

Corso Nazionale Automazione Industriale e Robotica 2021

4 giugno 2021

La robotica mobile: applicazioni industriali

Dall'AGV alla robotica mobile

Ing. Roberto Montorsi

AGV – Automatic Guided Vehicle

- L'AGV nasce per automatizzare il trasporto nella Fabbrica Automatica
- L'AGV è caratterizzato da:
 - Capacità di navigare con sicurezza in uno spazio condiviso con altri veicoli o addirittura con l'uomo;
 - Capacità di conoscere con certezza la sua posizione;
 - Capacità di comunicare con gestori centrali;
 - Intelligenza a bordo;
 - Batteria a bordo, per garantire una navigazione autonoma.

Nascita dell'AGV

- Il Robogate nasce nel 1978

È il primo importante esempio di applicazione dell'AGV.

Il lavoro in linea è stato sostituito con il lavoro a isole.

– Obiettivi:

- Maggiore flessibilità
- Minore stress



Nascita dell'AGV



Nascita dell'AGV

- Il Robogate
 - Necessità:
 - Trasporto automatico (*Robocarrier*®)
 - Controllo centralizzato della navigazione

N.B. Osservare la struttura a "tartaruga".



Tipologie di AGV

L'AGV assume aspetti molto differenti in quanto è tipicamente progettato per uno specifico trasporto

