que se indique lo contrario. El uso de "incluye" significa "incluye, pero no se limita a" a menos que se indique lo contrario.

Con referencia a las figuras, un sistema 1 según las realizaciones de la presente invención comprende una pantalla portátil, más comúnmente indicada como pantalla de montaje en la cabeza, o HMD 10, un módulo de posicionamiento, por ejemplo, un módulo de GNSS 20 (sistema global de navegación por satélite), una unidad de procesamiento 30 configurada para conectarse al módulo de GNSS 20 y a la HMD 10, y uno o más marcadores 40 del tipo ArUco en el ejemplo considerado.

El módulo de GNSS 20 está configurado para proporcionar periódicamente y/o a petición una indicación sobre una posición detectada, preferentemente, definida en un sistema de referencia tridimensional que se origina en el centro de la Tierra - denominado a continuación con el término "sistema de referencia global". Por ejemplo, el módulo de GNSS 20 comprende un navegador GPS y está configurado para proporcionar un conjunto de coordenadas geográficas indicativas de una posición global detectada por el módulo de GNSS 20 y, por lo tanto, del vehículo 5.

La HMD 10 comprende una pantalla transparente y/o semitransparente 11, de manera que permita que un usuario que lleva la HMD 10 vea a través de la pantalla 11 (como se ilustra esquemáticamente en las Figuras 5a y 6). Además, la HMD 10 está configurada, por ejemplo, comprende circuitos adecuados (no mostrados), para mostrar imágenes en la pantalla 11 que están superpuestas sobre lo que está presente en el campo de visión (FOV) de un usuario que lleva la HMD 10, denominado a continuación "campo de visión FOV de la HMD 10" por motivos de brevedad (ilustrado esquemáticamente en la Figura 2), creando así un efecto de realidad aumentada. Para este fin, la HMD 10 puede comprender una unidad de procesamiento local 13 configurada para generar las imágenes que se van a visualizar sobre la base de datos y/o instrucciones proporcionados por la unidad de procesamiento 30.

Preferentemente, la HMD 10 comprende un par de cámaras 15 configuradas para registrar la misma región de espacio desde diferentes puntos de vista (como se ilustra esquemáticamente en las Figuras 5a-5c). Ventajosamente, las cámaras 15 de la HMD 10 están dispuestas en lados opuestos de un marco de la pantalla 11 de la HMD. Cada una de las cámaras 15 está configurada para adquirir una o más imágenes que corresponden sustancialmente al FOV de la HMD 10. En particular, combinando las imágenes proporcionadas por las cámaras 15 en los mismos instantes de tiempo, es posible determinar el campo de visión FOV de la HMD 10.

La unidad de procesamiento 30 comprende uno o más microcontroladores, microprocesadores, procesadores de propósito general (por ejemplo, CPU) y/o procesadores gráficos (por ejemplo, GPU), DSP, FPGA, ASIC, módulos de memoria, módulos de potencia para suministrar energía a los diversos componentes de la unidad de procesamiento 30, y preferentemente uno o más módulos de interfaz para la conexión a otro equipo y/o para intercambiar datos con otras entidades (por ejemplo, la HMD 10, el módulo de GNSS 20, un servidor remoto, etc.).

En particular, la unidad de procesamiento 30 comprende un área de memoria 31 - y/o está conectada a un módulo de memoria (no mostrado) - en donde es posible almacenar posiciones WP0-WP3 de objetos de interés, también indicadas con el término punto mundial WP0-WP3 (como se muestra esquemáticamente en la Figura 2). Como será evidente, en la presente descripción el término punto mundial se usa para indicar un objeto físico - tal como una carretera o una parte de la misma (un tramo curvo de carretera por ejemplo), un edificio, un control de carretera, un paso de peatones, un monumento, una valla publicitaria, un punto de interés cultural, etc.- asociado con una posición o conjunto de posiciones correspondientes (es decir, un área o un volumen) definido en el sistema de referencia global.

Por ejemplo, el área de memoria 31 puede configurarse para almacenar una base de datos que comprende coordenadas geográficas asociadas con cada uno de los puntos mundiales WP0-WP3 y, posiblemente, uno o más elementos de información sobre el mismo punto mundial WP0-WP3 y/o sobre una o múltiples imágenes asociadas con el mismo.

Alternativamente o además, la unidad de procesamiento 30 puede configurarse para conectarse a un sistema de navegación remoto 7 (por ejemplo, accediendo a una plataforma de software a través de una conexión a una red de telecomunicaciones 8) y/o un sistema de navegación local (por ejemplo, un navegador por satélite del vehículo 5) para adquirir uno o más elementos de información asociados con una posición detectada del vehículo 5, del HMD 10 y/o de uno o más puntos mundiales WP0-WP3.

En una realización, la unidad de procesamiento 30 está configurada para conectarse a una unidad de medición inercial, o IMU 6, y/o a un BUS 55 de datos del vehículo 5 en donde está montada la unidad de procesamiento 30, por ejemplo, un bus CAN, para acceder a datos (por ejemplo: velocidad, aceleración, ángulo de dirección, etc.) proporcionados por sensores de a bordo (no mostrados) del vehículo 5, para aprovechar una potencia informática, interfaces de usuario

y/o para aprovechar una conectividad de un ordenador de a bordo (no mostrado) del vehículo 5.

En una realización preferida, cada marcador 40 comprende un patrón fiduciario - por ejemplo, una matriz binaria que consiste sustancialmente en píxeles blancos o negros que permite distinguirlo fácilmente del entorno circundante. Ventajosamente, el motivo fiduciario de cada marcador 40 contiene un código de identificación que permite identificar de manera única dicho marcador 40.

Preferentemente, aunque no de una manera limitativa, los marcadores 40 pueden comprender un conjunto de retroiluminación (no mostrado) configurado para retroiluminar el patrón de autenticación del marcador 40, con el fin de simplificar una identificación del marcador 40 y el patrón de autenticación del mismo basándose en imágenes, en particular, a través del procesamiento de las imágenes adquiridas por las cámaras 15 del HMD 10.

El sistema 1 descrito puede ser explotado por un usuario dentro de un compartimiento de pasajeros 51 de un vehículo 5 (como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1), para implementar un método 900 de asistencia a la conducción (ilustrado por el diagrama de flujo de la Figura 3) que es preciso y fiable, mientras que requiere simultáneamente recursos de hardware y software particularmente limitados.

En una etapa de instalación, se coloca un marcador 40 dentro del compartimiento de pasajeros 51 del vehículo 5 para funcionar como el elemento de referencia principal y, preferentemente, un número variable de marcadores secundarios 40, tres en el ejemplo considerado en las figuras, se pueden disponer en el compartimiento de pasajeros para funcionar como elementos de referencia secundarios (bloque 901).

En el ejemplo considerado, los marcadores 40 están colocados sobre, o en, un parabrisas 53 del vehículo 5. Esto permite identificar una orientación y una posición de la HMD 10 con respecto a los marcadores 40 y, por lo tanto, el campo de visión FOV de la HMD 10 y, posiblemente, una región de visualización R de la pantalla 11 en donde visualizar imágenes, como se describe a continuación.

Por ejemplo, considerando un vehículo 5 con la posición de conducción a la izquierda como se ilustra, una disposición de ejemplo que permite identificar la orientación y la posición de la HMD 10 de una manera particularmente fiable incluye colocar un primer marcador 40 en un extremo izquierdo del parabrisas 53, un segundo marcador 40 en una posición frontal con respecto a la posición del conductor - sin obstruir la vista de la trayectoria -, y un tercer marcador 40 en una posición media del parabrisas 53 con respecto a una extensión lateral del mismo.

Posteriormente, el método 900 incluye una etapa de calibración del sistema 1 que comprende un procedimiento de alineación y un procedimiento de apuntamiento.

