



**MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO**  
**DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE**  
**UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI**

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102019000017429</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>27/09/2019</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>27/03/2021</b>

Classifiche IPC

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
G	01	C	21	36

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
G	02	B	27	01

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
G	06	F	3	01

Titolo

**METODO E SISTEMA PER L'ASSISTENZA ALLA GUIDA DI UN VEICOLO**

## METODO E SISTEMA PER L'ASSISTENZA ALLA GUIDA DI UN VEICOLO

### DESCRIZIONE

#### **CAMPO TECNICO**

La presente invenzione si riferisce al settore dei veicoli di trasporto. In particolar  
5 modo, l'invenzione si riferisce a un metodo e un sistema per l'assistenza alla guida di un veicolo.

#### **STATO DELL'ARTE**

Ad oggi, informazioni di guida quali informazioni sulla velocità di movimento,  
livello di carburante, indicazioni di navigazione o altro, sono mostrate nel  
10 cruscotto di un veicolo o su eventuali schermi per infotainment di cui sia dotato il veicolo. Sia il cruscotto sia gli schermi sono spesso situati nel veicolo in posizioni che richiedono al guidatore di distogliere almeno in parte lo sguardo dall'ambiente stradale, riducendo così sia la sicurezza di guida sia la possibilità di fruire di tali informazioni.

15 Nel settore automobilistico e aeronautico, sono stati proposti 'Head Up Display', HUD in breve, come parziale soluzione a questo problema. Un HUD è un sistema che permette di proiettare immagini sul parabrezza di un veicolo. In particolare, gli HUD permettono di proiettare informazioni direttamente sul parabrezza dell'auto, permettendo al pilota di rimanere concentrato sulla guida,  
20 tenendo sempre lo sguardo sulla strada

Tuttavia, lo standard attuale degli HUD, noto come HUD 1.0, è utilizzato solo per mostrare informazioni ridondanti fornite dalla classica strumentazione di bordo. Inoltre, la Richiedente ha osservato che la tecnologia HUD non permette di rappresentare efficacemente elementi di realtà aumentata. Infatti, l'estensione  
25 necessaria al sistema di proiezione per una copertura completa del campo visivo del guidatore è molto superiore a quella disponibile tecnologicamente allo stato dell'arte attuale. In particolare, non sono disponibili HUD in grado di sfruttare l'intero campo visivo principale definito sostanzialmente dal parabrezza del veicolo, così come un campo visivo secondario, ad esempio uno o più finestrini  
30 laterali.

Accanto ai sistemi HUD, più recentemente sono stati proposti sistemi basati su

schermi indossabili, meglio noti con il termine inglese di 'Head Mounted Display', HMD in breve, i quali comprendono un visore trasparente o semitrasparente su cui possono essere riprodotte immagini, ad esempio per fornire informazioni di assistenza alla guida a un utente che indossa lo HMD  
5 durante la guida del veicolo.

Ad esempio, la domanda di brevetto statunitense n. US 2016/084661 descrive un sistema e un metodo che fungono da strumento di guida e forniscono un riscontro o feedback a un conducente, ad esempio un feedback visivo in tempo reale offerto tramite un dispositivo di realtà aumentata. Il sistema di guida  
10 raccoglie informazioni relative al veicolo e informazioni del conducente - ad esempio, la direzione dello sguardo del guidatore determinata da un HMD - e utilizza queste informazioni in ingresso per generare un feedback visivo in tempo reale sotto forma di linee guida virtuali e altre raccomandazioni di guida. Queste raccomandazioni di guida possono essere presentate al guidatore tramite un  
15 dispositivo di realtà aumentata, ad esempio un display HUD, in cui le linee di guida virtuali vengono proiettate sul parabrezza del veicolo in modo che siano sovrapposte alla superficie stradale effettiva vista dal conducente e può mostrare al conducente una linea o un percorso da seguire. Inoltre, possono essere fornite altre raccomandazioni di guida, come suggerimenti di frenata, di accelerata, di  
20 sterzata e cambio marcia.

La Richiedente ha osservato che i metodi proposti in US 2016/084661 per determinare il campo di visuale osservato dal pilota e quindi riprodurre immagini di realtà in modo efficace sono di complessa implementazione. In particolare, analizzare lo sguardo del pilota come descritto in US 2016/084661,  
25 richiede una complessa implementazione da un punto di vista hardware e software, al fine di identificare con precisione sufficiente il campo di visuale osservato dal pilota e determinare dimensione e posizione sullo HMD o HUD di una o più immagini di realtà aumentata.

Ancora, il brevetto europeo n. EP 2933707 descrive un metodo per orientare  
30 dinamicamente quanto presentato da un HMD. Il metodo descritto prevede di utilizzare almeno un sensore installato su un HMD indossato dal conducente di un veicolo, per raccogliere dati di movimento HMD, e di utilizzare almeno un sensore, montato sul veicolo, per raccogliere i dati di movimento del veicolo. Il metodo prevede quindi di eseguire un'analisi dei dati di movimento dell'HMD e

dei dati di movimento del veicolo per rilevare eventuali differenze tra gli stessi. In base alle differenze rilevate, è calcolato un orientamento del dispositivo HMD in relazione al veicolo ed è calcolato come regolare dati da presentare su uno schermo del dispositivo HMD in base all'orientamento appena calcolato.

- 5 Per quanto il metodo proposto in EP 2933707 risulti in grado di determinare l'orientamento dello HMD, esso non permette di ottenere accuratezza e precisioni soddisfacenti. Inoltre, il metodo necessita di risorse computazionali elevate per calcolare e generare i dati da presentate in modo coerente dati sullo HMD sulla base del confronto tra immagini di uno scenario visibile dal pilota attraverso un  
10 parabrezza del veicolo.

### **SCOPI E RIASSUNTO DELL'INVENZIONE**

È scopo della presente invenzione quello di superare gli inconvenienti dell'arte nota.

- 15 In particolare, è scopo della presente invenzione presentare un metodo e un sistema di assistenza alla guida in grado di fornire indicazioni precise e affidabili che assistano un utente durante la guida di un veicolo.

Uno scopo della presente invenzione è di presentare un metodo e un sistema per riprodurre elementi di realtà aumentata atti a migliorare l'esperienza di guida di un utente durante l'utilizzo del veicolo.

- 20 Questi ed altri scopi della presente invenzione sono raggiunti mediante il metodo e il sistema incorporanti le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, le quali formano parte integrante della presente descrizione.

In una forma di realizzazione, il metodo comprende i passi di:

- 25 - rilevare una posizione del veicolo mediante un modulo di posizionamento montato sul veicolo,  
- determinare una posizione di un HMD applicando una legge di compensazione alla posizione del veicolo,  
- sulla base della posizione dello HMD, determinare un volume di vista corrispondente a un volume di spazio compreso nel campo di vista dello HMD;  
30 - confrontare un insieme di posizioni comprese nel volume di vista con almeno una posizione di interesse associata a un oggetto d'interesse memorizzata in un'area di memoria del sistema, e

- nel caso in cui uno o più posizioni di interesse si trovino nel volume di vista, calcolare una posizione di visualizzazione dello HMD in cui visualizzare un'immagine associata all'oggetto di interesse e riprodurre sullo HMD l'immagine in detta posizione di visualizzazione. Vantaggiosamente, la  
5 posizione di visualizzazione è tale che un'utente che indossa il visore veda l'immagine in corrispondenza dell'oggetto di interesse.

Grazie a tale soluzione è possibile visualizzare immagini di realtà aumentata con precisione nel campo visivo di un utente che indossi lo HMD unicamente sulla base di dati di posizionamento. In particolare, è possibile compensare  
10 efficacemente errori di visualizzazione dovuti a una differente posizione del modulo di posizionamento e dello HMD; infatti, una distanza seppure ridotta tra tali due elementi può provocare sensibili imprecisioni nella visualizzazione delle immagini di realtà aumentata, con una conseguente riduzione dell'utilità delle informazioni associate alle immagini di realtà aumentata o, addirittura, un  
15 peggioramento delle condizioni di guida dell'utente.

Vantaggiosamente, il metodo secondo la presente invenzione necessita di acquisire ed elaborare solo informazioni di posizionamento come quelle fornite da un sistema di navigazione globale o GNSS (ad esempio, GPS, Galileo, GLONASS, Beidou, ecc.), ma non richiede l'elaborazione di immagini acquisite  
20 per riconoscere oggetti visibili attraverso il parabrezza del veicolo al fine di visualizzare correttamente le immagini di realtà aumentata. Questo permette di operare in tempo reale con una elevata accuratezza e precisione nella visualizzazione di immagini di realtà aumentata con un costo computazionale e requisiti hardware sostanzialmente contenuti.

25 In una forma di realizzazione, il sistema comprende ulteriormente un elemento di riferimento disposto all'interno del veicolo, e  
in cui il passo di rilevare una posizione del veicolo mediante il modulo di posizionamento prevede di rilevare la posizione del veicolo rispetto a un sistema di riferimento globale. Preferibilmente, il metodo ulteriormente prevede di  
30 determinare una posizione relativa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento, detta posizione relativa essendo riferita a un sistema di riferimento relativo associato all'elemento di riferimento. In tale caso, il passo di rilevare una posizione del veicolo mediante il modulo di posizionamento prevede di rilevare la posizione del veicolo rispetto a un sistema di riferimento globale; mentre, il

passo di determinare una posizione dello HMD applicando una legge di compensazione alla posizione del veicolo prevede di:

- applicare la legge di compensazione alla posizione del veicolo rilevata per determinare una posizione globale dell'elemento di riferimento, e
- 5 - convertire la posizione relativa dello HMD in una corrispondente posizione globale in base alla posizione globale dell'elemento di riferimento.

Grazie a tale soluzione è possibile identificare con precisione e in tempo reale la posizione relativa dello HMD all'interno del veicolo in cui è utilizzato e quindi convertirla in una posizione globale, ossia riferita a un sistema di riferimento  
10 tridimensionale con origine nel centro della Terra, attraverso operazioni implementabili in modo efficace anche da componenti elettronici con capacità di elaborazione limitate.

In una forma di realizzazione, il passo di determinare una posizione relativa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento prevede di:

- 15 - acquisire almeno un'immagine dell'elemento di riferimento posto all'interno del veicolo, e
- calcolare la posizione relativa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento elaborando l'immagine acquisita.

Preferibilmente, lo HMD comprende almeno due telecamere disposte ai lati  
20 opposti di un visore dello HMD. In tale caso, il passo di determinare una posizione relativa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento prevede di:

- mediante ciascuna telecamera dello HMD, acquisire una immagine dell'elemento di riferimento posto all'interno del veicolo;
- calcolare una posizione relativa di ciascuna telecamera rispetto  
25 all'elemento di riferimento elaborando la rispettiva immagine acquisita;
- calcolare la posizione relativa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento combinando le posizioni relative delle telecamere.

Queste soluzioni permettono di determinare la posizione dello HMD in modo semplice ma, allo stesso tempo, preciso ed accurato. Inoltre, l'utilizzo di elementi  
30 di riferimento rimuove la necessità di componenti (telecamere, fotocamere, sensori a infrarossi, sensori di pressione, ecc.) esterni allo HMD e configurati per identificare movimenti dell'utente al fine di valutare la posizione dello HMD indossato dall'utente.