Il classico muletto



Tipologie di AGV

Un AGV
progettato per il
trasporto di
stoppino cardato
ai filatoi



Tipologie di AGV

Un piccolo AGV
progettato per il
trasporto di
schede
elettroniche



Tipologie di AGV

Un AGV
progettato per il
trasporto
all'aperto di salsa
di pomodoro



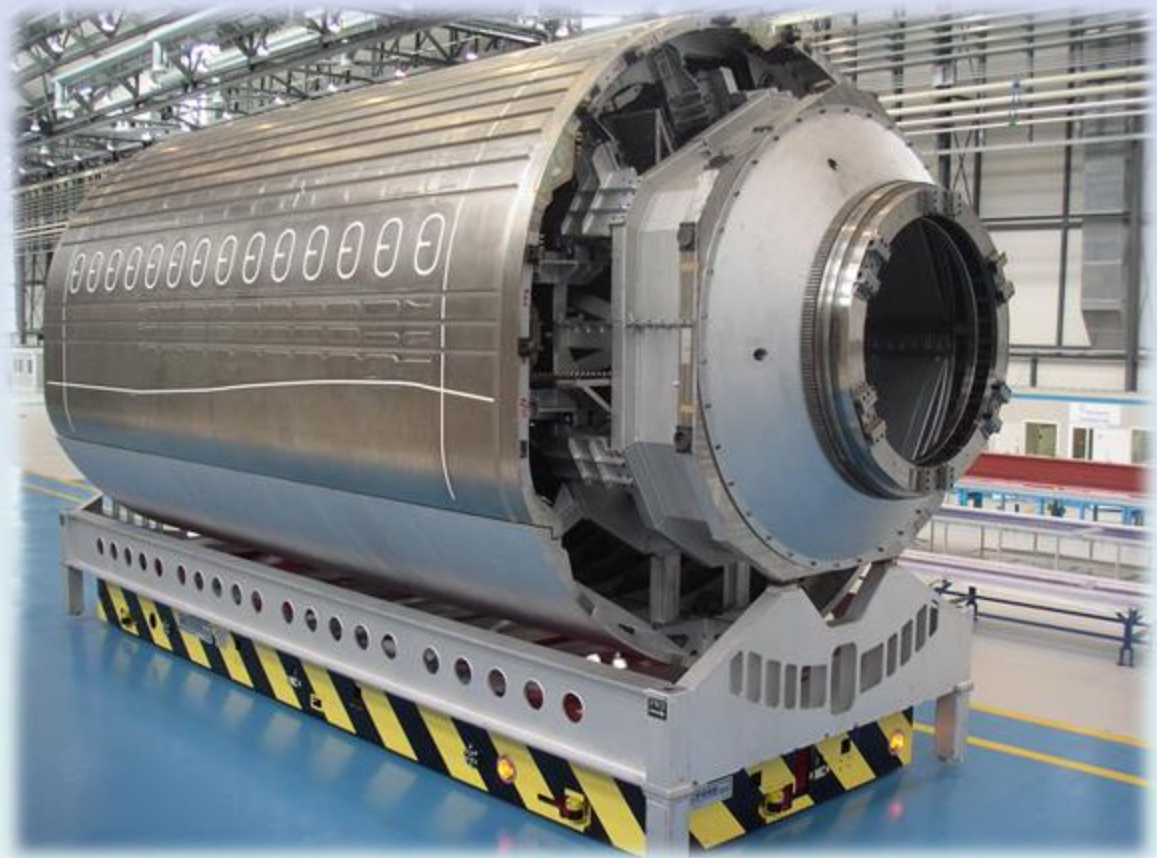
Tipologie di AGV



**Un AGV progettato per il
trasporto di coils (40t)**

Tipologie di AGV

Un gigantesco
AGV capace di
trasportare 120t



Sistemi di guida AGV

- Premesse

L'ODOMETRIA

- L'odometria è la tecnica che permette ad un veicolo di stimare la sua posizione utilizzando le informazioni provenienti dalle sue ruote e dal suo sterzo;
- Poco importante nei primi tipi di guida;
- Sempre più importante con l'aumento della sofisticazione dei sistemi di guida.

Sistemi di guida AGV

- Premesse

LA SICUREZZA

- L'AGV si muove in ambiente aperto, pertanto deve essere dotato di opportuni organi per la sicurezza
 - **Bumper:** i primi AGV hanno fatto uso di bumper e/o coste sensibili; i bumper devono essere abbastanza profondi per permettere l'arresto del veicolo nella loro dimensione



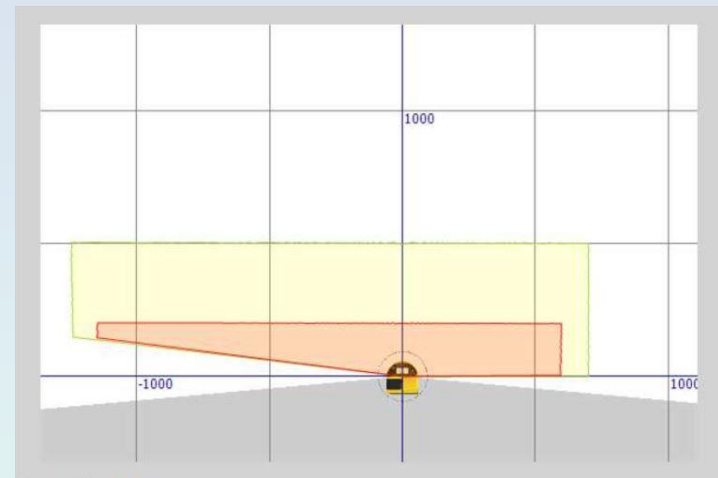
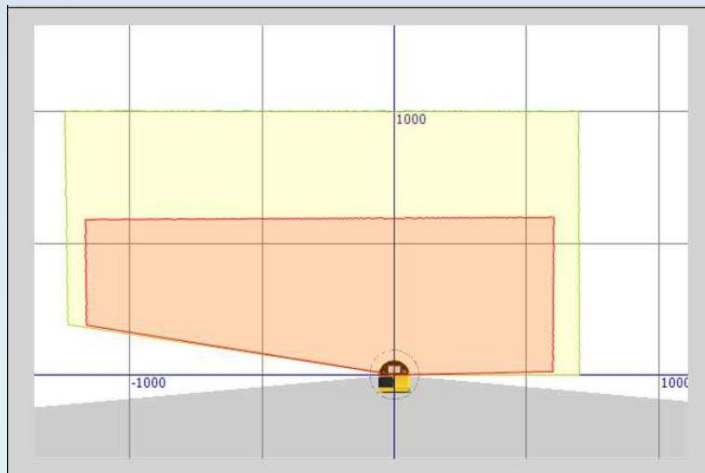
Sistemi di guida AGV

- Premesse
 - **Sensori di sicurezza a laser (PLS proximity laser scanner).** Oggigiorno preferiti perché si può configurare l'area di intervento. Possono essere individuate due zone rispettivamente di rallentamento e di arresto di emergenza. Permettono una migliore copertura dell'area protetta anche in presenza di carichi paganti sporgenti dalla sagoma dell'AGV.