En la etapa de alineación, se identifica primero una posición relativa entre los marcadores 40 situados en el compartimiento 51 de pasajeros. Por ejemplo, durante el procedimiento de alineación, la HMD 10 es llevada por un usuario que mantiene una postura de conducción predeterminada; preferiblemente, con la cabeza - y, en consecuencia, la HMD 10 - mirando hacia el parabrisas 53 (por ejemplo, como se muestra en la Figura 4a).

Inicialmente, se adquieren un par de imágenes A+ y A- a través de las cámaras 15 (bloque 903) sustancialmente en el mismo instante de tiempo. Preferentemente, se adquiere una secuencia de pares de imágenes A+ y A- durante un intervalo de tiempo en donde la HMD 10 se mantiene en la misma posición o se mueve lentamente (por ejemplo, debido a correcciones o cambios de postura normales llevados a cabo por el usuario que lleva puesto la HMD 10). Dada la distancia entre las cámaras 15, ambas imágenes A+ y A- reproducirán sustancialmente el mismo campo de visión FOV de la HMD 10, pero observado desde diferentes puntos de observación f1 y f2 (como se puede ver en las Figuras 5a - 5c).

Las imágenes A+ y A- de las cámaras 15 se procesan para reconocer cada marcador 40 (bloque 905). En el ejemplo considerado, las imágenes A+ y A- se combinan juntas para explotar la estereoscopia para definir e identificar cada marcador 40 enmarcado en las imágenes A+ y A-. Por ejemplo, las imágenes A+ y A- son formas identificadas correspondientes a los marcadores 40, mientras que los marcadores individuales 40 son reconocidos identificando el patrón de autenticación correspondiente.

Analizando cada imagen adquirida, se calcula la traslación y orientación de cada marcador 40 con respecto a un sistema de referencia asociado con la HMD 10, es decir, un sistema de referencia tridimensional sustancialmente centrado en el punto de vista del conductor que lleva la HMD 10 (bloque 907 e ilustrado esquemáticamente en la figura 6). Preferentemente, se calculan un valor de traslación y un valor de rotación del marcador 40 con respecto a cada cámara 15, obteniendo así dos pares de mediciones, que se combinan posteriormente, por ejemplo, por medio de un algoritmo adecuado que implementa operaciones de promediado y/o correlación, para obtener mediciones de rotación y orientación combinadas correspondientes asociadas con cada marcador 40. Opcionalmente, también se puede determinar un valor de escala y/o factores de corrección para compensar deformaciones y/o aberraciones introducidas por las características específicas de las cámaras 15 utilizadas. Alternativamente o además, la posición y la orientación calculada de cada marcador 40 con respecto a la HMD 10 se filtran con el tiempo para eliminar cualquier ruido.

Se selecciona entonces un marcador principal 40, por ejemplo, el marcador 40 con la mejor visibilidad en las imágenes adquiridas A+ y A- o el marcador 40 que tiene un código de identificación predefinido, y se calculan, preferiblemente,



por medio de rototranslaciones, es decir, que vinculan la posición de cada marcador 40 con la posición del marcador principal 40 (bloque 908).

En una realización preferida, las rototranslaciones que enlazan la posición de cada marcador 40 con el marcador principal 40 se calculan para cada posición del marcador 40 determinada analizando pares de imágenes A+ y A- adquiridas en instantes de tiempo sucesivos. Las rototranslaciones calculadas para cada marcador 40 se promedian entonces en el tiempo para obtener una única rototranslación para cada marcador 40 con respecto al marcador principal 40.

En resumen, el procedimiento de alineación permite identificar y, ventajosamente, almacenar una relación de rototranslación respectiva que vincula el marcador principal 40 y cada uno de los marcadores secundarios 40 (como se representa esquemáticamente por una flecha discontinua en la Figura 7 donde las tríadas vectoriales centradas en los marcadores 40 representan respectivos sistemas de referencia centrados en cada marcador 40 y las flechas representan las operaciones de rototranslación que vinculan los marcadores secundarios 40 al marcador principal 40).

De lo contrario, el procedimiento de apuntamiento de la etapa de calibración establece una ley de compensación entre la posición del módulo de GNSS 20 y la posición real de la HMD 10 - con respecto al sistema de referencia global - y, por lo tanto, permite calcular una visualización óptima de imágenes mostradas en la HMD 10 basándose en las mediciones proporcionadas por el módulo de GNSS 20. La ley de compensación se define identificando una relación de rototranslación entre el sistema de referencia relativo asociado con el marcador de referencia 40 y el sistema de referencia global asociado con el módulo de GNSS 20.

Con referencia particular a las Figuras 8a y 8b, inicialmente el vehículo 5, en particular el módulo de GNSS 20, se coloca a una distancia  $d$  predeterminada y con una orientación conocida de un objeto de alineación, o punto WPR mundial de apuntamiento, por ejemplo, un objeto físico real (bloque 909). La posición de apuntamiento PWR asociada con el punto mundial de apuntamiento WPR es, por lo tanto, conocida. El solicitante ha identificado que un segmento recto puede ser utilizado como punto mundial de apuntamiento WPR y permite un apuntamiento preciso del sistema 1. Sin embargo, el solicitante ha descubierto que una figura poligonal y/o un objeto tridimensional permiten a un usuario completar el procedimiento de apuntamiento con mayor simplicidad.

La posición de apuntamiento PWR y la posición del vehículo PG medidas por el módulo de GNSS 20 se usan para determinar una imagen de apuntamiento ARR correspondiente (bidimensional) que se mostrará en la pantalla 11 de la HMD 10 (bloque 911).

Preferentemente, la imagen de apuntamiento ARR tiene una forma tal que corresponde al punto mundial de apuntamiento WRR visto a través de la HMD 10.

La posición de visualización PAR en la HMD 10 de la imagen de apuntamiento ARR corresponde a una posición de apuntamiento virtual PVP asociada con un objeto virtual correspondiente, o punto de apuntamiento virtual VPR. El punto de apuntamiento virtual VPR es una réplica virtual del punto mundial de apuntamiento WPR, mientras que la posición de apuntamiento virtual PVR es una réplica, en el sistema de referencia relativo de la HMD 10, de la posición de apuntamiento PWR calculada sobre la base de la posición del vehículo proporcionada por el módulo de GNSS 20.

Debido a las diferentes posiciones del módulo de GNSS 20 y de la HMD 10 en general, la imagen de apuntamiento ARR no se superpone al punto mundial de apuntamiento WRR. Por lo tanto, el procedimiento de apuntamiento prevé que la imagen de apuntamiento ARR se traslade a lo largo de la pantalla 11 de la HMD 10 hasta que la imagen bidimensional ARR, en una nueva posición de visualización PAR', se solape con el punto mundial de apuntamiento WPR, visible a través del parabrisas 53 del vehículo 5 (bloque 913). Por ejemplo, la unidad de procesamiento 30 puede configurarse para permitir que un usuario mueva la imagen de apuntamiento ARR, por ejemplo, a través de una interfaz de usuario (no mostrada) de la unidad de procesamiento 30 o a través de una interfaz de usuario de un dispositivo conectado a la unidad de procesamiento (por ejemplo, la propia HMD 10, o un ordenador personal, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador de a bordo del vehículo 5, etc.).

La traslación en la pantalla 11 de la HMD 10 que conduce a la superposición de la imagen de apuntamiento ARR y el punto mundial de apuntamiento WRR se procesa, por lo tanto, para determinar una ley de compensación capaz de compensar una discrepancia - o desviación - entre la imagen de apuntamiento ARR y el punto mundial de apuntamiento WRR (bloque 915).

