



*Ministero delle Imprese e del Made in Italy*  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHE

# UIBM

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b> | <b>102023000007002</b> |
| <b>Data Deposito</b>                | <b>12/04/2023</b>      |
| <b>Data Pubblicazione</b>           | <b>12/10/2024</b>      |

### Classifiche IPC

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| B       | 66     | F           | 9      | 06          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| B       | 66     | F           | 9      | 075         |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| G       | 01     | C           | 21     | 20          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| G       | 01     | C           | 21     | 30          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| G       | 05     | D           | 1      | 02          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| G       | 08     | G           | 1      | 01          |

| Sezione | Classe | Sottoclasse | Gruppo | Sottogruppo |
|---------|--------|-------------|--------|-------------|
| G       | 08     | G           | 1      | 13          |

### Titolo

SISTEMA DI LOCALIZZAZIONE PER VEICOLI INDUSTRIALI

Descrizione di Brevetto per Invenzione Industriale avente per titolo:  
**“SISTEMA DI LOCALIZZAZIONE PER VEICOLI INDUSTRIALI”**.

A nome: **ROBOPTICA S.r.l.**, una società costituita ed esistente secondo la legge italiana, avente sede in 41049 SASSUOLO (MO).

Inventori designati: **LUGLI Matteo, MILAZZO Salvatore**.

### **DESCRIZIONE**

La presente invenzione si riferisce ad un sistema di localizzazione per veicoli industriali.

Come noto, la localizzazione di veicoli industriali è un problema di fondamentale rilevanza per la gestione delle flotte e per la tracciabilità delle movimentazioni all'interno degli stabilimenti industriali.

Infatti, veicoli come carrelli elevatori, navette e carri sono impiegati per lo spostamento di cose o persone sia in piazzali all'aperto sia all'interno di edifici.

La soluzione attualmente più affidabile per conoscere in tempo reale la posizione di un veicolo è quella che prevede di montare a bordo un dispositivo di Global Navigation Satellite System (GNSS), il quale intercetta i segnali elettromagnetici da una o più costellazioni satellitari e fornisce la posizione del veicolo in coordinate geografiche.

Tuttavia, la radiazione elettromagnetica dei satelliti risulta fortemente degradata o addirittura assente all'interno degli edifici, rendendo inefficace l'utilizzo di tale sistema.

Per risolvere il problema della localizzazione di veicoli in ambienti interni sono state introdotte diverse soluzioni, ognuna basata su una specifica

tecnologia di riferimento.

Ad esempio, è noto l'impiego di antenne UltraWideBand (UWB) installate a bordo veicolo e dispiegate all'interno dell'edificio per permettere di replicare il funzionamento di un GNSS in ambienti chiusi.

In alternativa, è noto l'utilizzo di dispositivi di Light Imaging, Detection, And Ranging (LIDAR) unitamente all'installazione di diversi punti di riferimento particolarmente riflettenti in posizioni adeguate.

In questo modo è possibile determinare la posizione del veicolo tramite le distanze dei riflettori rilevate dal dispositivo LIDAR.

Infine, sono diverse le soluzioni sviluppate per determinare la posizione di veicoli tramite l'ausilio di telecamere.

Ad esempio, sono note soluzioni che impiegano una telecamera montata in cima al veicolo e rivolta verso l'alto così da osservare il soffitto dello stabilimento, sul quale sono disposti opportuni marcatori, quali etichette o simili.

Inoltre, sono note soluzioni che impiegano una telecamera installata a bordo veicolo e rivolta verso il pavimento. Anche in questo caso sono installati a terra opportuni marcatori riconoscibili dal sistema.

Tuttavia, in tutte le soluzioni note descritte sopra è necessaria l'installazione e la manutenzione di un'adeguata infrastruttura di punti di riferimento, in quanto la posizione del veicolo viene determinata in funzione di tali riferimenti.

Necessariamente, questo richiede uno sforzo significativo da parte del fruitore del sistema.

Infatti, al momento dell'avvio del sistema è richiesto il dispiego di un elevato numero di dispositivi, sia attivi sia passivi, mentre durante il ciclo di vita è necessaria la loro costante manutenzione affinché il sistema non degradi le sue prestazioni.

Inoltre, in certe condizioni l'installazione di tali dispositivi è proibita o resa problematica dalle particolari configurazioni dell'ambiente.

Il compito principale della presente invenzione è quello di escogitare un sistema di localizzazione per veicoli industriali che consenta di superare i limiti esposti sopra per le soluzioni note, consentendo la localizzazione di un veicolo tramite riferimenti naturali presenti all'interno dell'ambiente, senza richiedere né un'installazione di riferimenti all'avvio né una loro successiva manutenzione.

Gli scopi sopra esposti sono raggiunti dal presente sistema di localizzazione per veicoli industriali secondo le caratteristiche descritte nella rivendicazione 1.

Altre caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, di un sistema di localizzazione per veicoli industriali, illustrata a titolo indicativo, ma non limitativo, nelle unite tavole di disegni in cui:

la figura 1 e la figura 2 illustrano un possibile veicolo industriale utilizzabile con il sistema di localizzazione secondo l'invenzione;

la figura 3 illustra un possibile ambiente industriale all'interno del quale la gestione dei veicoli industriali e dei materiali è effettuata mediante il sistema

di localizzazione secondo l'invenzione;

la figura 4 è uno schema a blocchi che illustra schematicamente il sistema di localizzazione secondo l'invenzione.

Con particolare riferimento a tali figure, si è indicato globalmente con 1 un sistema di localizzazione per veicoli industriali, impiegabile in particolare per la gestione della movimentazione di materiale all'interno di un'area industriale, del tipo di un magazzino o simili.

Il sistema di localizzazione 1 comprende mezzi di acquisizione 2 installati su di almeno un veicolo V industriale da localizzare e configurati per acquisire almeno un'immagine I dell'ambiente circostante al veicolo V e/o dati relativi alle distanze di oggetti rispetto al veicolo V.

I mezzi di acquisizione 2 sono opportunamente posizionati in modo da osservare l'ambiente circostante al veicolo V.