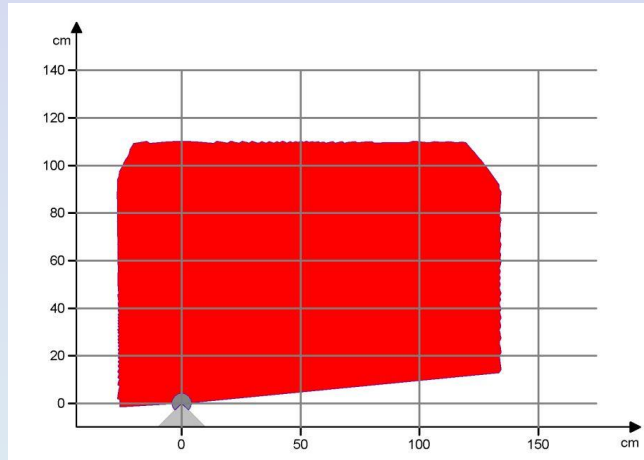


Sistemi di guida AGV

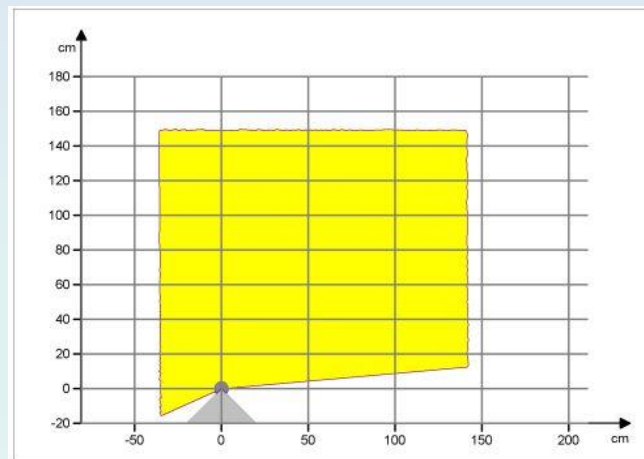
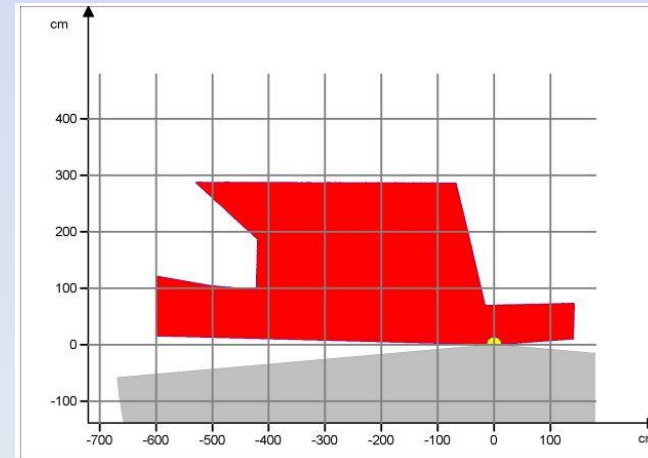
- Esempi di copertura dei laser scanner