Por ejemplo, la ley de compensación puede estar definida por una matriz de compensación basada en una relación de rototranslación entre la posición de apuntamiento virtual PVR - asociada con el punto de apuntamiento virtual VPR al que corresponde la imagen de apuntamiento ARR - y la posición de alineación PWR - asociada con el punto del mundo de referencia VPR.

De hecho, el procedimiento de apuntamiento permite determinar de manera simple y efectiva una relación de rototranslación entre la posición del módulo de GNSS 20 y la posición de la HMD 10, identificable gracias a la detección de al menos uno de los marcadores 40 - es decir, un elemento de referencia integral con el vehículo 5. En otras palabras, la relación de rototranslación relaciona la posición del módulo de GNSS 20 con la posición de al menos un marcador 40 ubicado en una posición estática dentro del compartimento de pasajeros 51 del vehículo. Esto permite

definir de manera precisa y precisa la posición real de la HMD 10 en el sistema de coordenadas global usado por el módulo de GNSS 20.

En resumen, la ley de compensación permite corregir el error introducido por la diferente posición global de la HMD 10 a través del cual el usuario observa el entorno y la posición global detectada por el módulo de GNSS 20. Aplicando la ley de compensación es posible corregir la posición de reproducción de cualquier imagen en la HMD 10 de modo que corresponda a un punto mundial relativo WPR independientemente de los movimientos de la HMD 10 dentro del compartimiento de pasajeros 51 debido, por ejemplo, a movimientos de la cabeza del usuario que lleva la HMD 10.

Una vez que se ha completado la etapa de calibración, en una etapa operativa del método 900, el sistema 1 es capaz de visualizar en tiempo real en la HMD 10 una o más imágenes AR1-3 asociadas con los puntos mundiales correspondientes WP1-3, colocándolas con alta precisión y precisión en la pantalla 11 de la HMD 10 (como se ilustra esquemáticamente en la Figura 9).

Inicialmente, se determina la pose de la HMD 10 con respecto a los marcadores 40 (bloque 917). En otras palabras, se determina una posición relativa de la HMD 10 con respecto al marcador 40, que está montado dentro del vehículo 5 y es integral con el mismo.

En una realización preferida, se realiza el cálculo de la pose de cada cámara 15 con respecto a cada marcador 40 reconocido. En otras palabras, los pares de imágenes A+ y A- son adquiridos por las cámaras 15 para identificar la posición relativa entre las cámaras 15 y el marcador 40.

Por ejemplo, la pose de cada cámara 15 con respecto a un marcador 40 puede identificarse, a través de un algoritmo basado en lo que se describe en F. Ababsa, M. Mallem, "Robust Camera Pose Estimation Using 2D Fiducials Tracking for Real-Time Augmented Reality Systems" International conference on Virtual Reality continuum and its applications in industry, págs. 431-435, 2004. Además o alternativamente, el algoritmo configurado para identificar la pose de las cámaras puede basarse en las enseñanzas contenidas en Madjid Maidi, Jean-Yves Didier, Fakhreddine Ababsa, Malik Mallem: "A performance study for camera pose estimation using visual marker-based tracking", publicado en Machine Vision and Application, Volumen 21, Número 3, páginas 265-376, año 2010 y/o en Francisco J. Romero-Ramirez, Rafael Munoz-Salinas, Rafael Medina-Carnier: "Speeded Up Detection of Squared Fiducial Markers" publicado en Image and Vision Computing, Volumen 76, año 2018.

Posteriormente, las mediciones de rotación y traslación se combinan, por ejemplo, por medio de un algoritmo apropiado que implementa operaciones de promediado y/o correlación - para obtener mediciones correspondientes de rotación y orientación de la HMD 10 con respecto a cada uno de los marcadores identificados 40.

Ventajosamente, las relaciones de rototranslación entre los marcadores secundarios 40 y los marcadores principales 40 determinadas en la etapa de calibración se aplican a las posturas de la HMD 10 calculadas con respecto a los marcadores secundarios 40 para obtener un conjunto de posturas de la HMD 10, todas referidas al marcador principal 40, que después se combinan entre sí - por ejemplo, por medio de un algoritmo apropiado que implementa operaciones de promediado y/o correlación - para obtener una postura combinada de la HMD 10 con respecto al marcador principal 40, que es particularmente precisa. En otras palabras, se determinan la orientación y la posición de la HMD 10 con respecto al marcador principal 40, es decir, con respecto a un sistema de referencia relativo.

Además, se pueden usar uno o más marcadores identificados 40 para definir la forma y la extensión de una región de visualización R de la pantalla 11 en donde se visualizarán imágenes, por ejemplo, de modo que las imágenes se visualicen superpuestas sobre el parabrisas 53 del vehículo 5 o una porción del mismo (como se ilustra esquemáticamente en las Figuras 4a y 4b).

Posteriormente, o en paralelo, la posición del vehículo PG se detecta a través del módulo de GNSS 20 (bloque 919).

La posición del vehículo PG se modifica entonces aplicando la ley de compensación definida durante la etapa de calibración para determinar la posición de la HMD 10 con respecto al sistema de referencia global (bloque 921 y figura 2).

En la realización preferida, la posición del vehículo PG se modifica a través de la relación de rototranslación determinada durante el procedimiento de apuntamiento, permitiendo convertir la posición relativa de la HMD 10 determinada con respecto al marcador principal 40 en una posición referida al sistema de referencia global - por ejemplo, coordenadas geográficas.

En otras palabras, gracias a la ley de compensación, la posición y la orientación de la HMD 10 con respecto al sistema de referencia global se determinan en tiempo real.

En base a la orientación definida por la pose de la HMD 10, se determina un volumen de visión VOL, es decir, el volumen de espacio comprendido en el campo de visión FOV de la HMD 10 (bloque 923). Preferentemente, el volumen de vista VOL (ilustrado esquemáticamente en la Figura 2) se extiende dentro de una distancia, es decir, una profundidad del campo de vista FOV, predeterminada por una posición actual de la HMD 10, posiblemente modificada en base a parámetros adquiridos por la IMU 6 y/o por sensores del vehículo 5 tales como la velocidad y/o aceleración

del vehículo 5.

Posteriormente, se verifica si una o más de las posiciones de interés PW0-3 de los puntos globales WP0-3 almacenadas en el área de memoria 31 están comprendidas en el volumen de visión VOL (bloque 925).

5 Para cada posición de interés PW1-3 comprendida en el volumen de visión VOL, se calcula una posición de visualización correspondiente PA1-3 de manera que el usuario que lleva la pantalla vea cada imagen AR1-3 en el respectivo punto mundial WP1-3 (bloque 927). Ventajosamente, la forma y otras características de las imágenes AR1-3 pueden basarse en información, por ejemplo, información geométrica, relacionada con el punto mundial correspondiente WP0-3, preferentemente, contenida en el área de memoria 31 asociada con las posiciones de interés PW0-3.

10 Las imágenes AR1-3 se reproducen entonces en la HMD 10, cada una en la posición de visualización correspondiente PA1-3. Preferentemente, cada imagen AR1-3 se visualiza si está comprendida en la región de visualización R de la pantalla 11 superpuesta sobre el parabrisas 53 del vehículo. Por ejemplo, las imágenes AR1-3 pueden generarse para visualizarse en las posiciones de visualización respectivas PA1-3 correspondientes a tantas posiciones de interés PW1-3 implementando un algoritmo análogo de la función 'WorldToImage' de *Computer Vision Toolbox™* comprendido en el producto de software *MATLAB®* y que se describe en "*Computer Vision Toolbox™ Reference*" para la versión 9.0 (Publicación R2019a), marzo de 2019 de The MathWorks, Inc.