Secondo preferite forme di realizzazione, i mezzi di acquisizione 2 comprendono almeno uno tra una telecamera stereoscopica od un sistema LIDAR.

Il sistema di localizzazione 1 comprende, inoltre, almeno un'unità di memorizzazione 3 comprendente almeno una mappa globale GM di un'area industriale A all'interno della quale deve muoversi il veicolo V.

Inoltre, il sistema di localizzazione 1 comprende almeno un'unità di elaborazione 4 operativamente collegata ai mezzi di acquisizione 2 e a all'unità di memorizzazione 3 e configurata per determinare la posizione del veicolo V all'interno dell'area A a partire dall'immagine I acquisita e/o dai dati relativi alle distanze acquisiti.

Con riferimento ad una possibile forma di attuazione, illustrata nelle figure, l'unità di elaborazione 4 è implementata mediante un elaboratore locale 5 installato sul veicolo V, mentre l'unità di memorizzazione 3 è implementata su un elaboratore remoto 6. In tal caso, l'elaboratore locale 5 può comunicare con l'elaboratore remoto 6 mediante mezzi di comunicazione wireless (WiFi, Bluetooth o simili).

Non si escludono, tuttavia, forme di attuazione alternative in cui l'unità di elaborazione 4 e l'unità di memorizzazione 3 sono implementate e dislocate in modo differente.

Ad esempio, sia l'unità di elaborazione 4 sia l'unità di memorizzazione 3 possono essere implementate su di un elaboratore remoto, mentre il veicolo V in tal caso può essere provvisto di mezzi di comunicazione wireless per l'invio delle immagini I e/o dei dati di distanza raccolti dai mezzi di acquisizione 2 all'elaboratore remoto.

In alternativa, sia l'unità di elaborazione 4 sia l'unità di memorizzazione 3 possono essere installate sul veicolo V.

Utilmente, il sistema di localizzazione 1 può comprendere un computer di bordo 7 installato sul veicolo V e configurato per interfacciarsi con l'utilizzatore del veicolo.

Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, la mappa globale GM comprende coordinate globali relative ad una pluralità di riferimenti globali GR, in cui i riferimenti globali GR corrispondono a elementi fissi strutturali E presenti all'interno dell'area A e a materiale M depositato ed immobile all'interno dell'area A, ed in cui le coordinate globali sono determinate rispetto ad un

punto di origine predefinito O sulla mappa globale GM,

Inoltre, l'unità di elaborazione 4 è configurata per ripetere iterativamente i seguenti passi:

- a partire dalla almeno un'immagine I acquisita e/o dai dati di distanza acquisiti, determinare una pluralità di coordinate locali relative ad una pluralità di riferimenti locali LR, in cui i riferimenti locali LR corrispondono a elementi fissi strutturali E presenti all'interno dell'area A e/o a materiale M depositato ed immobile all'interno dell'area A, ed in cui le coordinate locali sono determinate considerando un punto di origine sul veicolo V (passo 41 di figura 4);
- individuare riferimenti globali GR sulla mappa globale GM corrispondenti ad almeno alcuni dei riferimenti locali LR determinati (passo 42);
- a partire dai riferimenti globali GR individuati, determinare la posizione P del veicolo V all'interno dell'area A trasformando le coordinate locali del veicolo V in corrispondenti coordinate globali all'interno della mappa globale GM (passo 43);
- una volta determinata la posizione P del veicolo V, se almeno uno dei riferimenti locali LR determinati non corrisponde a nessun riferimento globale GR sulla mappa globale GM e/o se sulla mappa globale GM è presente almeno un riferimento globale GR non presente tra i riferimenti locali LR determinati, aggiornare la mappa globale GM aggiungendo/eliminando almeno un riferimento globale GR (passo 44).

In particolare, se almeno uno dei riferimenti locali LR determinati non

corrisponde a nessun riferimento globale GR sulla mappa globale GM, allora l'unità di elaborazione 4 aggiunge tale riferimento globale GR sulla mappa globale GM.

Se, invece, sulla mappa globale GM è presente almeno un riferimento globale GR non presente tra i riferimenti locali LR determinati, allora l'unità di elaborazione 4 elimina tale riferimento globale GR dalla mappa globale GM.

Per quel che riguarda la trasformazione delle coordinate locali del veicolo V in corrispondenti coordinate globali all'interno della mappa globale GM, secondo una possibile e preferita forma di attuazione, date le corrispondenze tra riferimenti locali e globali si considerano prima le traslazioni dei centroidi, o baricentri, dei punti locali e dei punti globali nelle origini delle rispettive coordinate. In seguito, si applica l'algoritmo di Kabsch per stimare la rotazione. La trasformazione finale è ottenuta mediante la composizione delle precedenti trasformazioni.

Mediante il procedimento di localizzazione esposto sopra, il sistema di localizzazione 1 è in grado di conoscere in tempo reale la posizione di ciascun veicolo V all'interno dell'area industriale A mappata e, quindi, può trasmettere esternamente tale posizione P ad altri sistemi di gestione, ad esempio, per tracciare le movimentazioni del materiale M all'interno di tale area e valutare diversi indici di prestazione del magazzino (passo 45).

Con riferimento a quanto esposto sopra, si precisa che all'interno della presente descrizione con l'aggettivo "locale" si intendono le coordinate che descrivono i punti di riferimento osservati da un veicolo V rispetto a se stesso.

Sono invece indicate con il termine “globale” le coordinate degli elementi dell’area industriale A mappata, decise al momento dell’inizializzazione del sistema di localizzazione 1 e scegliendo l’origine degli assi.

Pertanto, per conoscere la posizione P del veicolo V è necessario determinare la trasformazione che mappa le coordinate locali nelle coordinate globali e viceversa.

Per estensione, si indica con la dicitura “mappa locale” l’insieme dei riferimenti osservati dal veicolo V ed espressi in coordinate locali, mentre con la dicitura “mappa globale” si intende l’insieme delle coordinate globali che rappresentano la versione più recente di tutti i riferimenti noti dello stabilimento.