In una forma di realizzazione, il sistema comprende una pluralità di elementi di riferimento di cui un elemento di riferimento selezionato opera da elemento di riferimento principale e gli altri elementi di riferimento operano da elementi di riferimento secondari. Preferibilmente, il metodo ulteriormente comprende il

5 passo di per ciascun elemento di riferimento secondario, calcolare una relazione di riferimento corrispondente a una relazione di rototraslazione tra l'elemento di riferimento secondario rispetto all'elemento di riferimento principale. Ancor più preferibilmente, il passo di in cui determinare una posizione relativa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento prevede di:

- 10 - calcolare la posizione relativa dello HMD rispetto ad almeno due elementi di riferimento;
- applicare la relazione di rototraslazione alla posizione relativa dello HMD calcolati rispetto a ciascun elemento di riferimento secondario, e
- calcolare una posizione relativa combinata dello HMD rispetto
- 15 all'elemento di riferimento principale combinando le posizioni relative calcolate rispetto agli almeno due elementi di riferimento.

Grazie a tale soluzione, la posizione sia relativa sia globale dello HMD è determinata in modo preciso e robusto.

In aggiunta, è possibile configurare il sistema affinché sia sufficiente identificare

20 un elemento di riferimento qualsiasi per determinare in modo veloce ed affidabile posizione e orientamento dello HMD rispetto all'elemento di riferimento principale.

Questo garantisce una maggiore versatilità al sistema – senza aumentarne sostanzialmente la complessità – a prescindere dalla conformazione del veicolo

25 e, allo stesso tempo, permette di visualizzare correttamente immagini di realtà aumentata quando lo HMD è rivolto verso varie regioni del veicolo dotate di un elemento di riferimento (ad esempio, in corrispondenza del parabrezza e uno più dei finestrini laterali o del lunotto posteriore di un autoveicolo).

In una forma di realizzazione, il passo di determinare un volume di vista prevede

30 di:

- calcolare un orientamento dello HMD rispetto all'elemento di riferimento elaborando l'almeno un'immagine acquisita, e
- determinare il campo di vista dello HMD in base alla posizione globale dello HMD e all'orientamento dello HMD rispetto all'elemento di riferimento.

Grazie a questa soluzione è possibile identificare precisamente il campo di vista dell'utente che indossa lo HMD anche in caso di movimenti del capo – come rotazioni, inclinazioni – che non modificano la posizione dello HMD. Di conseguenza, anche il volume di vista è identificato con maggiore precisione.

- 5 In una forma di realizzazione, la posizione e l'orientamento dello HMD rispetto all'elemento di riferimento sono determinati contestualmente, ossia è determinata la posa dello HMD rispetto all'elemento di riferimento. Pertanto, possono essere previsti passi di analisi di due immagini acquisite da due telecamere e/o l'utilizzo di più elementi di riferimento come sopra descritto in
- 10 relazione alla posizione dello HMD anche per determinare l'orientamento dello HMD, ottenendo i medesimi benefici.

Vantaggiosamente, le soluzioni sopra esposte permettono di determinare la posa dello HMD con precisione anche mentre il veicolo è in movimento. In particolare, la posa dello HMD è determinata in modo più affidabile e non richiede di

15 implementare componenti hardware e/o software complessi, al contrario di soluzioni note che prevedono l'uso di IMU ed altri sensori per calcolare la posizione e l'orientamento dello HMD, peraltro con una limitata precisione quando il veicolo è in movimento.

In una forma di realizzazione, il metodo ulteriormente comprende i passi di:

- 20 - selezionare una posizione di puntamento;
- riprodurre un'immagine di puntamento in una posizione di visualizzazione sullo HMD, detta posizione di visualizzazione essendo calcolata in base alla posizione di puntamento e alla posizione del veicolo;
- misurare una discrepanza di posizione tra la posizione di puntamento e la
- 25 posizione di visualizzazione, e
- determinare detta legge di compensazione sulla base di detta discrepanza.

In questo modo la legge di compensazione può essere determinata in modo preciso e immediato a prescindere dalle specifiche caratteristiche del veicolo e/o scelte implementative selezionate durante l'installazione del sistema.

- 30 Preferibilmente, tale misura della discrepanza comprende definire una relazione di rototraslazione tra una posizione di puntamento virtuale e la posizione di puntamento, detta posizione di puntamento virtuale corrispondendo alla proiezione della posizione di visualizzazione in un sistema di riferimento

tridimensionale. Ancor più preferibilmente, la legge di compensazione è determinata in base a detta relazione di rototraslazione.

5 Grazie a tale soluzione è possibile definire la legge di compensazione tramite operazioni implementabili anche da sistemi con risorse hardware limitate e/o con un costo computazionale particolarmente contenuto.

Secondo una forma di realizzazione, il metodo prevede che nella posizione di puntamento sia situato un oggetto di puntamento. In tale caso, definire una relazione di rototraslazione prevede preferibilmente di:

- 10 - orientare lo HMD in modo da comprendere nel campo di vista dello HMD l'oggetto di puntamento;
- traslare l'immagine di puntamento visualizzata sullo HMD fino a ottenere una sovrapposizione dell'immagine di puntamento con l'oggetto di puntamento nella posizione di puntamento, e
- 15 - convertire detta traslazione dell'immagine di puntamento in un sistema di riferimento bidimensionale in una traslazione e una rotazione della posizione di puntamento virtuale in un sistema di riferimento tridimensionale.

20 Questi passi di calibrazione permettono di determinare la legge di compensazione in modo estremamente semplice. In particolare, tali passi di calibrazione del sistema possono essere eseguiti da un utente senza particolari competenze e/o addestramento. Inoltre, tale soluzione permette di eseguire nuove calibrazioni in modo semplice e rapido qualora se ne rendesse necessario – ad esempio, spostando il sistema da un veicolo a un altro, qualora la posizione di uno o più elementi di riferimento fosse modificata e/o periodicamente per annullare deviazioni che possano insorgere durante l'utilizzo.

25 In una forma di realizzazione, il metodo ulteriormente comprende il passo di:  
- acquisire informazioni di movimento del veicolo e,  
in cui il passo di riprodurre sullo HMD un'immagine associata all'oggetto di interesse prevede di:  
- modificare l'immagine in funzione del movimento del veicolo e del tempo.

30 Grazie a questa soluzione è possibile aumentare ulteriormente la precisione e l'accuratezza nella riproduzione di immagini di realtà aumentata, in particolare quando il veicolo è in movimento.

Un differente aspetto riguarda un sistema per assistenza alla guida di un veicolo.

In una forma di realizzazione, tale sistema comprende:

- un HMD;
- un modulo di posizionamento montato sul veicolo configurato per rilevare una posizione del veicolo;
- un'area di memoria in cui è memorizzata almeno una posizione di interesse associata a un oggetto di interesse, e
- un'unità di elaborazione connessa al modulo di posizionamento, allo HMD, e configurata per implementare il metodo secondo una qualsiasi delle forme di realizzazione sopra descritte.

Preferibilmente, il sistema ulteriormente comprende almeno un elemento di riferimento posizionabile all'interno del veicolo e, ancora più preferibilmente, lo HMD comprende almeno una telecamera.

Tale sistema risulta particolarmente compatto e consente di fornire informazioni all'utente alla guida del veicolo in modo preciso e affidabile impiegando risorse hardware contenute.

In una forma di realizzazione, l'almeno un elemento di riferimento è retroilluminato in modo da essere più semplicemente individuabile.

In una forma di realizzazione, il sistema comprende una pluralità di elementi di riferimento ciascuno comprendente un rispettivo codice identificativo, in modo da permettere di distinguere gli elementi di riferimento tra loro.

In una forma di realizzazione, il modulo di posizionamento comprende un modulo GNSS. In aggiunta o in alternativa, il modulo di posizionamento può comprendere un modulo di triangolazione di segnali elettromagnetici, un radar, un lidar e/o simili dispositivi.

In una forma di realizzazione, l'unità di elaborazione memorizza o è collegabile a un database di dati di posizionamento, per acquisire almeno una posizione di interesse associata a un corrispondente oggetto di interesse.

In una forma di realizzazione, l'unità di elaborazione è operativamente connessa ad almeno uno tra:

- un BUS di comunicazione del veicolo, e

- 10 -

- un'unità di misura inerziale,  
per acquisire informazioni sul veicolo.

Grazie a tale soluzione il sistema è in grado di acquisire e visualizzare una notevole quantità di informazioni utili per assistere la guida del veicolo.

5 Ulteriori caratteristiche e scopi della presente invenzione appariranno maggiormente chiari dalla descrizione che segue.

### **BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI**

L'invenzione verrà descritta qui di seguito con riferimento ad alcuni esempi, forniti a scopo esplicativo e non limitativo, ed illustrati nei disegni annessi.

10 Questi disegni illustrano differenti aspetti e forme di realizzazione della presente invenzione e, dove appropriato, numeri di riferimento illustranti strutture, componenti, materiali e/o elementi simili in differenti figure sono indicati da numeri di riferimento similari.

La Figura 1 è una vista schematica del sistema secondo una forma di  
15 realizzazione della presente invenzione installato su un veicolo;

la Figura 2 è una vista schematica dall'alto di un veicolo in viaggio in cui è installato il sistema secondo una forma di realizzazione della presente invenzione;

la Figura 3 è un diagramma di flusso del metodo secondo una forma di  
20 realizzazione della presente invenzione;

le Figure 4a e 4b sono viste schematiche che illustrano una variazione di una posa di un HMD compreso nel sistema delle Figure 1 e 2;

le Figure 5a – 5c illustrano schematicamente un campo di vista visibile attraverso lo HMD;

25 la Figura 6 è una vista assonometrica schematica che illustra un passo di identificazione e determinazione di orientamento e posizione di un marker del sistema di Figura 1;

la Figura 7 è una vista assonometrica che illustra schematicamente tre marker del sistema di Figura 1 aventi differenti orientamenti e posizioni;

le Figure 8a e 8b sono viste schematiche che illustrano passi salienti di una procedura di puntamento del sistema secondo una forma di realizzazione della presente invenzione, e

la Figura 9 è una vista schematica che illustra la riproduzione di immagini associate a corrispondenti oggetti di interesse sullo HMD del sistema.

### DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Mentre l'invenzione è suscettibile di varie modifiche e costruzioni alternative, alcune forme di realizzazione preferite sono mostrate nei disegni e saranno descritte qui di seguito in dettaglio. Si deve intendere, comunque, che non vi è alcuna intenzione di limitare l'invenzione alla specifica forma di realizzazione illustrata, ma, al contrario, l'invenzione intende coprire tutte le modifiche, costruzioni alternative, ed equivalenti che ricadano nell'ambito dell'invenzione come definito nelle rivendicazioni.

L'uso di "ad esempio", "ecc.", "oppure" indica alternative non esclusive senza limitazione a meno che non altrimenti indicato. L'uso di "include" significa "include, ma non limitato a" a meno che non sia altrimenti indicato.

Con riferimento alle figure, un sistema 1 secondo le forme di realizzazione della presente invenzione comprende uno schermo indossabile, più comunemente indicato con il nome inglese di Head Mount Display, o HMD 10, un modulo di posizionamento, ad esempio un modulo GNSS 20 (Global Navigation Satellite System), un'unità di elaborazione 30 configurata per collegarsi al modulo GNSS 20 e allo HMD 10, e uno o più marker 40 di tipo ArUco nell'esempio considerato.

Il modulo GNSS 20 è configurato per fornire periodicamente e/o su richiesta un'indicazione su una posizione rilevata, preferibilmente, definita in un sistema di riferimento tridimensionale con origine nel centro della Terra – indicato con il termine 'sistema di riferimento globale' nel seguito. Ad esempio, il modulo GNSS 20 comprende un navigatore GPS ed è configurato per fornire un insieme di coordinate geografiche indicative di una posizione globale rilevata del modulo GNSS 20 e quindi del veicolo 5.