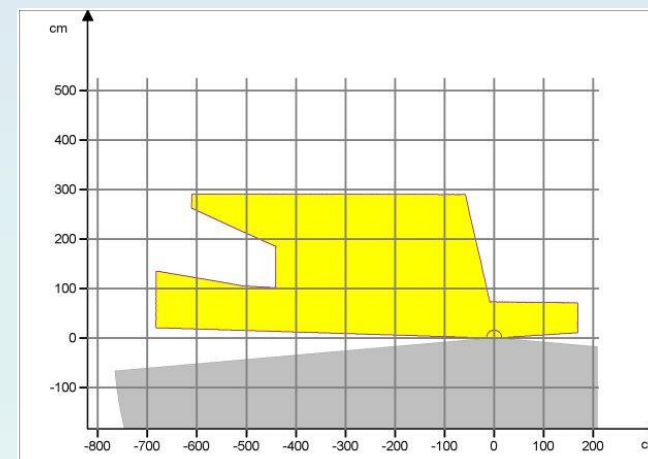
Sistemi di guida AGV

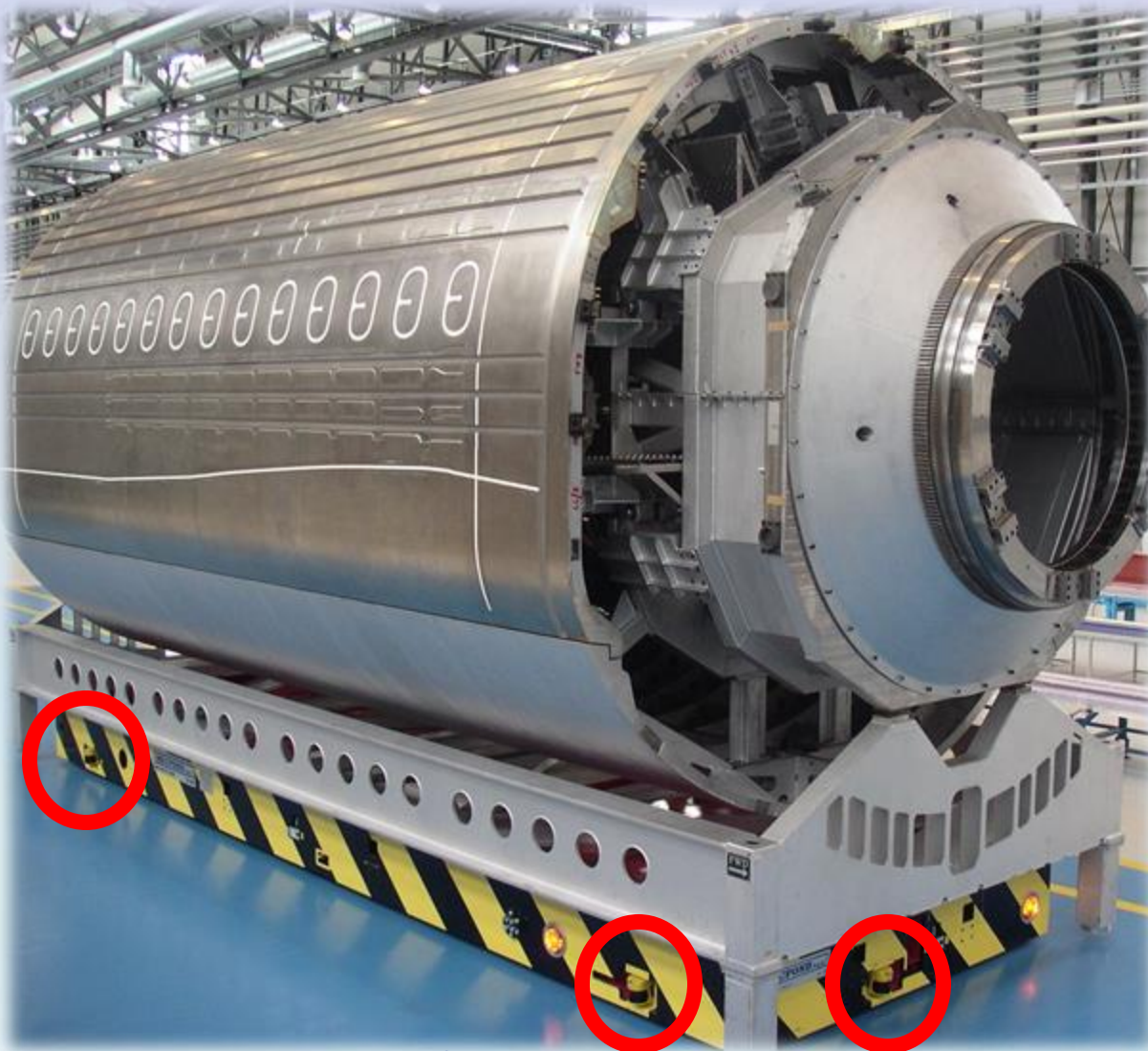


Campi protetti



Campi di allerta





Sistemi di guida AGV

1. Guida induttiva

- Utilizzata nei primi impianti, oggi quasi scomparsa;
- L'AGV naviga seguendo l'itinerario definito da un filo interrato percorso da corrente (ad es. 1A, 10KHz).