Si precisa, inoltre, che il sistema di localizzazione 1 registra esclusivamente materiale M depositato ed immobile. In tal modo, è possibile costruire una solida e coerente mappa globale GM di riferimenti utilizzabili per la localizzazione dei veicoli.

Di conseguenza, le immagini I dell’ambiente circostante acquisite da ciascuno dei veicoli V localizzati consentono di modificare la mappa globale GM tramite aggiunta o rimozione di riferimenti relativi a materiale M depositato e/o prelevato. In questo modo è possibile una gestione dinamica della mappa globale GM dei riferimenti. Viceversa, una mappa globale GM del materiale M aggiornata permette di localizzare correttamente i veicoli V all’interno dell’area industriale A mappata.

Secondo una preferita forma di attuazione del sistema di localizzazione 1, il criterio di aggiornamento della mappa globale è basato su due ipotesi

fondamentali:

- i veicoli V si spostano mentre il materiale M è fermo e
- il materiale M può essere prelevato o depositato tramite l'impiego di un veicolo V opportunamente attrezzato del sistema, ma non modificato o deformato altrimenti.

In particolare, la seconda ipotesi specifica che il sistema di localizzazione 1 descrive la mappa globale GM dei riferimenti globali GR pre e post modifiche, ma non gestisce nessuna fase transitoria tra le due. In questo modo la mappa globale GM dei riferimenti globali GR contiene solo materiale M esistente e valido per le successive localizzazioni dei veicoli V. Inoltre, l'unità di elaborazione 4 è configurata per determinare l'orientamento D del veicolo V a partire dalla posizione P del veicolo stesso e dalle coordinate globali dei riferimenti globali GR individuati.

Il sistema di localizzazione 1 utilizza le informazioni di posizione P e orientamento D del veicolo V per confrontare l'ambiente osservato dai mezzi di acquisizione 2 e quello salvato nella mappa globale GM.

Infatti, conoscendo posizione P ed orientamento D del veicolo V è possibile trasporre i punti di riferimento osservati in coordinate globali e compararli con quelli noti.

Vantaggiosamente, secondo una preferita forma di attuazione, il sistema di localizzazione 1 comprende almeno un sensore di presenza 8 installato su mezzi di presa F del materiale M del veicolo V. Il sensore di presenza 8 è operativamente collegato all'unità di elaborazione 4 ed è configurato per rilevare la presenza/assenza di materiale M sui mezzi di presa F.

Con riferimento a tale preferita forma di realizzazione, l'unità di elaborazione 4 è configurata per eseguire i seguenti passi:

- rilevare mediante il sensore di presenza 8 un'operazione di carico/scarico di materiale M sul/dal veicolo V (passo 46);
- registrare la posizione P del veicolo V durante tale operazione di scarico/carico (passo 47);
- a partire dalla posizione P del veicolo registrata, determinare una posizione di scarico/carico del materiale M (passo 48);
- in corrispondenza di tale posizione di scarico/carico, generare un volume di invalidazione VI all'interno della mappa globale GM (passo 49).

Sempre con riferimento alla preferita forma di realizzazione del sistema di localizzazione 1, il passo 44 di aggiornare la mappa globale, eseguito dall'unità di elaborazione 4, comprende i seguenti passi:

- se il riferimento globale GR da aggiungere/rimuovere alla/dalla mappa globale GM corrisponde a un volume di invalidazione VI generato, allora l'unità di elaborazione 4 aggiunge/elimina il riferimento globale GR alla/dalla mappa globale GM;
- se il riferimento globale GR da aggiungere/rimuovere alla mappa globale GM non corrisponde a un volume di invalidazione VI generato, allora l'unità di elaborazione non aggiunge/elimina il riferimento globale GR alla/dalla mappa globale GM.

Pertanto, ogni volta che i sensori di presenza 7 sui mezzi di presa F rilevano un'operazione di carico o di scarico, il sistema di localizzazione 1 registra l'esatta posizione P del veicolo, determinata tramite l'algoritmo di

localizzazione. La posizione dei mezzi di presa F all'atto di carico o scarico permette di determinare un volume di invalidazione VI in coordinate globali. Questo volume viene invalidato dall'operazione logistica del veicolo V. Solo i volumi invalidati precedentemente ammettono modifica tramite il passo di aggiornamento della mappa globale GM.

In particolare, la mappa globale GM così ottenuta è costituita da:

- un elenco di punti caratteristici che rappresentano validi riferimenti per l'algoritmo di localizzazione e
- una rappresentazione sparsa e discreta dei volumi invalidi.

Ogni operazione logistica invalida un volume della mappa globale GM. A questo punto una lettura può aggiungere feature alla mappa globale GM solo se queste ricadono in volumi registrati come invalidati. Questa operazione crea un nuovo riferimento globale nella mappa globale GM e contestualmente valida il volume della mappa. Viceversa, se una lettura indica che un'area invalidata è vuota anche questa viene validata.

Con questo criterio le osservazioni delle telecamere 2 e le notifiche dai sensori di presenza 7 mantengono aggiornata dinamicamente sia la mappa globale GM sia quella dei volumi di invalidazione VI in modo tale da impedire modifiche spurie dovute a rumore nelle letture e garantire la sua accuratezza nel tempo.

Utilizzando una mappa globale GM dinamica, è infatti vitale per il sistema di localizzazione 1 non introdurre errori durante il processo di aggiornamento. In caso contrario, dopo lunghi periodi d'esecuzione gli errori si integrano e nel tempo la mappa globale GM si discosta dalla verità.

In tal modo, quindi, il sistema di localizzazione 1 proposto fornisce in ogni istante una localizzazione affidabile dei veicoli V, garantita da una mappa globale GM dei riferimenti aggiornata e assunta come vera.

Infatti, questo consente di evitare che errori durante le fasi di acquisizione portino a modifiche errate della mappa globale GM.

Oltretutto, l'integrarsi di errori nel tempo si ripercuoterebbe sulle prestazioni del sistema di localizzazione 1, in quanto la nuova versione errata della mappa globale GM sarebbe comunque impiegata nelle successive ricerche di corrispondenze.