Lo HMD 10 comprende un visore 11 trasparente e/o semitrasparente, tale da consentire a un utente che indossi lo HMD 10 di vedere attraverso il visore 11 (come illustrato schematicamente nelle Figure 5a e 6). Inoltre, lo HMD 10 è

configurato – ad esempio, comprende un'opportuna circuiteria (non illustrata) – per riprodurre sul visore 11 immagini che si vadano a sovrapporre a quanto presente nel campo di vista (FOV) di un utente che indossi lo HMD 10 – indicato come 'campo di vista FOV dello HMD 10' nel seguito per brevità  
5 (schematicamente illustrato in Figura 2) –, creando quindi un effetto di realtà aumentata. A tale scopo lo HMD 10 può comprendere un'unità di elaborazione locale 13 configurata per generare le immagini da visualizzare sulla base di dati e/o istruzioni fornite dall'unità di elaborazione 30.

Preferibilmente, lo HMD 10 comprende una coppia di telecamere 15 configurate  
10 per inquadrare una medesima regione di spazio da punti di vista differenti (come illustrato schematicamente nelle Figure 5a-5c). Vantaggiosamente, le telecamere 15 dello HMD 10 sono disposte ai lati opposti di una montatura del visore 11 dello HMD. Ciascuna delle telecamere 15 è configurata per acquisire una o più immagini sostanzialmente corrispondenti al FOV dello HMD 10. In particolare,  
15 combinando le immagini fornite dalle telecamere 15 negli stessi istanti di tempo è possibile ottenere determinare il campo di vista FOV dello HMD 10.

L'unità di elaborazione 30 comprende uno o più tra microcontrollori, microprocessori, processori general purpose (ad esempio, CPU) e/o processori grafici (ad esempio, GPU), DSP, FPGA, ASIC, moduli di memoria, moduli di  
20 potenza per erogare energia ai vari componenti dell'unità di elaborazione 30, e preferibilmente uno o più moduli di interfaccia per la connessione ad altri apparati e/o per scambiare dati con altre entità (ad esempio, lo HMD 10, il modulo GNSS 20, un server remoto, ecc.).

In particolare, l'unità di elaborazione 30 comprende un'area di memoria 31 – e/o  
25 è collegata a un modulo di memoria (non illustrato) – in cui è possibile memorizzare posizioni PW0-PW3 di oggetti di interesse, anche indicati con il termine world point WP0-WP3 (come mostrato schematicamente in Figura 2). Come sarà evidente, nella presente il termine world point è utilizzato per indicare un oggetto fisico – come una strada o una sua parte (un tratto di strada curvo ad  
30 esempio), un edificio, un blocco stradale, un attraversamento pedonale, un monumento, un cartellone, un punto di interesse culturale, ecc. – associato a una corrispondente posizione o insieme di posizioni (ossia un'area o un volume) definite nel sistema di riferimento globale.

Ad esempio, l'area di memoria 31 può essere configurata per memorizzare un

database comprendente coordinate geografiche associate a ciascuno dei world point WP0-WP3 e, eventualmente, una o più informazioni riguardo il medesimo world point WP0-WP3 e/o riguardo una o più immagini associate allo stesso.

5 In alternativa o in aggiunta, l'unità di elaborazione 30 può essere configurata per connettersi a un sistema di navigazione 7 remoto (ad esempio, accedendo a una piattaforma software tramite una connessione a una rete di telecomunicazioni 8) e/o locale (ad esempio, un navigatore satellitare del veicolo 5) al fine di acquisire una o più informazioni associate a una posizione rilevata del veicolo 5, dello HMD 10 e/o di uno o più world point WP0-WP3.

10 In una forma di realizzazione, l'unità di elaborazione 30 è configurata per connettersi a un'unità di misura inerziale, o IMU 6, e/o a un BUS 55 dati del veicolo 5 su cui è montata l'unità di elaborazione 30 – ad esempio, un CAN bus – per accedere ai dati (ad esempio: velocità, accelerazione, angolo di sterzo, ecc.)  
15 di calcolo, interfacce utente e/o per sfruttare una connettività di un computer di bordo (non illustrato) del veicolo 5.

In una forma di realizzazione preferita, ciascun marker 40 comprende un pattern fiduciario – ad esempio, una matrice binaria costituita sostanzialmente di pixel bianchi o neri che permette di distinguerlo facilmente dall'ambiente circostante.  
20 Vantaggiosamente, il pattern fiduciario di ciascun marker 40 contiene un codice identificativo che permette di identificare in modo univoco tale marker 40.

Preferibilmente, sebbene non limitativamente, i marker 40 possono comprendere un gruppo di retroilluminazione (non illustrato) configurato per retroilluminare il pattern fiduciario del marker 40, in modo da semplificare un'identificazione del  
25 marker 40 e del pattern fiduciario dello stesso basata su immagini, in particolare attraverso l'elaborazione delle immagini acquisite dalle telecamere 15 dello HMD 10.

Il sistema 1 descritto può essere sfruttato da un utente all'interno di un abitacolo 51 di un veicolo 5 (come schematicamente illustrato in Figura 1), per  
30 implementare un metodo 900 di assistenza alla guida (illustrato dal diagramma di flusso di Figura 3) preciso e affidabile, allo stesso tempo, richiedendo risorse hardware e software particolarmente contenute.

In una fase di installazione, un marker 40 è posizionato all'interno dell'abitacolo 51 del veicolo 5 per operare come elemento di riferimento principale e, preferibilmente, un numero variabile di marker 40 secondari, tre nell'esempio considerato nelle Figure, può essere disposto nell'abitacolo per operare come  
5 elementi di riferimento secondari (blocco 901).

Nell'esempio considerato, i marker 40 sono posizionati su, o in corrispondenza di, un parabrezza 53 del veicolo 5. Questo permettere di indentificare un orientamento e una posizione dello HMD 10 rispetto ai marker 40 e quindi il campo di vista FOV dello HMD 10 e, eventualmente, una regione di riproduzione  
10 R del visore 11 su cui visualizzare immagini – come descritto nel seguito.

Ad esempio, considerando un veicolo 5 con postazione di guida a sinistra come illustrato, una disposizione esemplare – la quale consente di identificare in modo particolarmente affidabile orientamento e posizione dello HMD 10 – prevede il posizionamento di un primo marker 40 in corrispondenza di un'estremità sinistra  
15 del parabrezza 53, di un secondo marker 40 in una posizione frontale rispetto alla postazione del pilota – senza ostacolare la visuale sul percorso -, e di un terzo marker 40 in corrispondenza di una posizione mediana del parabrezza 53 rispetto a una sua estensione laterale.

Successivamente, il metodo 900 prevede una fase di calibrazione del sistema 1  
20 che comprende una procedura di allineamento e una procedura di boresighting.

Nella fase di allineamento, è prima identificata una posizione relativa tra i marker 40 posizionati nell'abitacolo 51. Ad esempio, durante la procedura di allineamento, lo HMD 10 è indossato da un utente il quale mantiene una postura di guida predeterminata; preferibilmente, con il capo – e, di conseguenza, lo  
25 HMD 10 – rivolto verso il parabrezza 53 (ad esempio, come mostrato in Figura 4a).

Inizialmente, una coppia di immagini A+ e A- è acquisita attraverso le telecamere  
15 (blocco 903) sostanzialmente in un medesimo istante di tempo. Preferibilmente, è acquisita una sequenza di coppie di immagini A+ e A- durante  
30 un intervallo di tempo in cui lo HMD 10 è mantenuto in una medesima posizione o mosso lentamente (ad esempio, a causa delle normali correzioni o modifiche di postura eseguite dall'utente che indossa lo HMD 10). Data la distanza tra le telecamere 15 entrambe le immagini A+ e A- riprodurranno sostanzialmente il

medesimo campo di vista FOV dello HMD 10, ma osservato da punti di osservazione f1 e f2 differenti (come apprezzabile nelle Figure 5a – 5c).

Le immagini A+ e A- delle telecamere 15 sono elaborate per riconoscere ciascun marker 40 (blocco 905). Nell'esempio considerato, le immagini A+ e A- sono combinate tra loro in modo da sfruttare la stereoscopia per individuare e identificare ciascun marker 40 inquadrato nelle immagini A+ e A-. Ad esempio, le immagini A+ e A- sono individuate sagome corrispondenti ai marker 40, mentre sono riconosciuti i singoli marker 40 identificando il corrispondente pattern fiduciario.

10 Analizzando ciascuna immagine acquisita, è eseguito il calcolo della traslazione e dell'orientamento di ogni marker 40 rispetto a un sistema di riferimento associato allo HMD 10 ossia, un sistema di riferimento tridimensionale sostanzialmente centrato nel punto di vista del pilota che indossa lo HMD 10 (blocco 907 e illustrato schematicamente in Figura 6). Preferibilmente, sono  
15 calcolati un valore di traslazione e un valore di rotazione del marker 40 rispetto a ciascuna telecamera 15, ottenendo così due coppie di misure, le quali sono successivamente combinate – ad esempio, tramite un opportuno algoritmo che implementi operazioni di media e/o correlazione – per ottenere corrispondenti misure di rotazione e orientamento combinate associate a ciascun marker 40.  
20 Eventualmente, può essere determinato anche un valore di scala e/o fattori di correzione per compensare deformazioni e/o aberrazioni introdotte dalle specifiche caratteristiche delle telecamere 15 utilizzate. In alternativa o in aggiunta, la posizione e l'orientamento calcolato di ciascuno marker 40 rispetto allo HMD 10 viene filtrato nel tempo per rimuovere eventuale rumore.

25 Viene quindi selezionato un marker 40 principale, ad esempio il marker 40 con la migliore visibilità nelle immagini A+ e A- acquisite o il marker 40 avente un codice identificativo predefinito, e sono calcolate, preferibilmente, tramite rototraslazioni– ossia operazioni matriciali di trasformazione omogenea – che legano la posizione di ciascun marker 40 alla posizione del marker 40 principale  
30 (blocco 908).

In una forma di realizzazione preferita, le rototraslazioni che legano la posizione di ciascun marker 40 al marker 40 principale, sono calcolate per ogni posizione dei marker 40 determinata attraverso l'analisi di coppie di immagini A+ e A- acquisite in istanti di tempo successivi. Le rototraslazioni calcolate per ciascun

marker 40 vengono poi mediate nel tempo in modo da ottenere un'unica rototraslazione per ciascun marker 40 rispetto al marker 40 principale.

Riassumendo, la procedura di allineamento permette di identificare e, vantaggiosamente, memorizzare una rispettiva relazione di rototraslazione che  
5 lega il marker principale 40 e ciascuno dei marker 40 secondari (come rappresentato schematicamente da una freccia tratteggiata in Figura 7 dove le terne vettoriali centrate sui marker 40 rappresentano rispettivi sistemi di riferimento centrati su ciascun marker 40 e le frecce rappresentano le operazioni di rototraslazione che legano i marker 40 secondari al marker 40 principale).

10 Diversamente, la procedura di boresighting, o puntamento, della fase di calibrazione stabilisce una legge di compensazione tra la posizione del modulo GNSS 20 e la posizione effettiva dello HMD 10 – rispetto al sistema di riferimento globale – e, quindi, permette di calcolare una riproduzione ottimale di immagini visualizzate sullo HMD 10 in base alle misure fornite dal modulo GNSS 20. Nella  
15 forma di realizzazione preferita, legge di compensazione è definita identificando una relazione di rototraslazione tra il sistema di riferimento relativo associato al marker 40 di riferimento e il sistema di riferimento globale associato al modulo GNSS 20.

Con particolare riferimento alle Figure 8a e 8b, inizialmente il veicolo 5, in  
20 particolare il modulo GNSS 20, è posizionato a una distanza predeterminata  $d$  e con un orientamento noto da un oggetto di allineamento, o world point di puntamento WPR, ad esempio un oggetto fisico reale (blocco 909). La posizione di puntamento PWR associata al world point di puntamento WPR è quindi nota. La Richiedente ha individuato che un segmento rettilineo può essere utilizzato  
25 come world point di puntamento WPR e consentire un puntamento preciso del sistema 1. Tuttavia, la Richiedente ha rilevato che una figura poligonale e/o un oggetto tridimensionale permettono a un utente di completare la procedura di puntamento con maggiore semplicità.