15 Además, el método 900 permite modificar la imagen bidimensional AR, asociada con un punto mundial WP1-3 (por ejemplo, a través de variaciones en la escala, perspectiva, etc.), en función del tiempo y/o la distancia entre la posición de la HMD 10 y dicho punto mundial WP1-3 (bloque 929). En otras palabras, se proporciona una búsqueda o seguimiento de cada punto mundial WP1-3 siempre que esté comprendido en el volumen de visión VOL en función del movimiento del vehículo 5 (por ejemplo, estimado en base a la variación de la posición del vehículo 5). Además, se proporciona modificar dinámicamente la forma y/o posición de las imágenes AR1-3 presentadas en la HMD 10 de modo que cada una de las imágenes AR1-3 esté correctamente asociada con el punto mundial correspondiente WP1-3.

20 En otras palabras, durante la etapa operativa, el método 900 permite visualizar en la HMD 10 imágenes bidimensionales (tales como trayectorias de conducción, límites de velocidad, información sobre las condiciones de la carretera, condiciones atmosféricas y/o relativas a puntos de interés comprendidos en el FOV, tales como ciudades, edificios, monumentos, establecimientos comerciales, etc.) que se integran de manera precisa y fiable con lo que es visible en el campo de visión FOV del usuario que lleva la HMD 10. Ventajosamente, el método 900 está configurado para modificar en tiempo real la forma y la posición de visualización de las imágenes AR1-3 visualizadas para adaptarse a variaciones de posición tanto del vehículo 5 como de la HMD 10.

25 Por ejemplo, en una realización, la unidad de procesamiento 30 está configurada para explotar las mediciones adquiridas por la IMU y/o los sensores del vehículo 5 para aumentar una precisión de posicionamiento de las imágenes en la HMD 10 y/o proporcionar imágenes que contienen elementos de información más detallados y/o adicionales.

30 Eventualmente, durante el procedimiento de apuntamiento, la posibilidad de escalar la imagen de apuntamiento ARR también puede proporcionarse con el fin de garantizar un solapamiento óptimo entre este último y el punto del mundo de referencia. En este caso, la operación de escalado de la imagen de apuntamiento ARR también puede considerarse al evaluar la discrepancia entre la imagen de apuntamiento ARR y el punto mundial de referencia WRR.

35 Además, nada prohíbe automatizar la etapa de superposición entre la imagen de apuntamiento ARR y el punto mundial de apuntamiento WRR durante el procedimiento de apuntamiento. Por ejemplo, la unidad de procesamiento 30 puede configurarse para identificar el punto mundial de apuntamiento WRR cuando se encuadre en el campo de visión FOV de la HMD 10 y luego superponer la imagen de apuntamiento ARR en el punto mundial de apuntamiento WRR automáticamente, o determinar directamente la discrepancia entre la imagen de apuntamiento ARR en el punto mundial de apuntamiento WRR automáticamente aplicando uno o más algoritmos adecuados.

En una realización, el método 900 proporciona acceso periódico a la base de datos de datos de GNSS 7 para verificar la presencia de nuevos puntos del mundo en un área geográfica de interés, por ejemplo, en el volumen de visión.

40 Como será evidente, después del procedimiento de alineación descrito anteriormente, el sistema 1 puede configurarse para funcionar usando cualquier número de marcadores 40. Por ejemplo, un par de marcadores 40 o un solo marcador 40 pueden usarse para determinar la pose de la HMD 10 durante la etapa operativa del método 900. Esto permite ajustar la carga computacional requerida por el sistema 1 para proporcionar asistencia a la conducción en tiempo real, con una mejor capacidad de respuesta global del sistema 1 a variaciones debidas al movimiento del vehículo 5 y/o de los puntos globales WP0-3. Además, esto permite ajustar una relación entre la precisión de identificación de la pose de la HMD 10 y la carga computacional requerida de la unidad de procesamiento 30.

45 En una realización, para cada punto mundial WP1-3 que se va a visualizar, el método 900 proporciona la definición de un punto virtual relativo con respecto a al menos un marcador identificado 40. Si se identifican uno o más marcadores secundarios, la relación de rototranslación se aplica a los puntos virtuales relativos calculados con respecto a los marcadores secundarios para redefinir estos puntos virtuales relativos con respecto al marcador principal. Un punto virtual definitivo se determina combinando todos los puntos virtuales relativos que se refieren al marcador principal, preferiblemente, por medio de un algoritmo apropiado que comprende, por ejemplo, operaciones de promediado y/o

correlación. El punto virtual final se convierte entonces en una imagen correspondiente para ser visualizada aplicando la ley de compensación con el fin de corregir la posición del punto virtual en la imagen definida en el sistema de referencia bidimensional de la superficie de la pantalla 11 de la HMD 10.

5 En una realización no mostrada, cuando un punto mundial, por ejemplo, el punto mundial WP0 en la Figura 2, no está comprendido en el volumen de vista VOL, es posible proporcionar que un indicador virtual correspondiente, por ejemplo, una flecha, se muestre en la HMD 10, por ejemplo, reproducido en el borde de la región de visualización R, con una punta apuntando hacia la posición del punto mundial correspondiente WP0. Además de la flecha, se puede visualizar otra información acerca del punto mundial WP0 fuera de la región de visualización R, tal como un nombre del punto mundial WP0, una distancia, etc.

10 En una realización alternativa, las imágenes AR pueden reproducirse con colores falsos basándose en la distancia desde el vehículo 5, un peligro de conducción asociado con el punto mundial relativo y/o para transportar otra información.

Nada prohíbe implementar y/u omitir una o más etapas opcionales del método 900, al igual que nada prohíbe ejecutar dos o más etapas en paralelo o en un orden diferente.

15 Además, uno o más detalles de implementación pueden ser reemplazados por otros elementos técnicamente equivalentes.

Por ejemplo, además de o alternativamente a los marcadores 30 ArUco, se pueden usar otros elementos de referencia 30 tales como una o más Matrices de Datos, códigos QR y/u otros tipos de elementos de referencia.

20 Naturalmente, es posible proporcionar disposiciones alternativas de los marcadores 40 también compuestos por un número diferente (mayor o menor) de marcadores 40; finalmente, nada prohíbe tener un único marcador 40 para implementar el método 900 descrito anteriormente.

25 Además, los marcadores 40 pueden estar dispuestos en posiciones adicionales y/o alternativas. Por ejemplo, uno o más marcadores 40 pueden estar situados en una de las ventanas o en la ventana trasera del vehículo 5 para permitir la reproducción de imágenes de realidad aumentada situadas correctamente incluso cuando el usuario mueve su mirada hacia ellas.

30 Preferiblemente, aunque no de forma limitativa, los marcadores 40 se fabrican basándose en las enseñanzas contenidas en los mismos Francisco J. Romero-Ramirez, Rafael Muñoz-Salinas, Rafael Medina-Carnier: "Speeded up detection of squared fiducial markers" publicado en Image and Vision, volumen 76, páginas 38-47, año 2018; en S. Garrido-Jurado, R. Muñoz Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, R. Medina-Carnier: "Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming" publicado en Pattern Recognition volumen 51, páginas 481-491, año 2016 y/o en Garrido-Jurado, Sergio, et al.: "Automatic generation and detection of highly fiduciales markers under occlusion" publicado en Pattern Recognition, volumen 47, número 6, páginas 2280-2292, año 2014.

35 Además, aunque en la realización de ejemplo descrita anteriormente se ha indicado que la ley de compensación se aplica a la posición – global - detectada por el módulo 20 GNSS, nada prohíbe definir una ley de compensación correspondiente aplicable a la posición – relativa - de la HMD 10 dentro del vehículo 5 determinada en base a los marcadores 40.

Además, nada prohíbe identificar la posición y orientación de la HMD 10 a través de dos operaciones separadas, que pueden llevarse a cabo en secuencia y/o en paralelo, en lugar de a través de una única operación como se describió anteriormente.