Preferibilmente, il sistema di localizzazione 1 comprende una pluralità di sensori di presenza 7 installati sui mezzi di presa F del veicolo V, configurati per rilevare la presenza/assenza di materiale M sui mezzi di presa F e per rilevare almeno un'approssimazione del volume occupato dal materiale M.

In particolare, la presenza di ulteriori sensori di presenza 7 a bordo del veicolo V permette di rilevare con maggiore accuratezza e sensibilità il volume di invalidazione VI soggetto a modifiche.

Pertanto, questo consente di generare un volume di invalidazione VI da aggiungere alla mappa globale GM che presenti dimensioni più conformi possibile al volume effettivamente occupato dal materiale M scaricato o caricato.

Non si esclude, inoltre, l'impiego di differenti tipologie di sensori oltre ai sensori di presenza.

Ad esempio, con riferimento ad un veicolo costituito da un carrello elevatore, un ulteriore sensore di altezza 9 posto sulle forche è in grado di

misurare a quale altezza è movimentato il materiale.

Secondo una possibile forma di realizzazione del sistema di localizzazione 1, i riferimenti locali LR e i riferimenti globali GR comprendono punti caratteristici (features) riconoscibili dall'unità di elaborazione 4 da angolazioni differenti.

È infatti necessario che la stessa feature sia osservabile e riconoscibile dall'unità di elaborazione 4 da prospettive differenti.

Pertanto, il suddetto passo di determinare una pluralità di coordinate locali relative ad una pluralità di riferimenti locali LR comprende elaborare l'immagine acquisita per individuare punti caratteristici.

In particolare, ogni punto caratteristico sintetizza i dati forniti dai mezzi di acquisizione 2 per un particolare oggetto e ne fornisce una posizione ben definita nello spazio.

Preferibilmente, i punti caratteristici comprendono almeno uno dei seguenti parametri: orientamento, dimensione, colore, gradiente colore.

Tali caratteristiche servono a facilitare la ricerca di corrispondenze tra i riferimenti locali LR della mappa locale e i riferimenti globali GR della mappa globale GM durante il suddetto passo di determinare la posizione del veicolo V.

In particolare, il passo di individuare riferimenti globali GR sulla mappa globale GM corrispondenti ad almeno alcuni dei riferimenti locali LR determinati comprende il confrontare e rilevare corrispondenze tra i punti caratteristici dei riferimenti locali LR e i punti caratteristici dei riferimenti globali GR presenti nella mappa globale GM.

Secondo una possibile e preferita forma di attuazione, il passo di individuare riferimenti globali GR sulla mappa globale GM corrispondenti ad almeno alcuni dei riferimenti locali LR determinati comprende almeno i seguenti passi:

- considerare almeno due riferimenti locali LR e valutare distanze ed orientamenti reciproci tra tali riferimenti locali LR considerati;
- raggruppare i riferimenti globali GR in insiemi dello stesso numero e tipologia di detti almeno due riferimenti locali LR considerati e valutare distanze ed orientamenti reciproci tra i riferimenti globali GR raggruppati di ogni insieme;
- confrontare detti almeno due riferimenti locali LR considerati con tutti i possibili riferimenti globali GR raggruppati e considerare solo quelli che presentano le stesse distanze ed orientamenti reciproci (preferibilmente in accordo con opportune tolleranze).

Pertanto, i riferimenti locali e globali non sono confrontati tra loro individualmente, ma come coppie o più. Questo perché posizione ed orientamento di un riferimento dipendono dalle coordinate in cui è espresso, mentre la distanza tra due riferimenti o l'orientamento reciproco è lo stesso per tutti i sistemi di coordinate, in particolare è lo stesso sia nella mappa locale sia in quella globale.

Pertanto, i punti caratteristici osservati sono confrontati con i riferimenti noti presenti nella mappa globale GM resa disponibile tramite il sistema di localizzazione 1.

La mappa globale GM è costituita essa stessa da punti caratteristici

direttamente confrontabili con quelli osservati.

Il sistema di localizzazione 1 cerca la corrispondenza tra il maggior numero di feature locali e quelle globali.

Inoltre, al fine di determinare il grado di affidabilità della soluzione, il sistema di localizzazione 1 prevede un criterio basato sulla qualità dei riferimenti che scarta le soluzioni se presentano un numero limitato di corrispondenze e/o che sono composte da riferimenti di scarsa rilevanza.

Per ogni soluzione trovata, l'unità di elaborazione 4 è configurata per eseguire almeno i seguenti passi:

- per ogni riferimento locale LR osservato, associare un valore di rilevanza che rappresenti sia la qualità del suo rilevamento sia la sporadicità di una sua possibile osservazione all'interno dell'area A;
- calcolare la rilevanza della soluzione come somma delle rilevanze di ogni riferimento locale LR di cui si è determinata la corrispondenza con un riferimento globale GR.

Un veicolo V si definisce localizzato se dispone di un numero sufficiente di corrispondenze tra riferimenti locali LR e riferimenti globali GR e se la soluzione presenta una somma delle rilevanze superiore ad un certo valore di soglia.

Il valore di soglia per scartare le soluzioni con rilevanza troppo bassa può essere dinamico nel tempo e dipendere dalla situazione del veicolo.

In particolare, un veicolo di cui non si ha alcuna conoscenza della posizione parte con un livello soglia molto alto. Appena è disponibile un'ipotesi più o meno precisa sulla posizione ed orientamento del veicolo questa soglia può

essere ridotta. Contestualmente si vietano le soluzioni troppo lontane dall'ipotesi. In questo modo si riduce la dimensione della mappa globale ammessa e di conseguenza la possibilità d'incombere in soluzioni ambigue. Infine, la capacità di stimare un'ipotesi della posizione prima dell'esecuzione dell'algoritmo può notevolmente migliorare le prestazioni computazionali. Infatti, conoscendo la zona dello stabilimento in cui può essere presente il veicolo, è possibile trascurare i riferimenti al di fuori di questa zona. In questo modo, la ricerca delle corrispondenze è notevolmente alleggerita.