La posizione di puntamento PWR e la posizione del veicolo PG misurata dal  
30 modulo GNSS 20 sono utilizzate per determinare una corrispondente immagine di puntamento (bidimensionale) ARR da riprodurre sul visore 11 dello HMD 10 (blocco 911).

Preferibilmente, l'immagine di puntamento ARR ha una sagoma tale da

corrispondere al world point di puntamento WPR visto attraverso lo HMD 10.

La posizione di visualizzazione PAR sullo HMD 10 dell'immagine di puntamento ARR corrisponde a una posizione di puntamento virtuale PVP associata a un corrispondente oggetto virtuale, o virtual point di puntamento VPR. Il virtual point di puntamento VPR è una replica virtuale del world point di puntamento WPR, mentre la posizione di puntamento virtuale PVR è una replica – nel sistema di riferimento relativo dello HMD 10 – della posizione di puntamento PWR calcolata sulla base della posizione del veicolo fornita dal modulo GNSS 20.

10 A causa delle differenti posizioni del modulo GNSS 20 e dello HMD 10, in generale, l'immagine di puntamento ARR non risulterà sovrapposta al world point di puntamento WPR. Pertanto, la procedura di boresighting prevede che l'immagine di puntamento ARR sia traslata lungo il visore 11 dello HMD 10 fino a quando l'immagine bidimensionale ARR – in una nuova posizione di visualizzazione PAR' – si sovrappone al world point di puntamento WPR –  
15 visibile attraverso il parabrezza 53 del veicolo 5 (blocco 913). Ad esempio, l'unità di elaborazione 30 può essere configurata per permettere a un utente di spostare l'immagine di puntamento ARR, ad esempio tramite un'interfaccia utente (non illustrata) dell'unità di elaborazione 30 o tramite un'interfaccia utente di un  
20 dispositivo connesso all'unità di elaborazione (ad esempio lo stesso HMD 10, oppure un personal computer, uno smartphone, un tablet, un computer di bordo del veicolo 5, ecc.).

La traslazione sul visore 11 dello HMD 10 che porta alla sovrapposizione tra l'immagine di puntamento ARR e world point di puntamento WPR è, quindi,  
25 elaborata per determinare una legge di compensazione in grado di compensare una discrepanza – o offset – tra l'immagine di puntamento ARR e il world point di puntamento WPR (blocco 915).

Ad esempio, la legge di compensazione può essere definita da una matrice di compensazione basata su una relazione di rototraslazione tra la posizione di puntamento virtuale PVR – associata al virtual point di puntamento VPR cui  
30 corrisponde l'immagine di puntamento ARR – e la posizione di allineamento PWR – associata al world point di riferimento WPR.

Infatti, la procedura di boresighting, permette determinare in modo semplice e

efficace una relazione di rototraslazione tra la posizione del modulo GNSS 20 e la posizione dello HMD 10, identificabile grazie al rilevamento di almeno uno dei marker 40 – ossia un elemento di riferimento solidale al veicolo 5. In altre parole, la relazione di rototraslazione mette in relazione la posizione del modulo GNSS  
5 20 con la posizione di almeno un marker 40 situato in una posizione statica all'interno dell'abitacolo 51 del veicolo. Questo permette di definire in modo preciso e accurato l'effettiva posizione dello HMD 10 nel sistema di coordinate globali utilizzato dal modulo GNSS 20.

Riassumendo, la legge di compensazione permette di correggere l'errore  
10 introdotto dalla differente posizione globale dello HMD 10 attraverso cui l'utente osserva l'ambiente e la posizione globale rilevata dal modulo GNSS 20. Applicando, la legge di compensazione è possibile correggere la posizione di riproduzione di una qualsiasi immagine sullo HMD 10 in modo che corrisponda a un relativo world point WPR a prescindere dagli spostamenti dello HMD 10  
15 all'interno dell'abitacolo 51 dovuti, ad esempio, agli spostamenti del capo dell'utente che indossa lo HMD 10.

Completata la fase di calibrazione, in una fase operativa del metodo 900 il sistema 1 è in grado di riprodurre in tempo reale sullo HMD 10 una o più immagini AR1-3 associate a corrispondenti world point WP1-3 posizionandole con elevata  
20 accuratezza e precisione sul visore 11 dello HMD 10 (come illustrato schematicamente in Figura 9).

Inizialmente, è determinata la posa dello HMD 10 rispetto ai marker 40 (blocco 917). In altre parole, è determinata una posizione relativa dello HMD 10 rispetto al marker 40, il quale è montato all'interno del veicolo 5 e solidale allo stesso.

25 In una forma di realizzazione preferita, è eseguito il calcolo della posa di ciascuna telecamera 15 rispetto a ciascun marker 40 riconosciuto. In altre parole, si acquisiscono coppie di immagini A+ e A- tramite le telecamere 15 per identificare la posizione relativa tra telecamere 15 e marker 40.

Ad esempio, la posa di ciascuna telecamera 15 rispetto a un marker 40 può essere  
30 identificata, attraverso un algoritmo basato su quanto descritto in F. Ababsa, M. Malle, "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, pp. 431-435, 2004. In aggiunta o in

alternativa, l'algoritmo configurato per identificare la posa delle telecamere può essere basato sugli insegnamenti contenuti in Madjid Maldi, Jean-Yves Didier, Fakhreddine Ababsa, Malik Mallem: "*A performance study for camera pose estimation using visual marker-based tracking*", pubblicato in Machine Vision and Application, Volume 21, Issue 3, pagine 265-376, anno 2010, e/o in Francisco J. Romero-Ramirez, Rafael Munoz-Salinas, Rafael Medina-Carnicer: "*Speeded Up Detection of Squared Fiducial Markers*" pubblicato in Image and Vision Computing, Volume 76, anno 2018.

Successivamente, le misure di rotazione e traslazione sono combinate – ad esempio, tramite un opportuno algoritmo che implementa operazioni di media e/o correlazione – per ottenere corrispondenti misure di rotazione e orientamento dello HMD 10 rispetto a ciascuno dei marker 40 identificati.

Vantaggiosamente, le relazioni di rototraslazione tra marker 40 secondari e marker 40 principale determinate nella fase di calibrazione sono applicate alle pose dello HMD 10 calcolate rispetto ai marker 40 secondari in modo da ottenere un insieme di pose dello HMD 10 tutte riferite al marker 40 principale, le quali sono poi combinate tra loro – ad esempio, tramite un opportuno algoritmo che implementa operazioni di media e/o correlazione – in modo da ottenere una posa combinata dello HMD 10 rispetto al marker 40 principale, la quale risulta particolarmente precisa. In altre parole, sono determinati l'orientamento e la posizione dello HMD 10 rispetto al marker 40 principale, ossia rispetto a un sistema di riferimento relativo.

Inoltre, uno o più marker 40 identificati possono essere usati per definire forma ed estensione di una regione di riproduzione R del visore 11 in cui saranno visualizzate immagini, ad esempio in modo che le immagini risultino visualizzate sovrapposte al parabrezza 53 del veicolo 5 o una porzione di esso (come illustrato schematicamente nelle Figure 4a e 4b).

Di seguito, o in parallelo, è rilevata la posizione del veicolo PG attraverso il modulo GNSS 20 (blocco 919).

La posizione del veicolo PG è quindi modificata applicando la legge di compensazione definita durante la fase di calibrazione in modo da determinare la posizione dello HMD 10 rispetto al sistema di riferimento globale (blocco 921 e Figura 2).

Nella forma di realizzazione preferita, la posizione del veicolo PG è modificata tramite la relazione di rototraslazione determinata durante la procedura di puntamento, permettendo di convertire la posizione relativa dello HMD 10 determinata rispetto al marker 40 principale in una posizione riferita al sistema di riferimento globale – ad esempio, coordinate geografiche.

In altre parole, grazie alla legge di compensazione si determinano in tempo reale la posizione e orientamento dello HMD 10 rispetto al sistema di riferimento globale.

In base all'orientamento definito dalla posa dello HMD 10 è determinato un volume di vista VOL, ossia il volume di spazio compreso nel campo di vista FOV dello HMD 10 (blocco 923). Preferibilmente, il volume di vista VOL (illustrato schematicamente in Figura 2) si estende entro una distanza – ossia una profondità del campo di vista FOV – prefissata da una posizione attuale dello HMD 10 – eventualmente, modificata in base a parametri acquisiti dalla IMU 6 e/o dalla sensoristica del veicolo 5 come la velocità e/o accelerazione del veicolo 5.

Successivamente, è verificato se una o più delle posizioni di interesse PW0-3 dei world point WP0-3 memorizzati nell'area di memoria 31 sono comprese nel volume di vista VOL (blocco 925).

Per ciascuna posizione di interesse PW1-3 compresa nel volume di vista VOL, è calcolata una corrispondente posizione di visualizzazione PA1-3 tale per cui l'utente che indossa il visore vede ciascuna immagine AR1-3 in corrispondenza del rispettivo world point WP1-3 (blocco 927). Vantaggiosamente, la forma e altre caratteristiche delle immagini AR1-3 possono essere basate su informazioni – ad esempio, informazioni geometriche – relative al corrispondente world point WP0-3 – preferibilmente, contenute nell'area di memoria 31 associate alle posizioni di interesse PW0-3.

Le immagini AR1-3 sono quindi riprodotte sullo HMD 10 ciascuna nella corrispondente posizione di visualizzazione PA1-3. Preferibilmente, ciascuna immagine AR1-3 è riprodotta se compresa nella regione di riproduzione R del visore 11 sovrapposta al parabrezza 53 del veicolo.

Ad esempio, le immagini AR1-3 possono essere generate in modo da essere visualizzate nelle rispettive posizioni di visualizzazioni PA1-3 corrispondenti ad

altrettante posizioni di interesse PW1-3 implementando un algoritmo analogo della funzione 'worldToImage' del *Computer Vision Toolbox*<sup>TM</sup> compreso nel prodotto software *MATLAB*<sup>®</sup> e descritta in "*Computer Vision Toolbox*<sup>TM</sup> Reference" revisione per versione 9.0 (Release R2019a), marzo 2019 di The MathWorks, Inc.

- 5 Inoltre, il metodo 900 prevede di modificare l'immagine bidimensionale AR, associata a un world point WP1-3 (ad esempio, tramite variazioni di scala, prospettiche, ecc.), in funzione del tempo e/o della distanza tra la posizione dello HMD 10 e tale world point WP1-3 (blocco 929). In altre parole, è previsto un
- 10 inseguimento o tracking di ciascun world point WP1-3 finché è compreso nel volume di vista VOL in funzione del movimento del veicolo 5 (ad esempio, stimato in base al variare della posizione del veicolo 5). Inoltre, è previsto di modificare dinamicamente la forma e/o la posizione delle immagini AR1-3 riprodotte sullo HMD 10 in modo che ciascuna delle immagini AR1-3 risulti correttamente associata al corrispondente world point WP1-3.
- 15 In altre parole, durante la fase operativa il metodo 900 consente di riprodurre sullo HMD 10 immagini bidimensionali (come traiettorie di guida, limiti di velocità, informazioni riguardo a condizioni stradali, atmosferiche e/o relative a punti di interesse compresi nel FOV, come città, edifici, monumenti, esercizi commerciali, ecc.) che si integrino in modo preciso e affidabile con quanto visibile
- 20 nel campo visivo FOV dell'utente che indossa lo HMD 10. Vantaggiosamente, il metodo 900 è configurato per modificare in tempo reale forma e posizione di visualizzazione delle immagini AR1-3 riprodotte per adattarsi a variazioni di posizione sia del veicolo 5 sia dello HMD 10.