40 Aunque el solicitante ha identificado que el uso de marcadores 40 es particularmente ventajoso, nada prohíbe la implementación de métodos alternativos en donde la posición y orientación de la HMD con respecto al parabrisas y/u otros elementos del compartimento de pasajeros se identifican de manera diferente, por ejemplo, mediante el uso de cámaras de vídeo y/o fotografía dirigidas al conductor y/o uno o más sensores de movimiento montados en la HMD.

45 El sistema 1 puede proporcionarse como un kit de componentes para ser ensamblados dentro del compartimento de pasajeros de un vehículo. En detalle, el kit comprende al menos una unidad de procesamiento 30, un módulo de GNSS 20 dedicado o, alternativamente, un elemento de conexión por cable y/o inalámbrico entre unidades de procesamiento a un módulo de GNSS del vehículo y una HMD 10, preferiblemente, que comprende dos cámaras 10, y conectable a la unidad de procesamiento. Alternativamente, la unidad de procesamiento 30 puede configurarse para operar con una o más HMD disponibles comercialmente (por ejemplo, Microsoft HoloLens). Por lo tanto, una o más versiones del  
50 kit no comprenden necesariamente una HMD.

Alternativamente, nada prohíbe integrar la unidad de procesamiento 30 en el vehículo 5 o en un dispositivo de usuario que puede conectarse al vehículo (teléfono inteligente, tableta, ordenador, etc.) o de instanciar un producto de software configurado para implementar el método 900 en una unidad de procesamiento del vehículo 5 o dispositivo de usuario.

Además, las conexiones entre los elementos del sistema 1 - en particular, entre la unidad de procesamiento 30 y la

HMD 10 - pueden ser tanto de tipo cableado como, preferentemente, inalámbricas. De manera similar, la conexión con los elementos del sistema 1 y otros elementos, por ejemplo, entre la unidad de procesamiento 30 y la IMU, la ECU (no mostrada) del vehículo 5, el sistema de infoentretenimiento (no mostrado) del vehículo 5, etc., puede ser cableada o inalámbrica.

- 5 En la práctica, los materiales usados, así como las formas y tamaños contingentes, pueden ser cualesquiera según los requisitos sin apartarse por esta razón del alcance de protección de las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Método (900) de asistencia a la conducción de un vehículo (5) implementado por un sistema (1) que comprende una HMD (10), un elemento de referencia (40) dispuesto en el interior del vehículo (5) y un módulo de posicionamiento (20) montado en el vehículo (5), incluyendo el método (900) las etapas de:

- 5           - detectar (919) una posición del vehículo por medio del módulo de posicionamiento (20), estando definida dicha posición con respecto a un sistema de referencia global;
- en base a la posición detectada del vehículo (5), determinar una posición de la HMD (10) con respecto al sistema de referencia global;
- 10          - en base a la posición de la HMD (10), determinar (923) un volumen de visión (VOL) correspondiente a un volumen de espacio incluido en el campo de visión (FOV) de la HMD (10);
- comparar (925) un conjunto de posiciones incluidas en el volumen de visión (VOL) con al menos una posición de interés (PW1-3) asociada a un objeto de interés (WP1-3) almacenado en un área de memoria (31) del sistema (1), y
- 15          - si una o más posiciones de interés (PW1-3) están comprendidas en el volumen de visión (VOL), calcular (927) una posición de visualización (PA1-3) de la HMD (10) en donde visualizar una imagen (AR1-3) asociada al objeto de interés (WP1-3) y visualizar en la HMD (10) la imagen (AR1-3) en dicha posición de visualización (PA1-3), siendo la posición de visualización (PA1-3) tal que un usuario que lleva la HMD (10) ve la imagen (PA1-3) en correspondencia con el objeto de interés (WP1-3),
- 20          en donde la etapa de determinar una posición de la HMD (10) con respecto al sistema de referencia global en base a la posición detectada del vehículo (5) comprende:

- determinar (909-915) una ley de compensación definida identificando una relación de rototranslación entre el sistema de referencia global y un sistema de referencia relativo asociado con el elemento de referencia (40);
- por medio de la HMD (10), adquirir al menos una imagen del elemento de referencia (40) situado dentro del vehículo (5);
- 25          - determinar (917) una posición relativa de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40) procesando la imagen adquirida, estando dicha posición relativa referida al sistema de referencia relativo asociado con el elemento de referencia (40), y
- convertir (921) la posición relativa de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40) en una posición correspondiente referida al sistema de referencia global aplicando la relación de rototranslación.

30          2. El método (900) según la reivindicación 1, en donde la HMD (10) comprende al menos dos cámaras de vídeo (15) dispuestas en lados opuestos de una pantalla (11) de la HMD (10), y en donde la etapa de determinación (917) de una posición relativa de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40) comprende:

- utilizar cada cámara (15) de la HMD (10) para adquirir una imagen del elemento de referencia (40) situado en el interior del vehículo (5);
- 35          - calcular una posición relativa de cada cámara (15) con respecto al elemento de referencia (40) procesando la imagen adquirida respectiva;
- calcular la posición relativa de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40) combinando las posiciones relativas de las cámaras (15).

40          3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde el sistema (1) comprende una pluralidad de elementos de referencia (40) de los cuales un elemento de referencia seleccionado actúa como el elemento de referencia principal y los otros elementos de referencia actúan como elementos de referencia secundarios, comprendiendo además el método la etapa de:

- para cada elemento de referencia secundario, calcular (903-908) una relación de referencia correspondiente a una relación de rototranslación entre el elemento de referencia secundario y el elemento de referencia principal,
- 45          y

en donde la etapa de determinar (917) una posición relativa de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40) comprende:

- calcular la posición relativa de la HMD (10) con respecto a al menos dos elementos de referencia (40) seleccionados en un conjunto que comprende el elemento de referencia principal y los elementos de referencia secundarios;
- 50

- aplicar la relación de rototranslación a la posición relativa de la HMD (10) calculada con respecto a cada elemento de referencia secundario seleccionado, y
  - calcular una posición relativa combinada de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia principal combinando las posiciones relativas calculadas con respecto a los al menos dos elementos de referencia después de haber aplicado la relación de rototranslación a la posición relativa de la HMD (10) calculada con respecto a cada elemento de referencia secundario seleccionado.
- 5
4. El método (900) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa de determinación (923) de un volumen de visión (VOL) comprende:
- calcular una orientación de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40) procesando la al menos una imagen adquirida, y
  - determinar el campo de visión (FOV) de la HMD (10) en base a la posición global de la HMD (10) y la orientación de la HMD (10) con respecto al elemento de referencia (40).
- 10
5. El método (900), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de:
- seleccionar (909) una posición de apuntamiento (PWR);
  - visualizar (911) una imagen de apuntamiento (ARR) en una posición de visualización (PAR) en la HMD (10), calculándose dicha posición de visualización (PAR) según la posición de apuntamiento (PWR) y la posición del vehículo;
  - medir (913) una discrepancia de posición entre la posición de apuntamiento (PWR) y la posición de visualización (PAR), y
  - determinar (915) dicha ley de compensación en base a dicha discrepancia.
- 15
6. El método (900) según la reivindicación 5, en donde medir una posición de discrepancia entre la posición de apuntamiento (PWR) y la posición de visualización (PAR) comprende:
- definir una relación de rototranslación entre una posición de apuntamiento virtual (PVR) y la posición de apuntamiento (PWR), correspondiendo dicha posición de apuntamiento virtual (PVR) a la proyección de la posición de visualización (PAR) en un sistema de referencia tridimensional, y
  - determinar dicha ley de compensación comprende:
  - utilizar dicha relación de rototranslación para determinar dicha ley de compensación.
- 20
7. El método (900) según la reivindicación 6, en donde en la posición de apuntamiento (PW) está situado un objeto de apuntamiento, y
- 25
- en donde definir una relación de rototranslación comprende:
- orientar la HMD (10) de manera que incluya en el campo de visión (FOV) de la HMD (10) el objeto de apuntamiento;
  - trasladar la imagen de apuntamiento (ARR) visualizada en la HMD (10) hasta obtener un solapamiento de la imagen de apuntamiento (ARR) con el objeto de apuntamiento (WRR) en la posición de apuntamiento (PWR), y
  - convertir dicha traslación de la imagen de apuntamiento (ARR) en un sistema de referencia bidimensional en una traslación y una rotación de la posición de apuntamiento virtual (PVR) en el sistema de referencia tridimensional.
- 30
8. El método (900) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de:
- adquirir información de movimiento del vehículo (5) y,
- 35
- en donde la etapa de visualizar en la HMD (10) una imagen asociada con el objeto de interés comprende:
- modificar la imagen en función del desplazamiento del vehículo (5) y del tiempo.
- 40
9. Sistema (1) de asistencia a la conducción de un vehículo (5) que comprende:
- una HMD (10);
  - al menos un elemento de referencia (40) dispuesto en el interior del vehículo (5)
  - un módulo de posicionamiento (20) montado en el vehículo configurado para detectar una posición del vehículo,
- 45