Inoltre, l'avvio del sistema di localizzazione 1 richiede l'impostazione manuale dell'origine delle coordinate e l'attivazione di una fase transitoria e temporanea di autoapprendimento, durante la quale sono permesse modifiche alla mappa globale non giustificate da eventi di carico/scarico. Infine, il sistema di localizzazione 1 può opzionalmente comprendere riferimenti fissi fiduciali disposti all'interno dell'area industriale al momento dell'installazione e mantenuti nel tempo invariati.

Ad esempio, tali marcatori possono essere stampati su superfici ben visibili, riportanti motivi chiaramente distinguibili e unici per ogni riferimento.

In tale configurazione ibrida la stima della posizione è effettuata confrontando sia il materiale sia i marcatori osservati nelle circostanze.

Le corrispondenze trovate devono soddisfare entrambe le mappe dei riferimenti, cioè quella statica composta dai marcatori e quella dinamica costituita dal materiale immagazzinato.

In questo modo è possibile localizzare il veicolo in quei luoghi dello

stabilimento in cui il materiale è insufficiente oppure del tutto assente.

Si è in pratica constatato come il trovato descritto raggiunga gli scopi proposti.

In particolare, si sottolinea il fatto che la soluzione proposta introduce un sistema che è in grado di localizzare un veicolo tramite riferimenti naturali presenti nell'ambiente, senza richiedere né un'installazione di riferimenti all'avvio né una loro successiva manutenzione.

In particolare, i riferimenti rilevati ed utilizzati sono il materiale stoccato all'interno del magazzino.

L'aspetto innovativo della soluzione risiede in particolare nella gestione dinamica della mappa dei riferimenti.

Infatti, in tutte le soluzioni di tipo noto sono presenti due fasi d'esecuzione: la rilevazione dei riferimenti locali e la localizzazione tramite ricerca di corrispondenze tra i riferimenti rilevati e quelli noti nella mappa globale. Il processo di localizzazione prevede infatti di determinare la funzione che mappa le coordinate locali a quelle globali. Tutti i sistemi di localizzazione noti richiedono la creazione e gestione di una mappa di riferimenti globali che rimanga costante nel tempo. Le variazioni dei riferimenti, quali aggiunta, rimozione o spostamento, richiedono un intervento umano. In caso contrario, il sistema non è in grado di determinare se i discostamenti tra ciò che è noto e ciò che è osservato sono dovuti a un errore di lettura o a un'inesattezza della mappa globale.

In modo differente, il sistema di localizzazione secondo l'invenzione consente la localizzazione di un veicolo tramite riferimenti naturali presenti

all'interno dell'ambiente, senza richiedere né un'installazione di riferimenti all'avvio né una loro successiva manutenzione.

## RIVENDICAZIONI

- 1) Sistema di localizzazione (1) per veicoli industriali, comprendente:
  - mezzi di acquisizione (2) installati su di almeno un veicolo (V) industriale da localizzare e configurati per acquisire almeno un'immagine (I) dell'ambiente circostante e/o dati relativi alle distanze di oggetti circostanti a detto veicolo (V);
  - almeno un'unità di memorizzazione (3) comprendente almeno una mappa globale (GM) di un'area (A) industriale all'interno della quale deve muoversi detto veicolo (V);
  - almeno un'unità di elaborazione (4) operativamente collegata a detti mezzi di acquisizione (2) e a detta unità di memorizzazione (3) e configurata per determinare la posizione di detto veicolo (V) all'interno di detta area (A) a partire da detta almeno un'immagine (I) e/o da detti dati relativi alle distanze;

caratterizzato dal fatto che detta mappa globale (GM) comprende coordinate globali relative ad una pluralità di riferimenti globali (GR), in cui detti riferimenti globali (GR) corrispondono a elementi fissi strutturali (E) presenti all'interno di detta area (A) e a materiale (M) depositato ed immobile all'interno di detta area (A), ed in cui dette coordinate globali sono determinate rispetto ad un punto di origine (O) predefinito su detta mappa globale (GM),

e dal fatto che detta unità di elaborazione (4) è configurata per ripetere iterativamente i seguenti passi:

- a partire da detta almeno un'immagine (I) acquisita e/o da detti dati

relativi alle distanze, determinare una pluralità di coordinate locali relative ad una pluralità di riferimenti locali (LR), in cui detti riferimenti locali (LR) corrispondono a elementi fissi strutturali (E) presenti all'interno di detta area (A) e/o a materiale (M) depositato ed immobile all'interno di detta area (A), ed in cui dette coordinate locali sono determinate considerando un punto di origine su detto veicolo (V);

- individuare riferimenti globali (GR) sulla mappa globale (GM) corrispondenti ad almeno alcuni di detti riferimenti locali (LR) determinati;
- a partire da detti riferimenti globali (GR) individuati, determinare la posizione (P) di detto veicolo (V) all'interno di detta area (A) trasformando le coordinate locali del veicolo (V) in corrispondenti coordinate globali all'interno della mappa globale (GM);
- una volta determinata detta posizione (P) del veicolo (V), se almeno uno di detti riferimenti locali (LR) determinati non corrisponde a nessun riferimento globale (GR) sulla mappa globale (GM) e/o se sulla mappa globale (GM) è presente almeno un riferimento globale (GR) non presente tra i riferimenti locali (LR) determinati, aggiornare detta mappa globale (GM) aggiungendo/eliminando almeno un riferimento globale (GR).

2) Sistema di localizzazione (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta unità di elaborazione (4) è configurata per determinare l'orientamento (D) di detto veicolo (V) a partire da detta posizione (P) del

veicolo (V) e dalle coordinate globali di detti riferimenti globali (GR) individuati.

3) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende almeno un sensore di presenza (8) installato su mezzi di presa (F) del materiale (M) di detto veicolo (V) ed operativamente collegato a detta unità di elaborazione (4), detto sensore di presenza (8) essendo configurato per rilevare la presenza/assenza di materiale (M) su detti mezzi di presa (F).