L'invenzione così concepita è suscettibile di numerose modifiche e varianti tutte rientranti nell'ambito della presente invenzione quale risulta dalle rivendicazioni

25 allegate.

Ad esempio, in una forma di realizzazione, l'unità di elaborazione 30 è configurata per sfruttare le misure acquisite dalla IMU e/o dalla sensoristica del veicolo 5 in modo da aumentare una precisione di posizionamento delle

30 immagini sullo HMD 10 e/o fornire immagini contenenti informazioni più dettagliate e/o aggiuntive.

Eventualmente, durante la procedura di puntamento, può essere prevista anche la possibilità di scalare l'immagine di puntamento ARR in modo da garantire una

sovrapposizione ottimale tra quest'ultima e il world point di riferimento. In questo caso, anche l'operazione di scala dell'immagine di puntamento ARR può essere considerata nel valutare la discrepanza tra l'immagine di puntamento ARR e il world point di riferimento WPR.

- 5 Inoltre, nulla vieta di automatizzare il passo di sovrapposizione tra immagine di puntamento ARR e world point di puntamento WPR durante la procedura di boresighting. Ad esempio, l'unità di elaborazione 30 può essere configurata per identificare il world point di puntamento WPR quando inquadrato nel campo di vista FOV dello HMD 10 e quindi sovrapporre l'immagine di puntamento ARR  
10 al world point di puntamento WPR automaticamente o determinare direttamente la discrepanza tra immagine di puntamento ARR al world point di puntamento WPR automaticamente applicando uno o più opportuni algoritmi.

In una forma di realizzazione, il metodo 900 prevede un accesso periodico al database 7 di dati GNSS al fine di verificare la presenza di nuovi world point in un'area geografica di interesse, ad esempio nel volume di vista.  
15

Come sarà evidente, dopo la procedura di allineamento sopra descritta il sistema 1 può essere configurato per operare utilizzando un qualsiasi numero di marker 40. Ad esempio, una coppia di marker 40 oppure un solo marker 40 può essere usato per determinare la posa dello HMD 10 durante fase operativa del metodo  
20 900. Questo permette di regolare il carico computazionale necessario al sistema 1 per fornire assistenza alla guida in tempo reale, con una migliore responsività generale del sistema 1 a variazioni dovute al movimento del veicolo 5 e/o dei world point WP0-3. Inoltre, questo permette di regolare un rapporto tra precisione di individuazione della posa dello HMD 10 e carico computazionale  
25 richiesto all'unità di elaborazione 30.

In una forma di realizzazione, per ciascun world point WP1-3 da visualizzare il metodo 900 prevede definire un virtual point relativo rispetto ad almeno un marker 40 identificato. Nel caso siano identificati uno o più marker secondari è applicata la relazione di rototraslazione ai virtual point relativi calcolati rispetto  
30 ai marker secondari in modo da ridefinire tali virtual point relativi rispetto al marker principale. Un virtual point definitivo è determinato combinando tutti virtual point relativi riferiti al marker principale – preferibilmente, tramite un opportuno algoritmo comprendente, ad esempio, operazioni media e/o correlazione. Il virtual point definitivo è poi convertito in una corrispondente

immagine da visualizzare applicando la legge di compensazione in modo da correggere la posizione del virtual point nell'immagine definita nel sistema di riferimento bidimensionale della superficie del visore 11 dello HMD 10.

5 In una forma di realizzazione non illustrata, quando un world point, ad esempio il world point WP0 in Figura 2, non è compreso nel volume di vista VOL è possibile prevedere che un corrispondente indicatore virtuale – ad esempio, una freccia – sia visualizzato sullo HMD 10 – ad esempio, riprodotto in corrispondenza del bordo della regione di riproduzione R – con una punta rivolta verso la posizione del corrispondente world point WP0. In aggiunta alla freccia,  
10 possono essere riprodotte altre informazioni riguardo il world point WP0 al di fuori della regione di riproduzione R, come un nome del world point WP0, una distanza, ecc.

In una forma di realizzazione alternativa, le immagini AR possono essere riprodotte con colori falsati in base alla distanza dal veicolo 5, una pericolosità  
15 per la guida associata al relativo world point e/o per veicolare altre informazioni.

Nulla vieta di implementare e/o omettere uno o più passi opzionali del metodo 900 così come nulla vieta di eseguire due o più passi in parallelo o in un ordine differente.

Uno o più dettagli implementativi sono, inoltre, sostituibili da altri elementi  
20 tecnicamente equivalenti.

Ad esempio, in aggiunta o in alternativa a marker ArUco 30, possono essere usati altri elementi di riferimento 30 come uno o più Data Matrix, QRcode, e/o altre tipologie di elementi di riferimento.

Naturalmente, è possibile prevedere disposizioni alternative dei marker 40 anche  
25 composte da un numero differente (maggiore o minore) di marker 40; infine, nulla vieta di disporre un singolo marker 40 per implementare il metodo 900 sopra descritto.

Inoltre, i marker 40 possono essere disposti in posizioni aggiuntive e/o alternative. Ad esempio, uno o più marker 40 possono essere posizionati in  
30 corrispondenza di uno dei finestrini o sul lunotto posteriore del veicolo 5 al fine di permettere la riproduzione di immagini di realtà aumentata posizionate correttamente anche quando l'utente sposta lo sguardo verso gli stessi.

Preferibilmente, sebbene non limitativamente, i marker 40 sono realizzati in sulla base degli insegnamenti contenuti in Francisco J. Romero-Ramirez, Rafael Muñoz-Salinas, Rafael Medina-Carnicer: "*Speeded up detection of squared fiducial markers*" pubblicato in Image and Vision Computing, volume 76, pagine 38-47, anno 2018; in S. Garrido-Jurado, R. Muñoz Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, R. Medina-Carnicer: "*Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming*" pubblicato in Pattern Recognition volume 51, pagine 481-491, anno 2016, e/o in Garrido-Jurado, Sergio, et al.: "*Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion*" pubblicato in Pattern Recognition, volume 47, numero 6, pagine 2280-2292, anno 2014.

Inoltre, sebbene nella forma di realizzazione esemplare sopra descritta si sia indicato che la legge di compensazione è applicata alla posizione – globale – rilevata dal modulo GNSS 20, nulla vieta di definire una corrispondente legge di compensazione applicabile alla posizione - relativa – dello HMD 10 all'interno del veicolo 5 determinata in base ai marker 40.

In aggiunta, nulla vieta di identificare posizione e orientamento dello HMD 10 attraverso due operazioni separate, eseguibili in sequenza e/o in parallelo, anziché attraverso un'unica operazione come descritto sopra.

Sebbene la Richiedente abbia individuato che l'utilizzo dei marker 40 risulti particolarmente vantaggioso, nulla vieta di implementare metodi alternativi in cui la posizione e l'orientamento dello HMD rispetto al parabrezza e/o altri elementi dell'abitacolo sono identificati in modo differente, ad esempio tramite l'utilizzo di video e/o fotocamere puntate sul pilota e/o uno o più sensori di movimento montati sullo HMD.

Il sistema 1 può essere fornito come un kit di componenti da assemblare all'interno dell'abitacolo di un veicolo. In dettaglio, il kit comprende almeno un'unità di elaborazione 30, un modulo GNSS 20 dedicato – o, in alternativa, un elemento di connessione cablata e/o wireless tra unità di elaborazione a un modulo GNSS del veicolo e un HMD 10, preferibilmente, comprendente due telecamere 10, e collegabile all'unità di elaborazione. In alternativa, l'unità di elaborazione 30 può essere configurata per operare con uno o più HMD disponibili commercialmente (ad esempio, Microsoft HoloLens). Quindi una o più versioni del kit non comprendono necessariamente un HMD.

In alternativa, nulla vieta di integrare l'unità di elaborazione 30 nel veicolo 5 o in un dispositivo utente collegabile al veicolo (smartphone, tablet, computer, ecc.) o di istanziare un prodotto software configurato per implementare il metodo 900 in unità di elaborazione del veicolo 5 o del dispositivo utente.

- 5 Inoltre, i collegamenti tra gli elementi del sistema 1 – in particolare, tra l'unità di elaborazione 30 e lo HMD 10 – possono essere sia di tipo cablato sia, preferibilmente, wireless. Allo stesso modo, il collegamento con gli elementi del sistema 1 e altri elementi – ad esempio, tra l'unità di elaborazione 30 e IMU, l'ECU (non illustrata) del veicolo 5, il sistema di infotainment (non illustrato) del veicolo
- 10 5, ecc. – possono essere sia di tipo cablato, sia wireless.

In conclusione, i materiali impiegati, nonché le forme e le dimensioni contingenti, potranno essere qualsiasi secondo le specifiche esigenze implementative senza per questo uscire dall'ambito di protezione delle seguenti rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

1. Metodo (900) di assistenza alla guida di un veicolo (5) implementato da un sistema (1) comprendente un HMD (10), e un modulo di posizionamento (20) montato sul veicolo (5), il metodo (900) comprendendo i passi di:
- 5 - rilevare (919) una posizione del veicolo mediante il modulo di posizionamento (20);
- determinare (921) una posizione dello HMD (10) applicando una legge di compensazione alla posizione del veicolo;
- sulla base della posizione dello HMD (10), determinare (923) un volume di vista (VOL) corrispondente a un volume di spazio compreso nel campo di vista (FOV) dello HMD (10);
- 10 - confrontare (925) un insieme di posizioni comprese nel volume di vista (VOL) con almeno una posizione di interesse (PW1-3) associata a un oggetto d'interesse (WP1-3) memorizzata in un'area di memoria (31) del sistema (1), e
- 15 - nel caso in cui uno o più posizioni di interesse (PW1-3) si trovino nel volume di vista (VOL), calcolare (927) una posizione di visualizzazione (PA1-3) dello HMD (10) in cui visualizzare un'immagine (AR1-3) associata all'oggetto di interesse (WP1-3) e riprodurre sullo HMD (10) l'immagine (AR1-3) in detta posizione di visualizzazione (PA1-3), la posizione di visualizzazione (PA1-3) essendo tale che un'utente che indossa lo HMD (10) veda l'immagine (PA1-3) in
- 20 corrispondenza dell'oggetto di interesse (WP1-3).
2. Il metodo (900) secondo la rivendicazione 1, in cui il sistema (1) comprende ulteriormente un elemento di riferimento (40) disposto all'interno del veicolo (5), e
- 25 in cui il metodo ulteriormente prevede di:
- determinare (917) una posizione relativa dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40), detta posizione relativa essendo riferita a un sistema di riferimento relativo associato all'elemento di riferimento (40), e in cui il passo di rilevare (919) una posizione del veicolo mediante il modulo di
- 30 posizionamento (20) prevede di:
- rilevare la posizione del veicolo rispetto a un sistema di riferimento globale, e in cui il passo di determinare (921) una posizione dello HMD (10) applicando una legge di compensazione alla posizione del veicolo prevede di:
- 35 - applicare la legge di compensazione alla posizione del veicolo rilevata per

determinare una posizione globale dell'elemento di riferimento (40), detta posizione globale essendo riferita al sistema di riferimento globale, e

- convertire la posizione relativa dello HMD (10) in una corrispondente posizione globale in base alla posizione globale dell'elemento di riferimento (40).

5 3. Il metodo (900) secondo la rivendicazione 2, in cui il passo di determinare una posizione relativa dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40) prevede di:

- acquisire almeno un'immagine dell'elemento di riferimento (40) posto all'interno del veicolo (5), e

10 - calcolare la posizione relativa dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40) elaborando l'immagine acquisita.