- un área de memoria (31) en donde se almacena al menos una posición de interés asociada a un objeto de interés, y

- una unidad de procesamiento (30) conectada operativamente al módulo de posicionamiento (20), al HMD (10), y configurada para implementar el método (900) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

5      10. El sistema (1) según la reivindicación 9, en donde la unidad de procesamiento (30) está conectada operativamente a al menos uno de:

- un BUS (55) para comunicación del vehículo (5), y

- una unidad de medición inercial (6),

para adquirir información del vehículo (5).

10



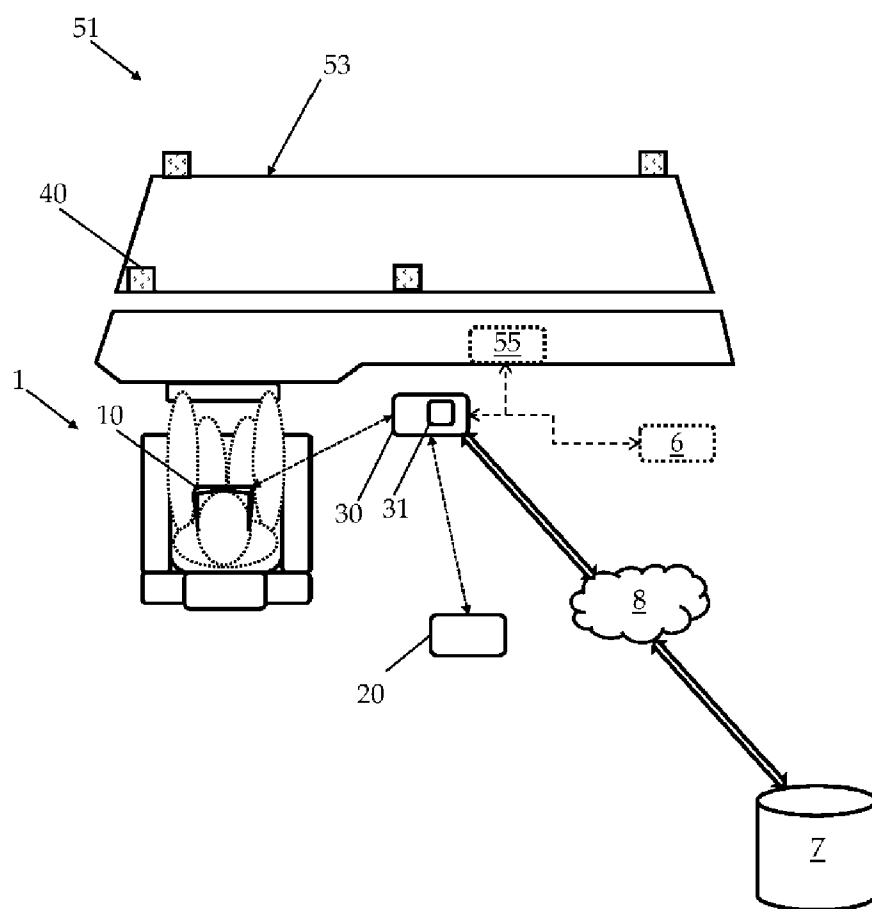
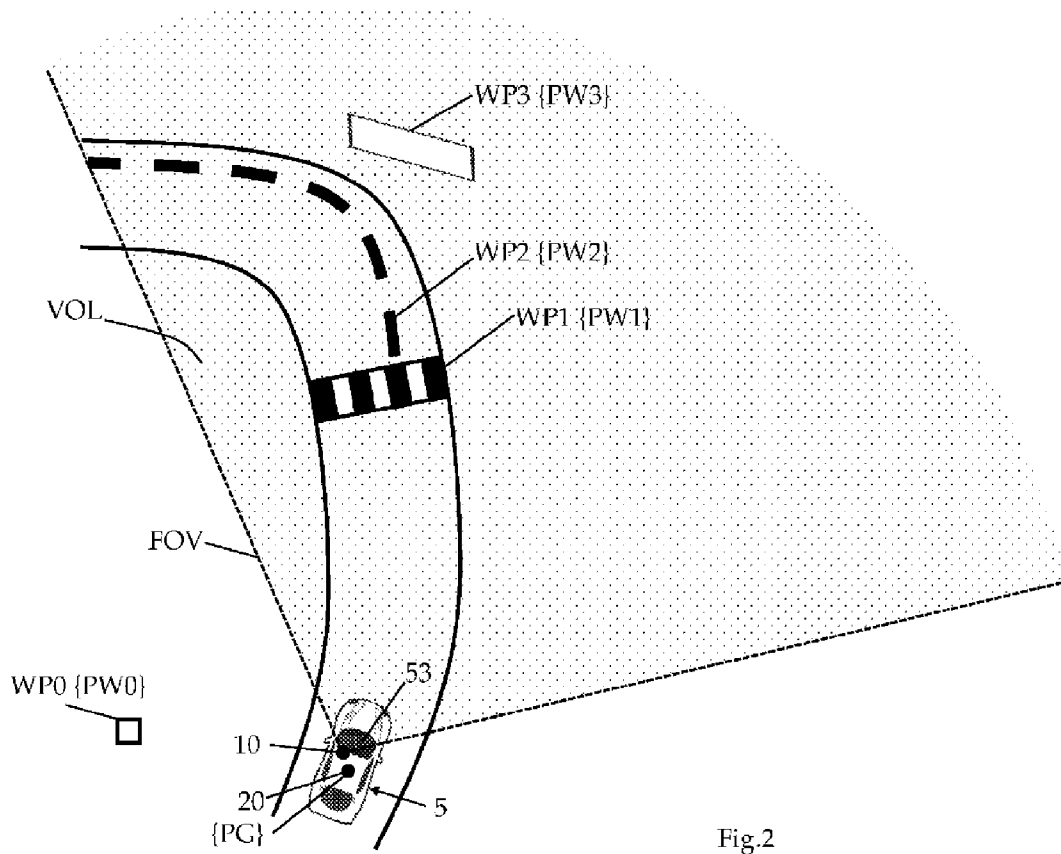