4) Sistema di localizzazione (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detta unità di elaborazione (4) è configurata per eseguire i seguenti passi:

- rilevare mediante detto sensore di presenza (8) un'operazione di carico/scarico di materiale (M) su/da detto veicolo (V);
- registrare la posizione (P) di detto veicolo (V) durante detta operazione di scarico/carico;
- a partire da detta posizione (P) registrata del veicolo (V), determinare una posizione di scarico/carico di detto materiale (M);
- in corrispondenza di detta posizione di scarico/carico, generare un volume di invalidazione (VI) all'interno di detta mappa globale (GM).

5) Sistema di localizzazione (1) secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto passo di aggiornare la mappa globale (GM) comprende i seguenti passi:

- se detto riferimento globale (GR) da aggiungere/rimuovere alla mappa globale (GM) corrisponde a un volume di invalidazione (VI) generato, aggiungere/eliminare detto riferimento globale (GR) alla/dalla mappa globale (GM);
- se detto riferimento globale (GR) da aggiungere/rimuovere alla mappa globale (GM) non corrisponde a un volume di invalidazione (VI) generato, non aggiungere/eliminare detto riferimento globale (GR) alla/dalla mappa globale (GM).

6) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni dalla 3 alla 5, caratterizzato dal fatto che comprende una pluralità di sensori di presenza (8) installati su detti mezzi di presa (F) del veicolo (V), detti sensori di presenza (8) essendo configurati per rilevare la presenza/assenza di materiale (M) su detti mezzi di presa (F) e per rilevare almeno un'approssimazione del volume occupato da detto materiale (M).

7) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto passo di individuare riferimenti globali (GR) sulla mappa globale (GM) corrispondenti ad almeno alcuni dei riferimenti locali (LR) determinati comprende almeno i seguenti passi:

- considerare almeno due riferimenti locali (LR) e valutare distanze ed orientamenti reciproci tra detti riferimenti locali (LR) considerati;
- raggruppare detti riferimenti globali (GR) in insiemi dello stesso numero e tipologia di detti almeno due riferimenti locali (LR) considerati e valutare distanze ed orientamenti reciproci tra detti riferimenti globali

- (GR) raggruppati di ogni insieme;
- confrontare detti almeno due riferimenti locali (LR) considerati con tutti i possibili riferimenti globali (GR) raggruppati e considerare solo i riferimenti globali (GR) che presentano le stesse distanze ed orientamenti reciproci di detti almeno due riferimenti locali (LR).
- 8) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti riferimenti locali (LR) e detti riferimenti globali (GR) comprendono punti caratteristici riconoscibili da angolazioni differenti.
- 9) Sistema di localizzazione (1) secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto passo di determinare una pluralità di coordinate locali relative ad una pluralità di riferimenti locali (LR) comprende elaborare detta almeno un'immagine (I) acquisita per individuare detti punti caratteristici.
- 10) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni 8 e 9, caratterizzato dal fatto che tali punti caratteristici comprendono almeno uno dei seguenti parametri: orientamento, dimensione, colore, gradiente colore.
- 11) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni dalla 8 alla 10, caratterizzato dal fatto che detto passo di individuare riferimenti globali (GR) sulla mappa globale (GM) corrispondenti ad almeno alcuni di detti riferimenti locali (LR) determinati comprende il confrontare e rilevare corrispondenze tra i punti caratteristici dei riferimenti locali (LR) e i punti caratteristici dei riferimenti globali (GR) presenti nella mappa globale (GM).

12) Sistema di localizzazione (1) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di acquisizione (2) comprendono almeno uno tra una telecamera stereoscopica od un sistema LIDAR.

Modena, 12 aprile 2023

Per incarico

Daniele Grana

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Daniele Grana', is written over the printed name. The signature is stylized with a large, sweeping loop at the end.