4. Il metodo (900) secondo la rivendicazione 3, in cui lo HMD (10) comprende almeno due telecamere (15) disposte ai lati opposti di un visore (11) dello HMD (10), e in cui il passo di determinare (917) una posizione relativa dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40) prevede di:

15 - mediante ciascuna telecamera (15) dello HMD (10), acquisire una immagine dell'elemento di riferimento (40) posto all'interno del veicolo (5);

- calcolare una posizione relativa di ciascuna telecamera (15) rispetto all'elemento di riferimento (40) elaborando la rispettiva immagine acquisita;

20 - calcolare la posizione relativa dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40) combinando le posizioni relative delle telecamere (15).

5. Il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 4, in cui il sistema (1) comprende una pluralità di elementi di riferimento (40) di cui un elemento di riferimento selezionato opera da elemento di riferimento principale e gli altri elementi di riferimento operano da elementi di riferimento secondari, il metodo ulteriormente comprendendo il passo di:

25 - per ciascun elemento di riferimento secondario, calcolare (903-908) una relazione di riferimento corrispondente a una relazione di rototraslazione tra l'elemento di riferimento secondario e l'elemento di riferimento principale, e

30 in cui il passo di in cui determinare (917) una posizione relativa dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40) prevede di:

- calcolare la posizione relativa dello HMD (10) rispetto ad almeno due elementi di riferimento (40);

- applicare la relazione di rototraslazione alla posizione relativa dello HMD

(10) calcolati rispetto a ciascun elemento di riferimento secondario, e

- calcolare una posizione relativa combinata dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento principale combinando le posizioni relative calcolate rispetto agli almeno due elementi di riferimento.

5 6. Il metodo (900) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti da 2 a 5, in cui il passo di determinare (923) un volume di vista (VOL) prevede di:

- calcolare un orientamento dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40) elaborando l'almeno un'immagine acquisita, e

10 - determinare il campo di vista (FOV) dello HMD (10) in base alla posizione globale dello HMD (10) e all'orientamento dello HMD (10) rispetto all'elemento di riferimento (40).

7. Il metodo (900), secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti ulteriormente comprendente i passi di:

- selezionare (909) una posizione di puntamento (PWR);

15 - riprodurre (911) un'immagine di puntamento (ARR) in una posizione di visualizzazione (PAR) sullo HMD (10), detta posizione di visualizzazione (PAR) essendo calcolata in base alla posizione di puntamento (PWR) e alla posizione del veicolo;

20 - misurare (913) una discrepanza di posizione tra la posizione di puntamento (PWR) e la posizione di visualizzazione (PAR), e

- determinare (915) detta legge di compensazione sulla base di detta discrepanza.

25 8. Il metodo (900) secondo la rivendicazione 7, in cui misurare una discrepanza di posizione tra la posizione di puntamento (PWR) e la posizione di visualizzazione (PAR) prevede di:

- definire una relazione di rototraslazione tra una posizione di puntamento virtuale (PVR) e la posizione di puntamento (PWR), detta posizione di puntamento virtuale (PVR) corrispondendo alla proiezione della posizione di visualizzazione (PAR) in un sistema di riferimento tridimensionale, e

30 determinare detta legge di compensazione prevede di:

- utilizzare detta relazione di rototraslazione per determinare detta legge di compensazione.

9. Il metodo (900) secondo la rivendicazione 8, in cui nella posizione di puntamento (PW) è situato un oggetto di puntamento, e

in cui definire una relazione di rototraslazione prevede di:

- orientare lo HMD (10) in modo da comprendere nel campo di vista (FOV) dello HMD (10) l'oggetto di puntamento;
- traslare l'immagine di puntamento (ARR) visualizzata sullo HMD (10) fino a ottenere una sovrapposizione dell'immagine di puntamento (ARR) con l'oggetto di puntamento (WPR) nella posizione di puntamento (PWR), e
- convertire detta traslazione dell'immagine di puntamento (ARR) in un sistema di riferimento bidimensionale in una traslazione e una rotazione della posizione di puntamento virtuale (PVR) nel sistema di riferimento tridimensionale.

10. Il metodo (900) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, ulteriormente comprendente il passo di:

- acquisire informazioni di movimento del veicolo (5) e, in cui il passo di riprodurre sullo HMD (10) un'immagine associata all'oggetto di interesse prevede di:
- modificare l'immagine in funzione del movimento del veicolo (5) e del tempo.

11. Sistema (1) di assistenza alla guida di un veicolo (5) comprendente:

- un HMD (10);
- un modulo di posizionamento (20) montato sul veicolo configurato per rilevare una posizione del veicolo,
- un'area di memoria (31) in cui è memorizzata almeno una posizione di interesse associata a un oggetto di interesse, e
- un'unità di elaborazione (30) operativamente connessa al modulo di posizionamento (20), allo HMD (10), e configurata per implementare il metodo (900) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

12. Il sistema (1) secondo la rivendicazione 11, ulteriormente comprendente:  
- almeno un elemento di riferimento (40) posizionabile all'interno del veicolo (5).

13. Il sistema secondo la rivendicazione 11 o 12, in cui l'unità di elaborazione (30) è operativamente connessa ad almeno uno tra:

- un BUS (55) di comunicazione del veicolo (5), e
  - un'unità di misura inerziale (6),
- per acquisire informazioni sul veicolo (5).