Fig.1



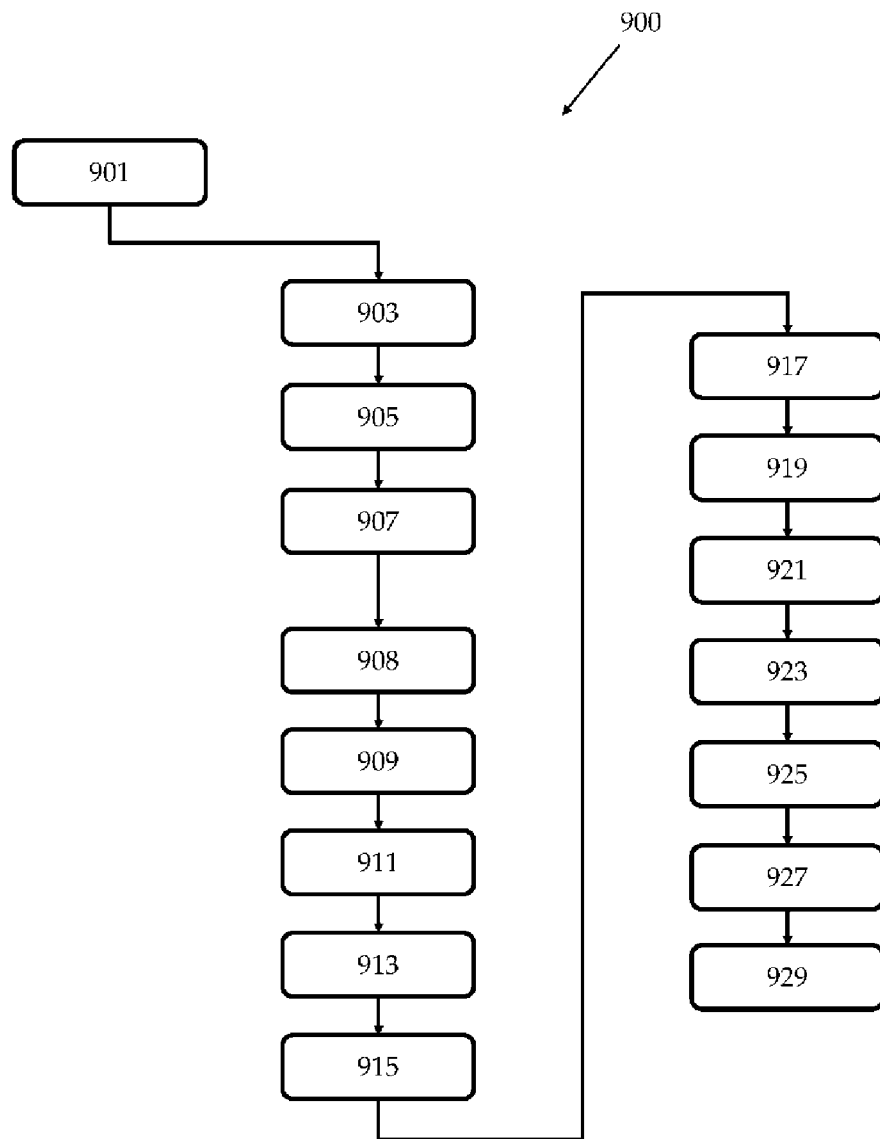
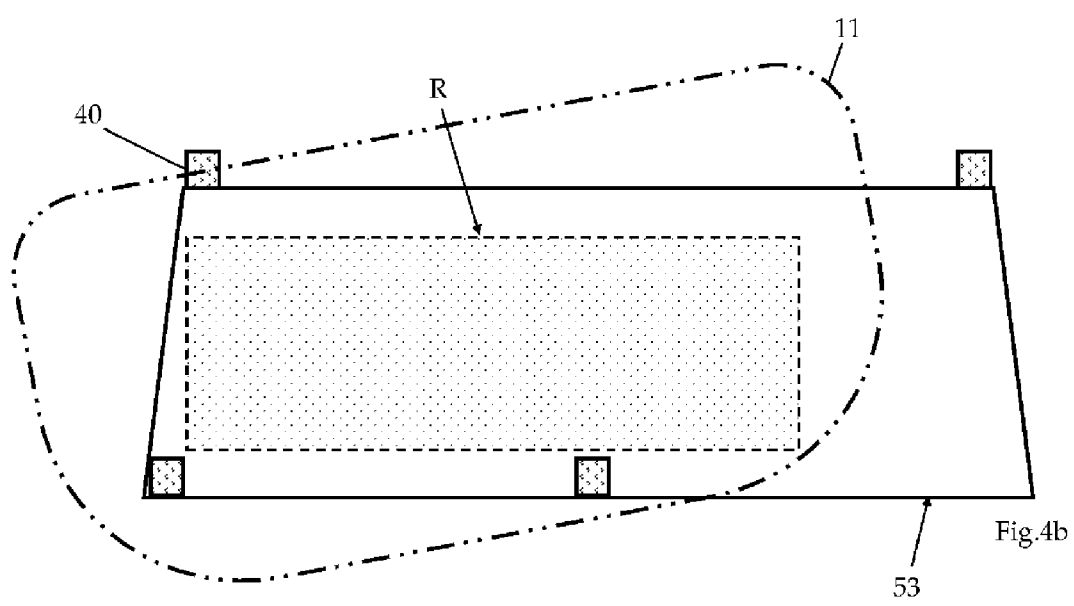
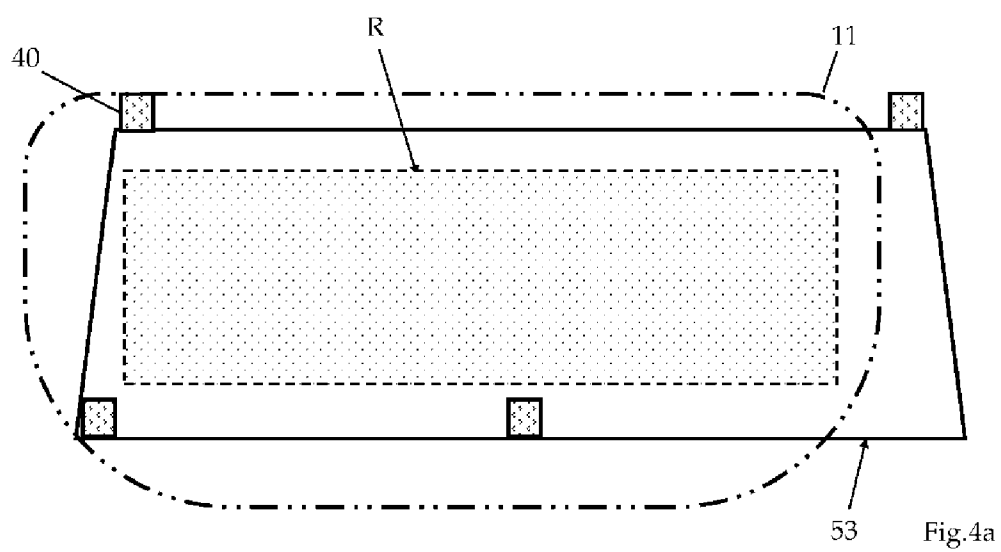
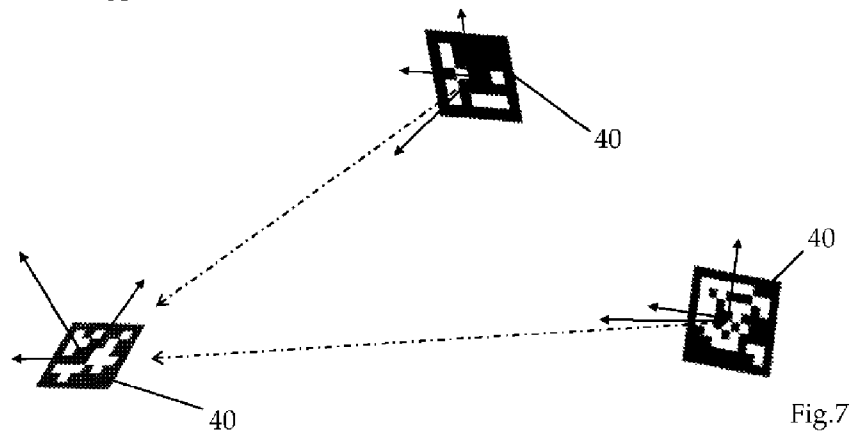
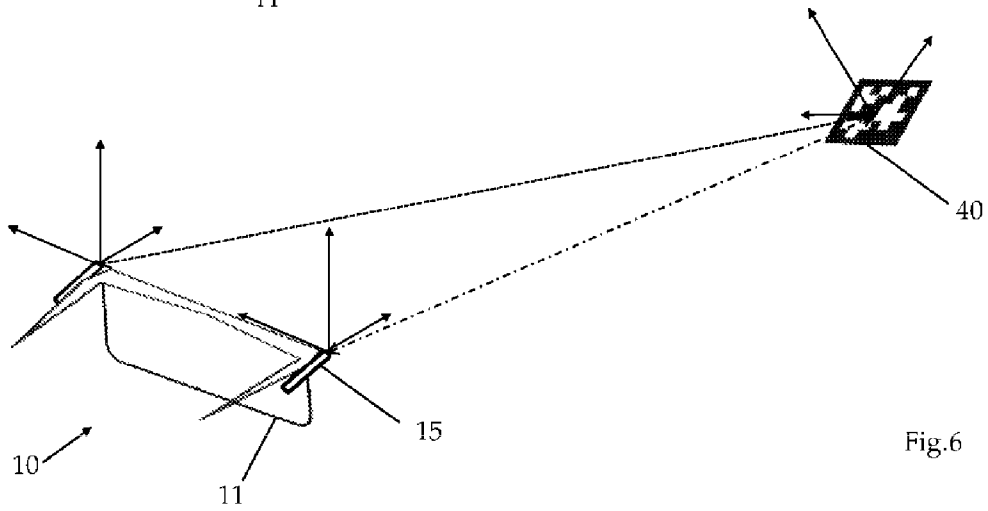
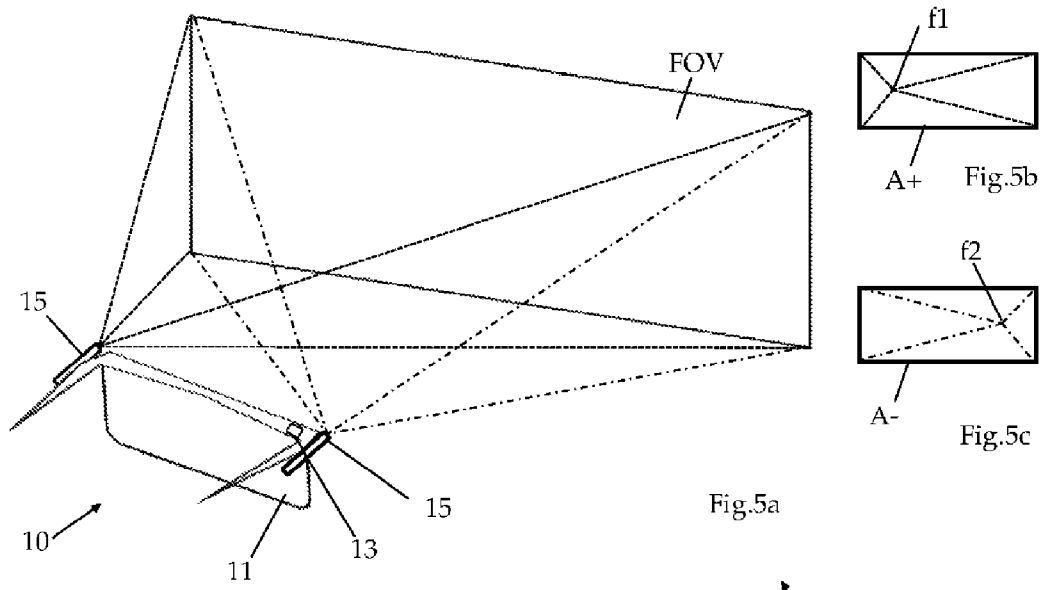