Fig.1

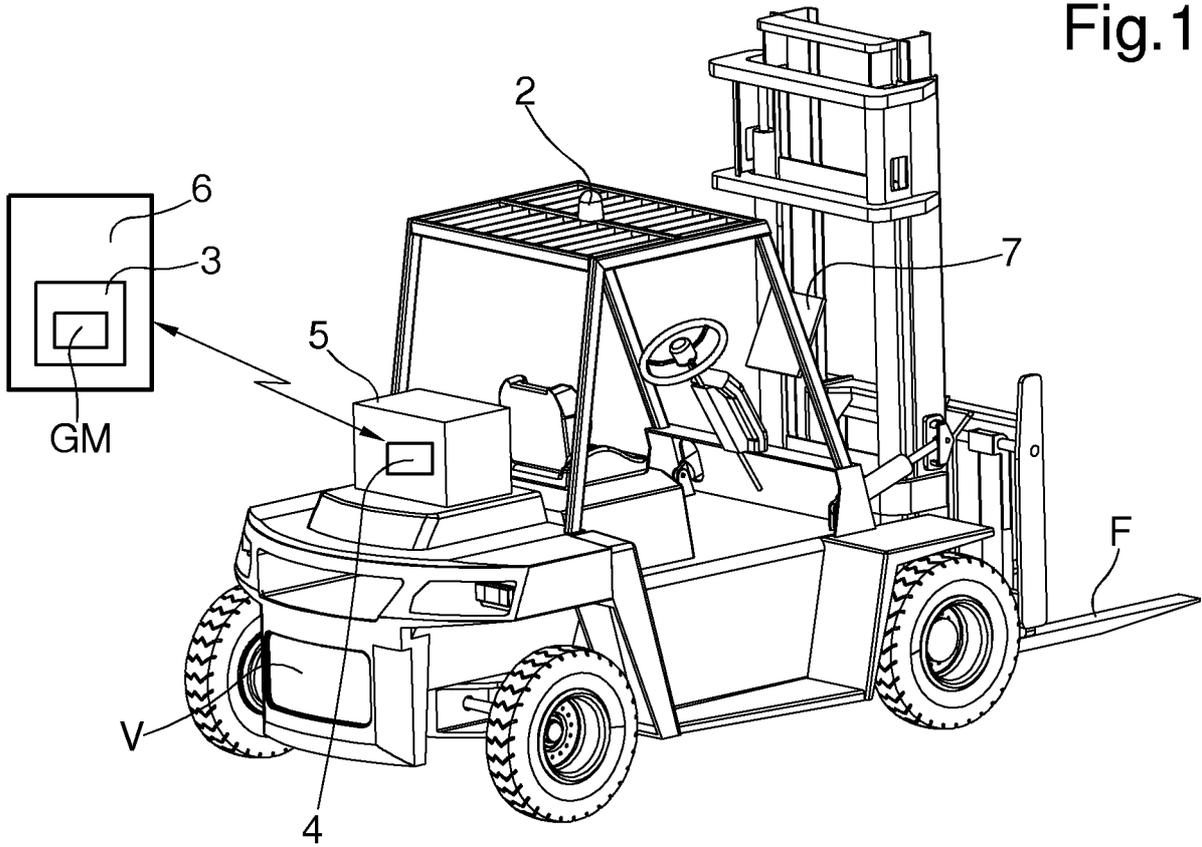


Fig.2

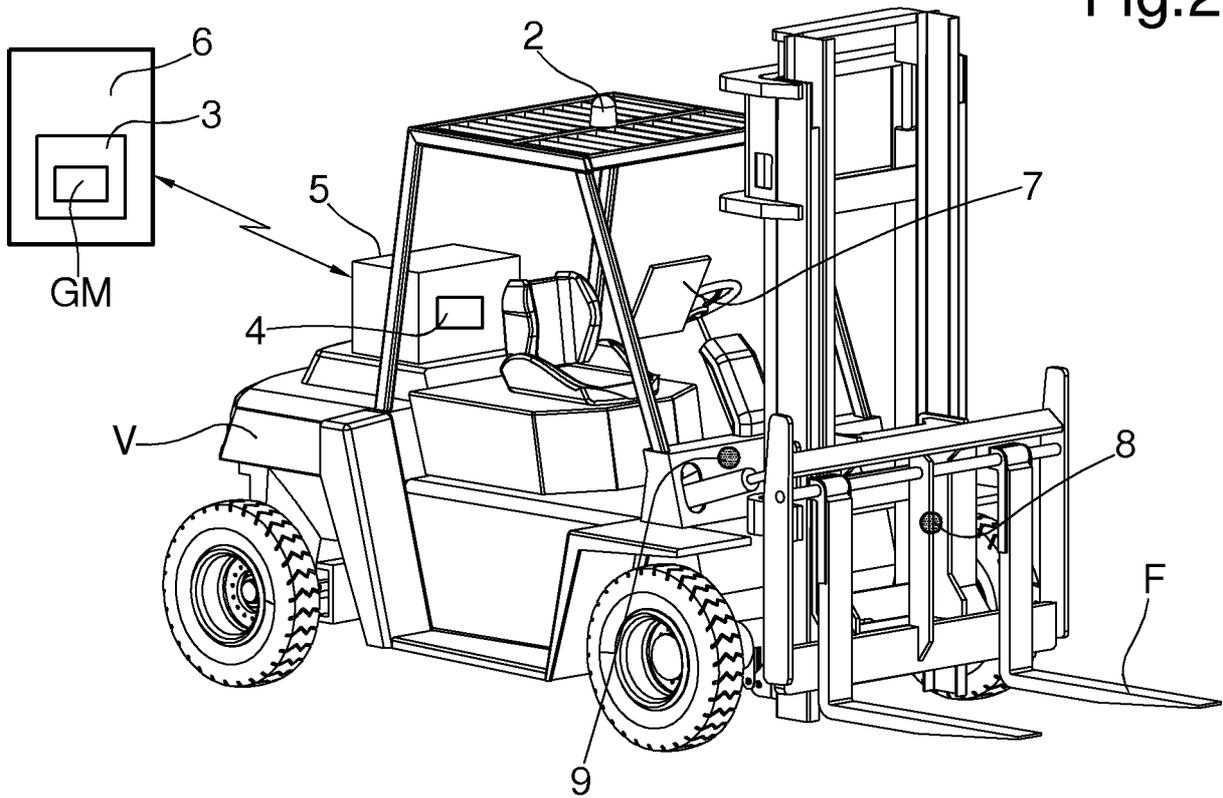
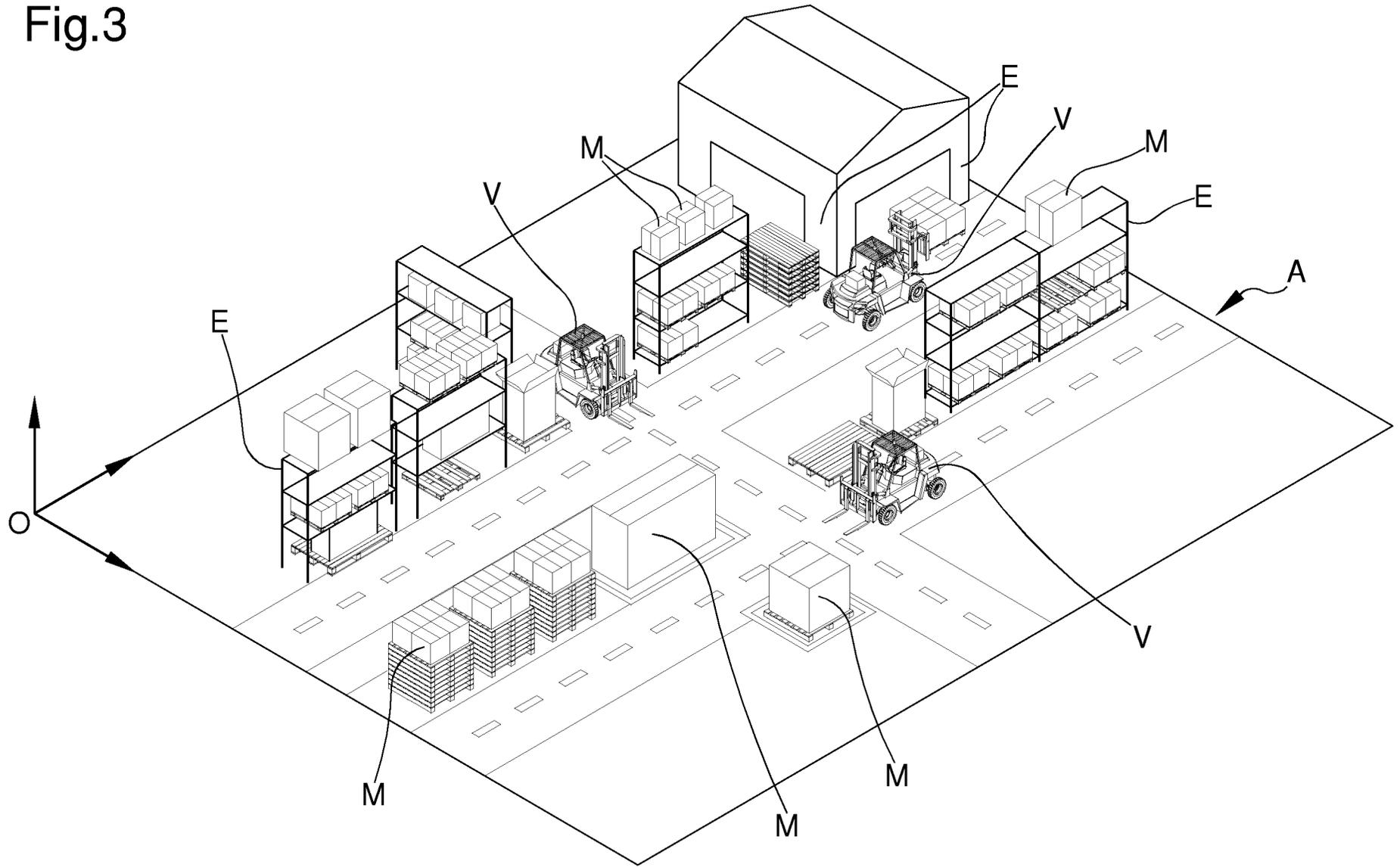