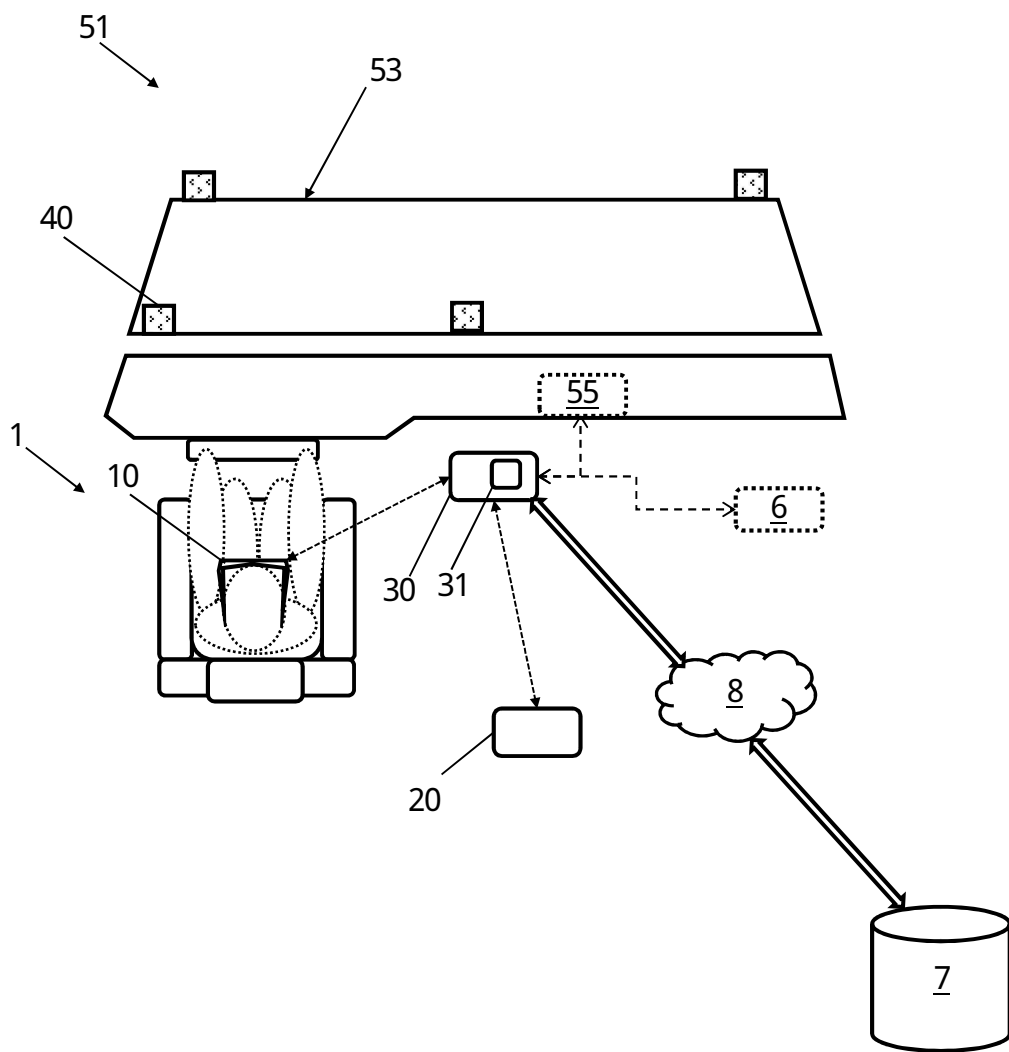


Fig.1

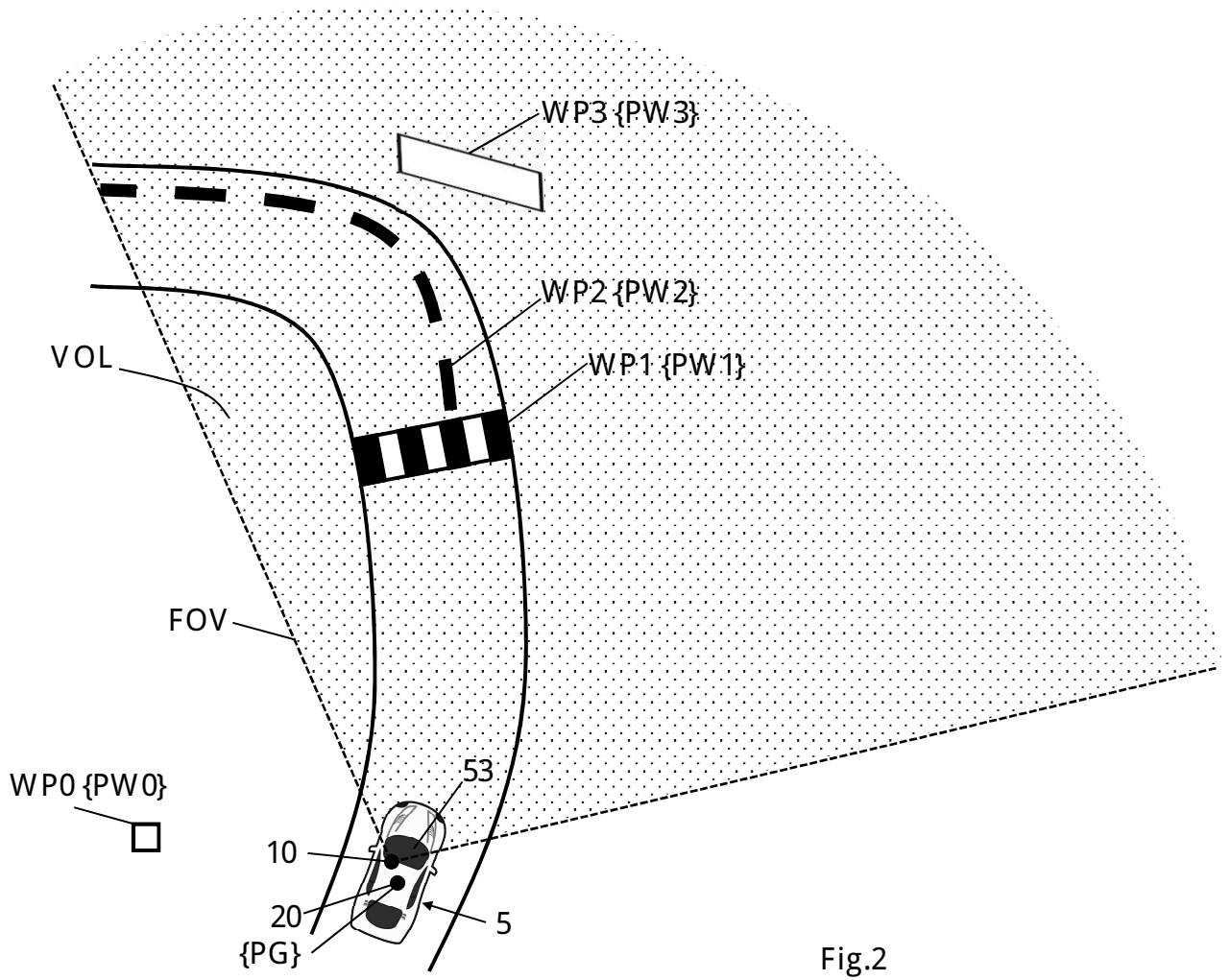


Fig.2

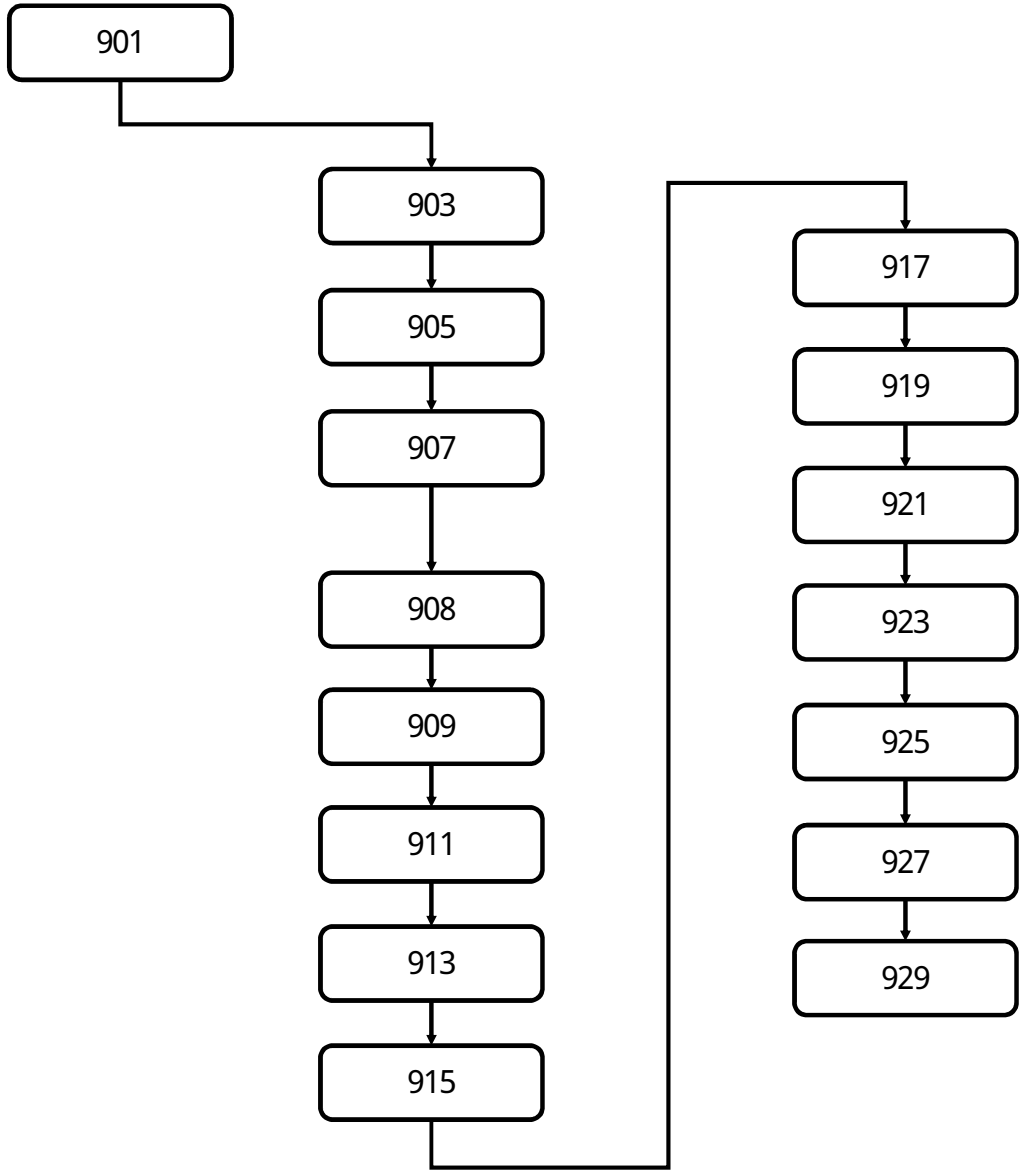
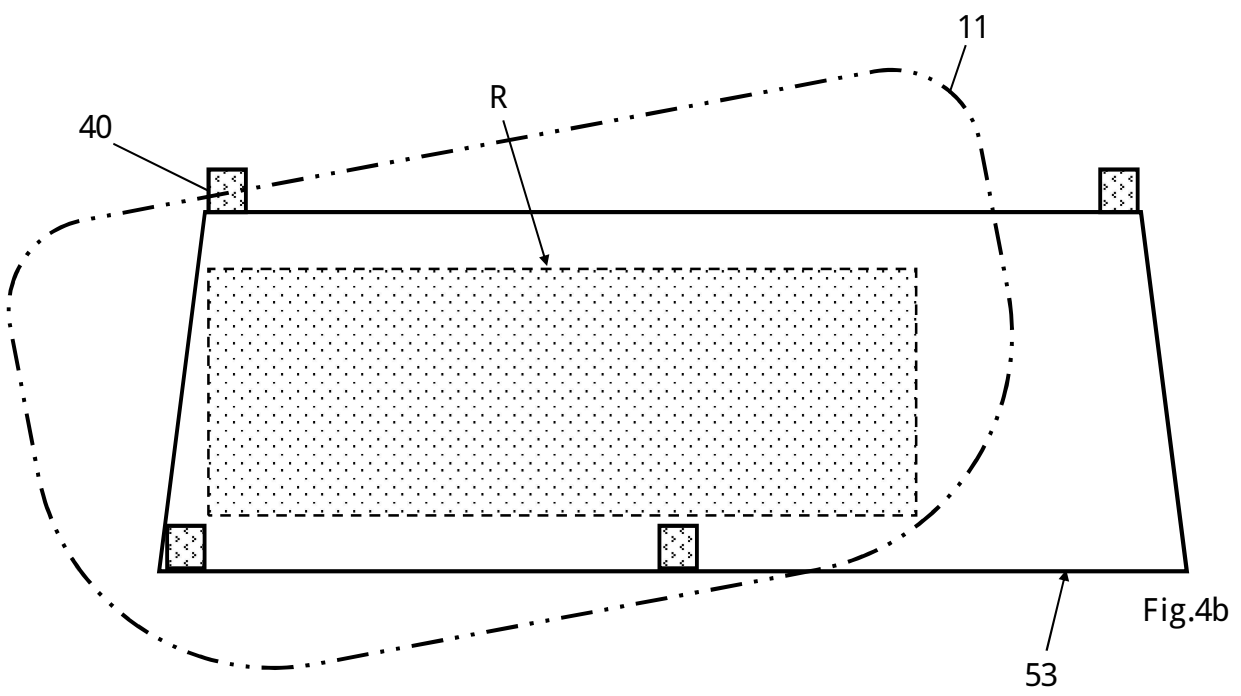
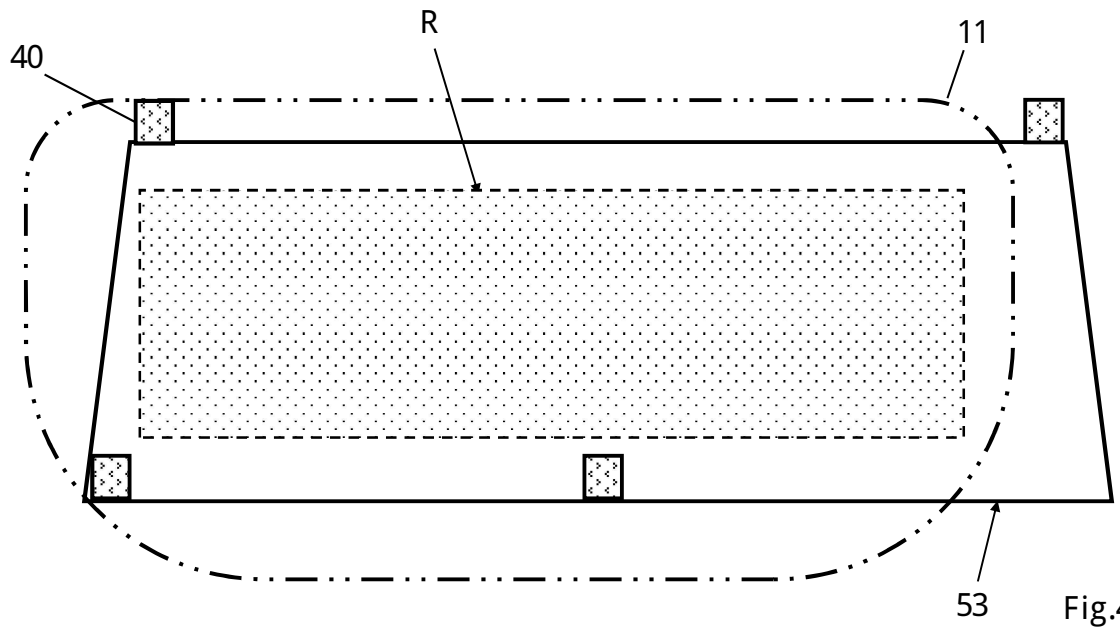
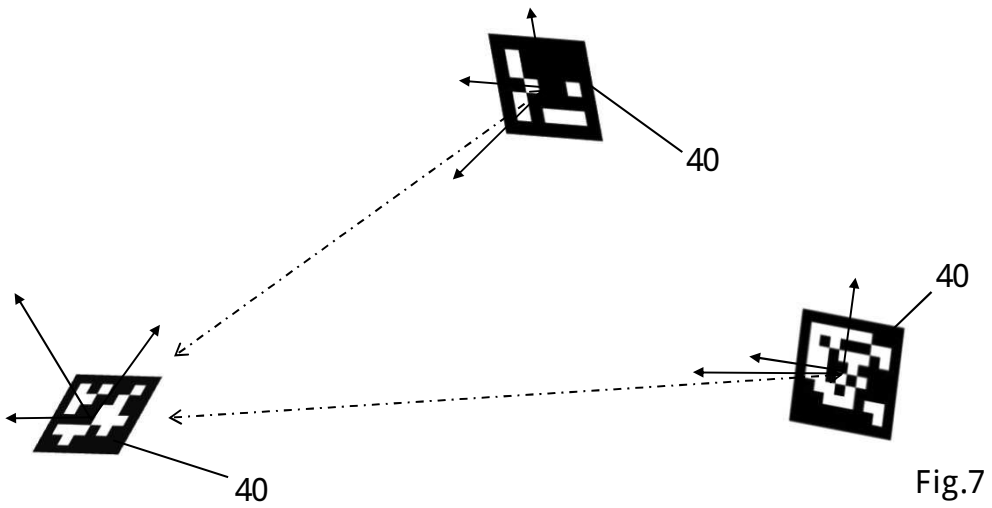
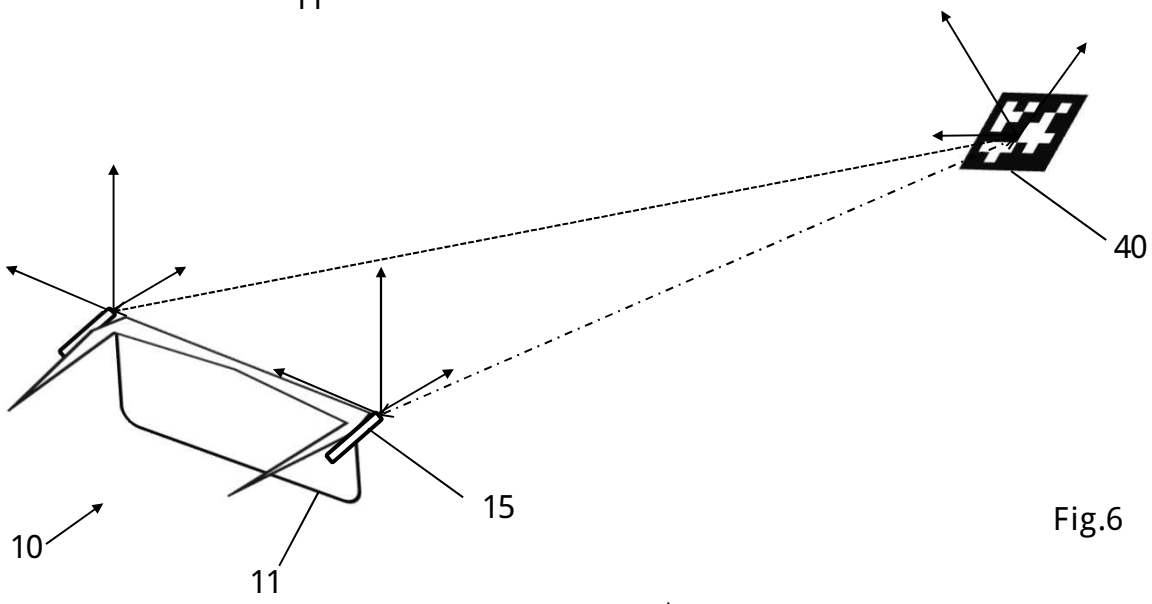
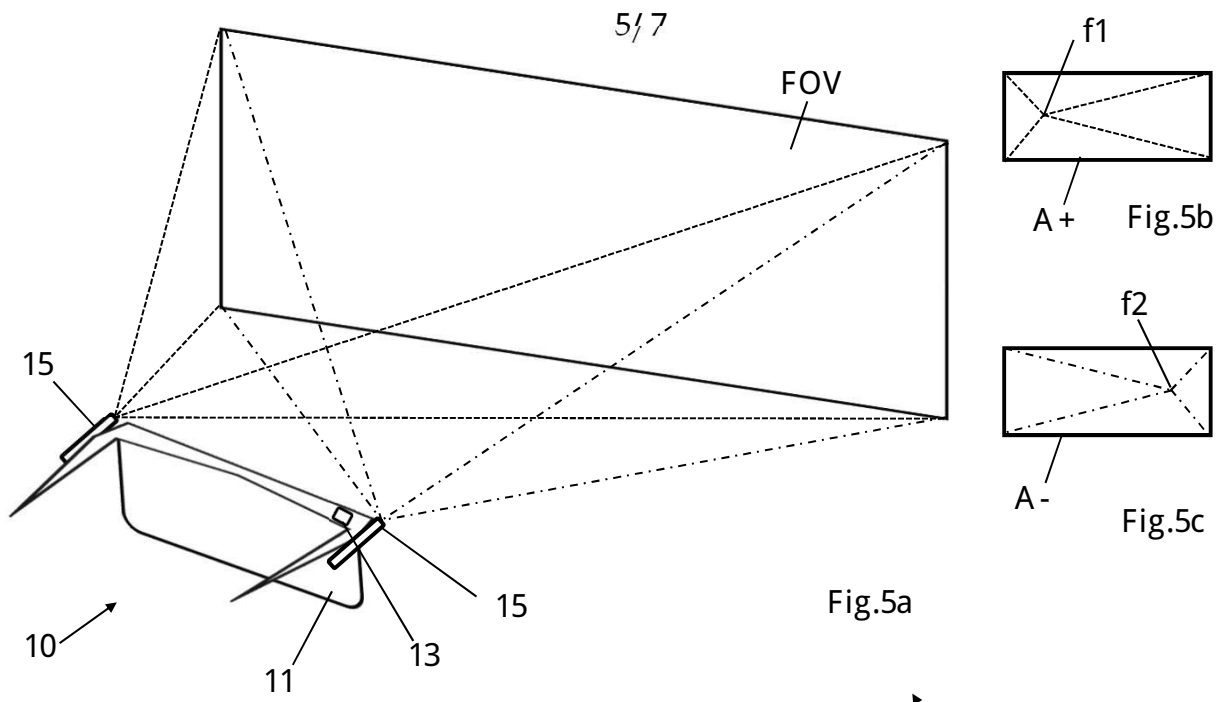