Fig.3





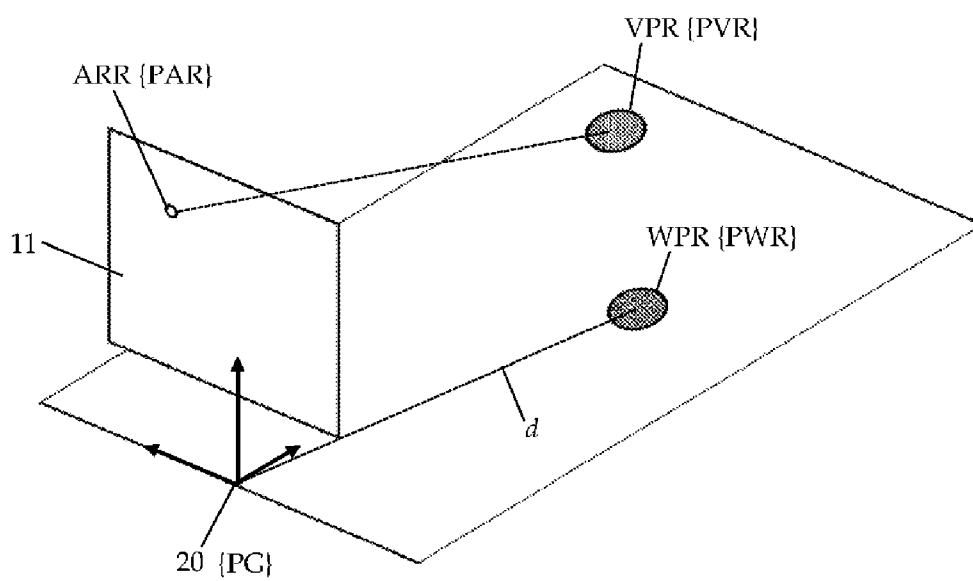


Fig. 8a

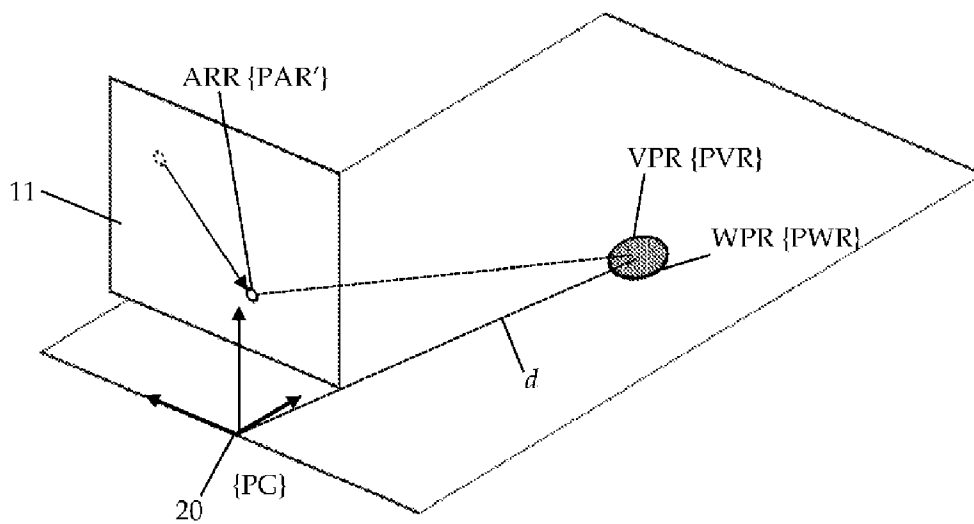


Fig. 8b