VANTAGGI

- Elettronica di guida molto elementare;
- Grande sicurezza nella navigazione: se l'antenna magnetica non rileva più il filo, il veicolo si ferma;
- Ottima precisione trasversale, ma necessità di ulteriori dispositivi per la precisione longitudinale;
- Non richiede precisa odometria.

SVANTAGGI

- Necessità di interrare il filo;
- Scarsa flessibilità nella definizione dei percorsi.

Sistemi di guida AGV

2. Guida con nastro ottico / magnetico

- Utilizzata di rado;
- In luogo del filo interrato, si installa al suolo un nastro ottico o magnetico.

VANTAGGI

- Grande facilità nel tracciare i percorsi.

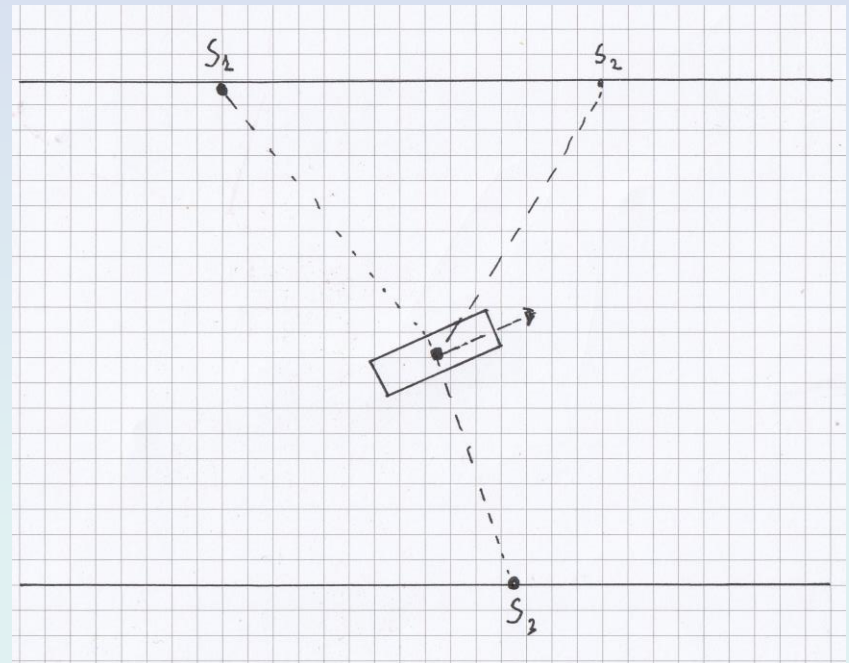
SVANTAGGI

- Inaffidabilità nel tempo del nastro.

Sistemi di guida AGV

3. Guida laser

- Il raggio di un laser rotante riflesso da opportuni specchi tipicamente passivi permette di individuare la posizione e l'orientamento del veicolo per triangolazione;



Sistemi di guida AGV

3. Guida laser



Sistemi di guida AGV

3. Guida laser

VANTAGGI

- Grande facilità nel definire e variare i percorsi;
- Semplicità nelle necessarie infrastrutture (specchi passivi).

SVANTAGGI

- Necessità del pastorale e conseguente impossibilità di equipaggiare veicoli a "tartaruga";
- Impossibilità di effettuare percorsi all'aperto;
- Difficoltà di navigazione nei corridoi dei magazzini;
- Necessità di una buona odometria.

Sistemi di guida AGV

4. Guida inerziale

Ad una odometria particolarmente curata, si è aggiunto un giroscopio in grado di misurare la rotazione del veicolo su un piano; è quindi possibile la navigazione. Per quanto accurata possa essere l'odometria e preciso il giroscopio, il sistema è soggetto a derive e pertanto lungo la traiettoria devono essere installati opportuni magneti per dare riferimenti assoluti di posizione.