Fig.3





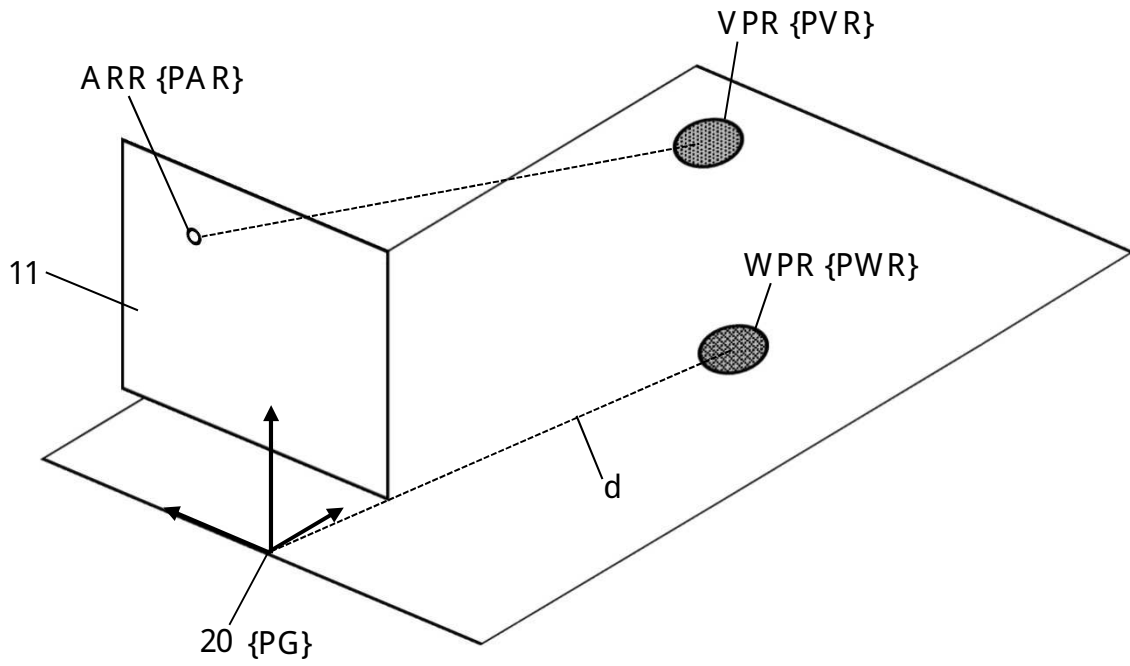


Fig.8a

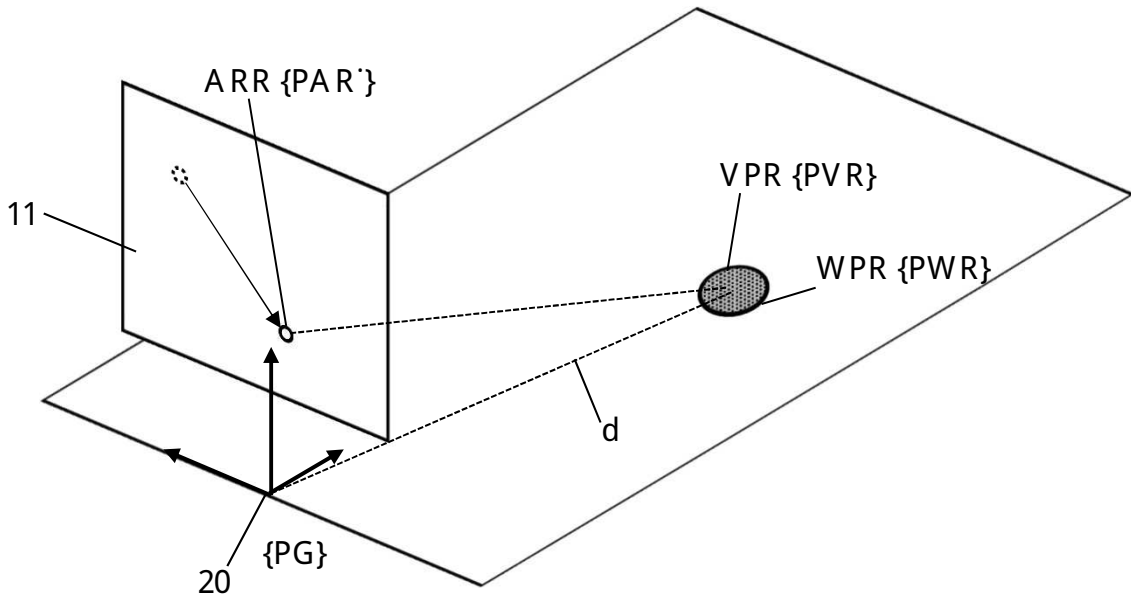


Fig.8b

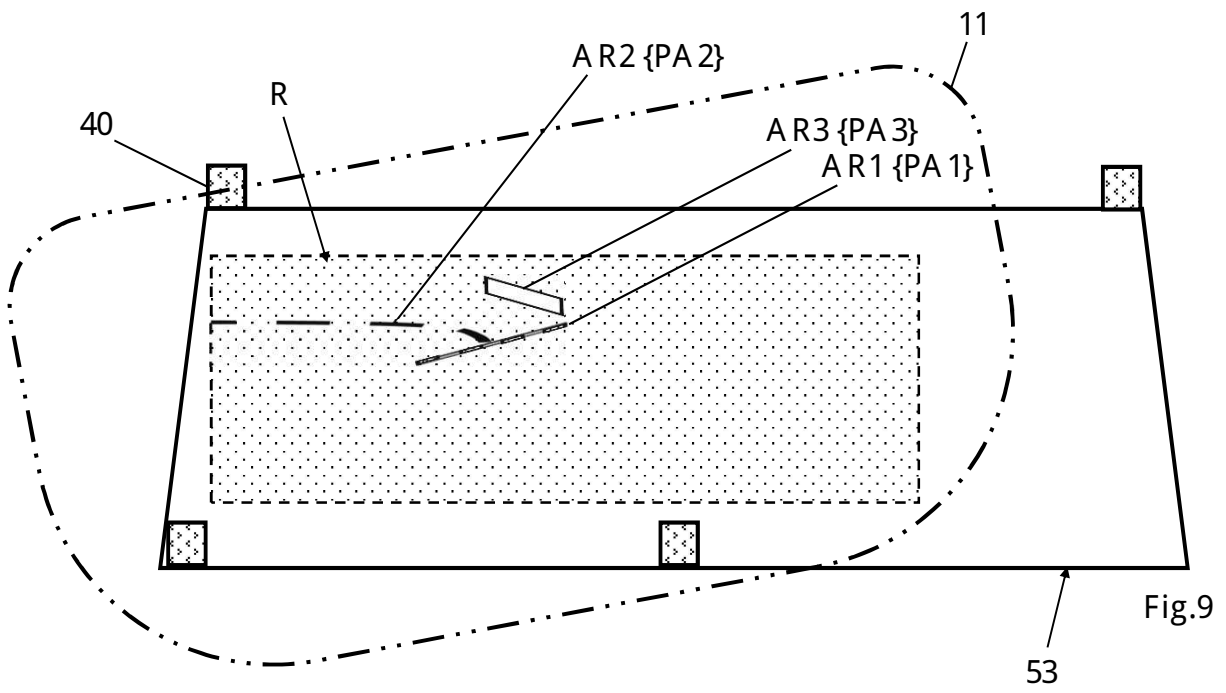


Fig.9