Fig.3



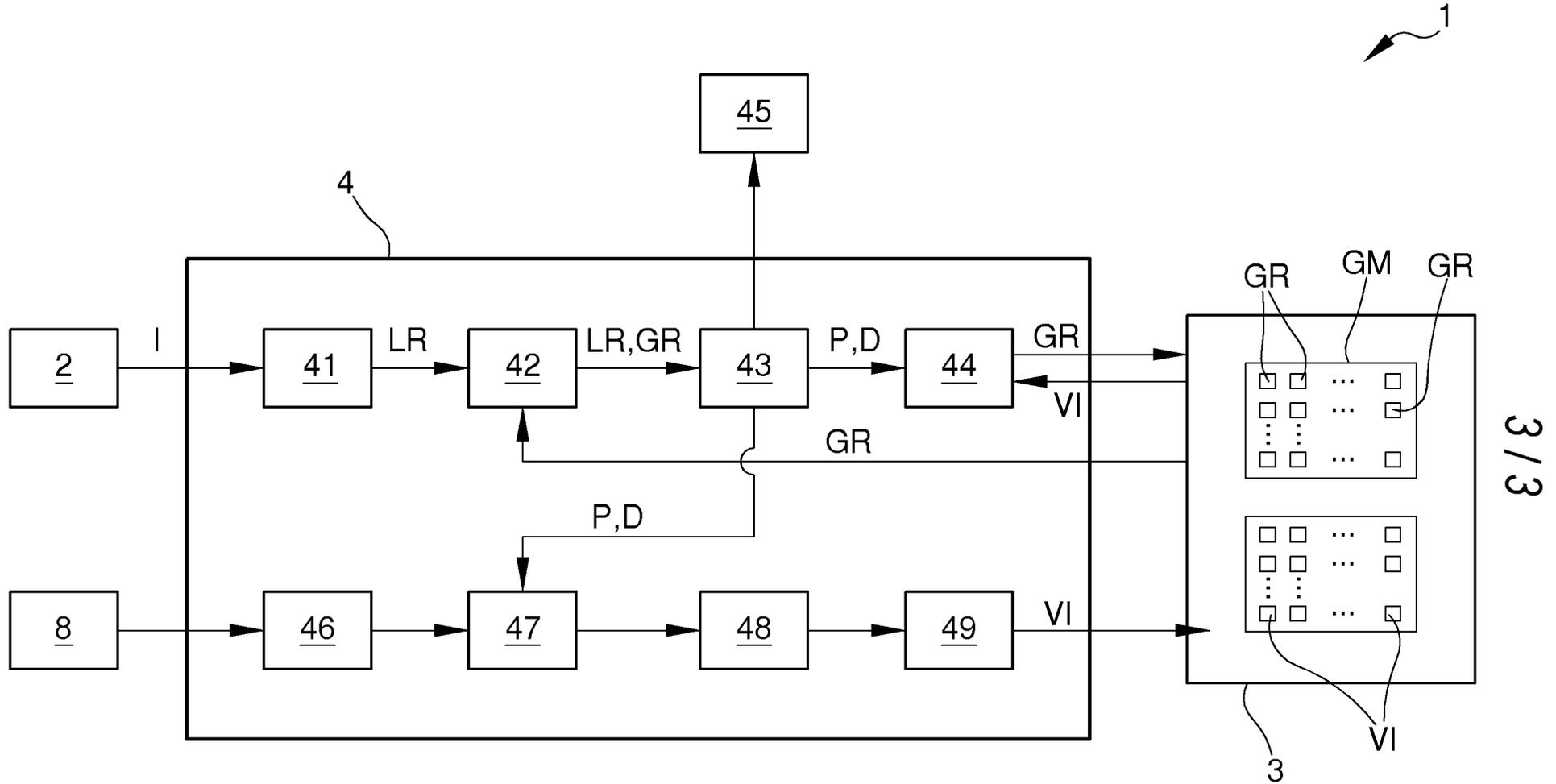


Fig.4