Sistemi di guida AGV

4. Guida inerziale

VANTAGGI

- Grande facilità nel definire e variare i percorsi (non al livello della guida laser);
- Semplicità nelle necessarie infrastrutture; i magneti (piccoli cilindri 10x40mm) possono essere facilmente installati nel terreno;
- Possibilità di raggiungere grandi precisioni di posizionamento (inferiori al mm), posizionando magneti laddove tale precisione è necessaria;
- Possibilità di equipaggiare veicoli a tartaruga stante l'assenza del pastorale;
- Possibilità di navigazione all'aperto.



Sistemi di guida AGV

4. Guida inerziale

SVANTAGGI

- Necessità di installare i magneti;
- Necessità di installare nuovi magneti ogni qualvolta si decidano nuovi percorsi;
- Necessità di una buona odometria.

Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM (Simultaneous localization and mapping)

- Oggigiorno gli AGV usano sempre più rilevatori a laser per il rilevamento degli ostacoli. Nasce spontanea l'idea di impiegarli anche per la navigazione utilizzando la «loro visione» dell'ambiente.

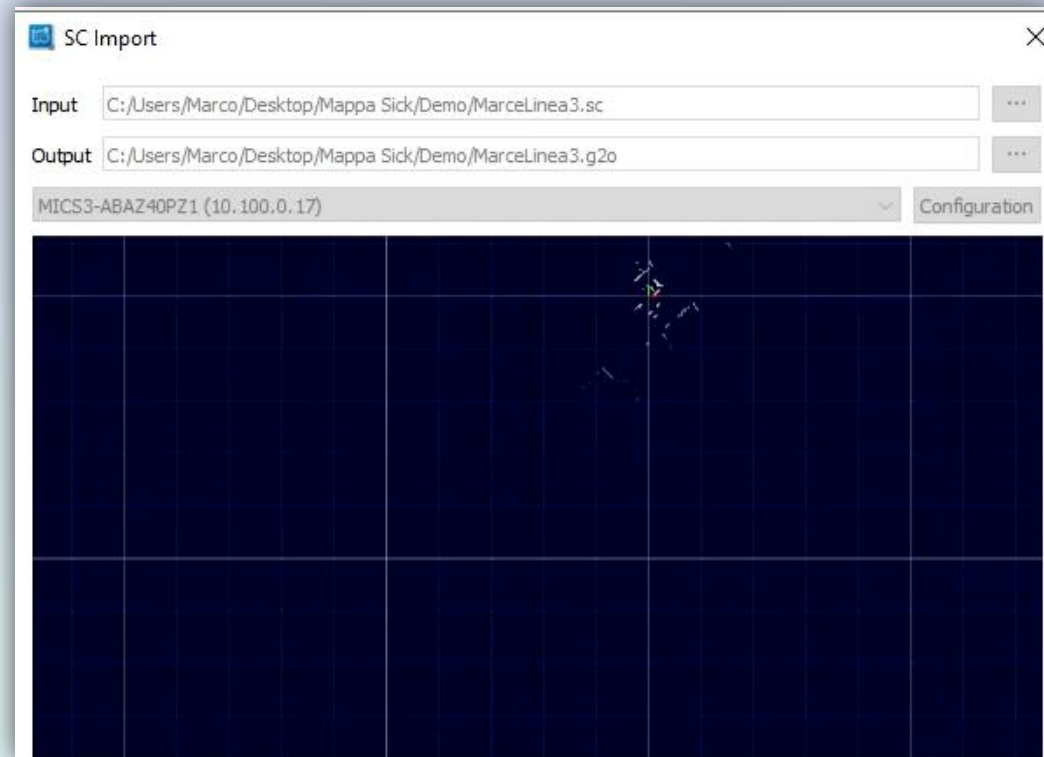
VANTAGGI

- Non necessita di alcun dispositivo ausiliario (fili interrati, magneti, specchi, ecc);
- Grande flessibilità nella definizione dei percorsi.

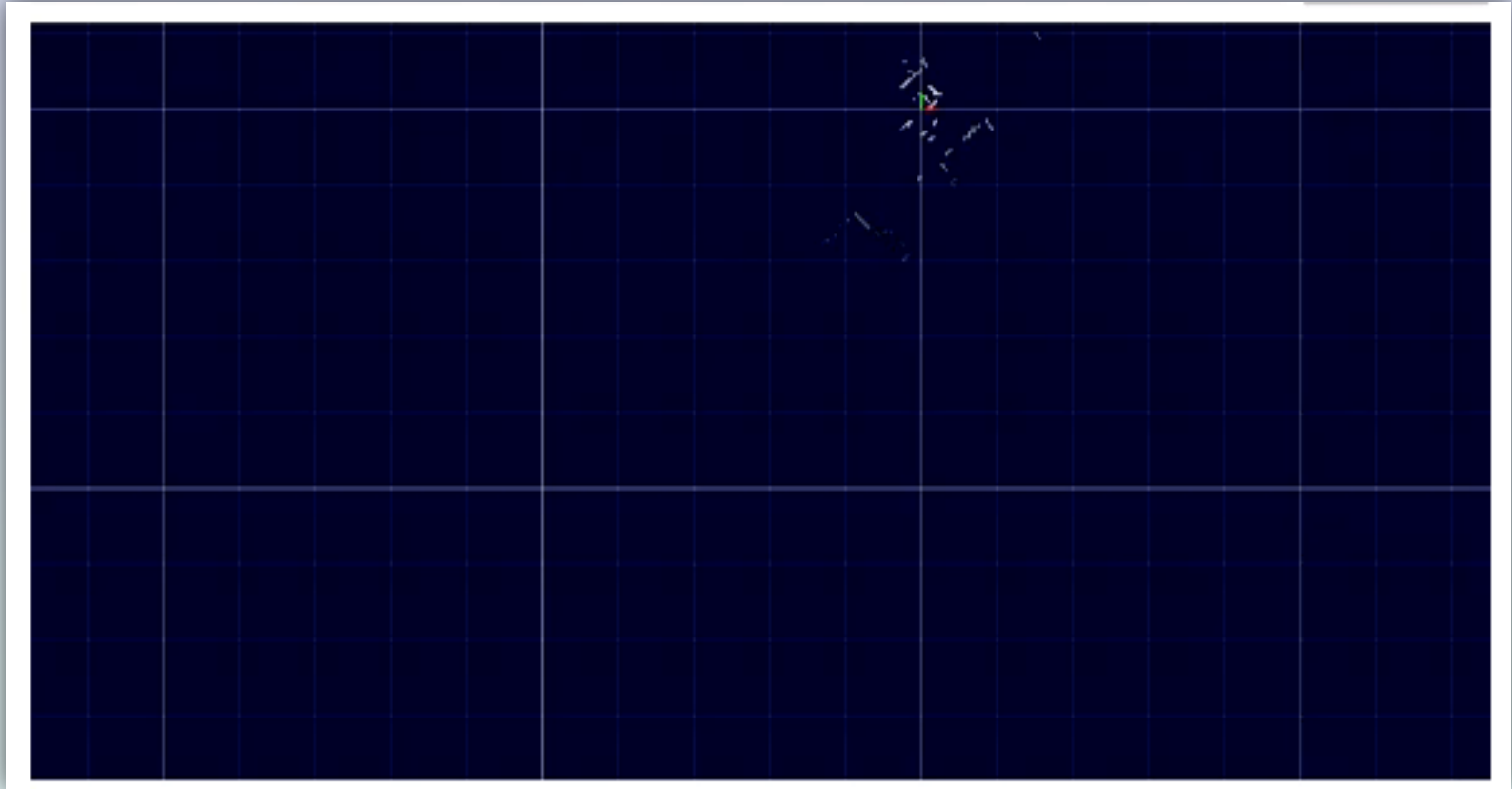
Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM

In fase di programmazione il veicolo deve essere portato mediante i comandi manuali lungo i percorsi che dovrà percorrere. Il sistema di visione costruisce una mappa dell'ambiente. In esercizio il veicolo potrà controllare la sua posizione per confronto tra l'ambiente rilevato in esercizio e quello rilevato durante la programmazione.

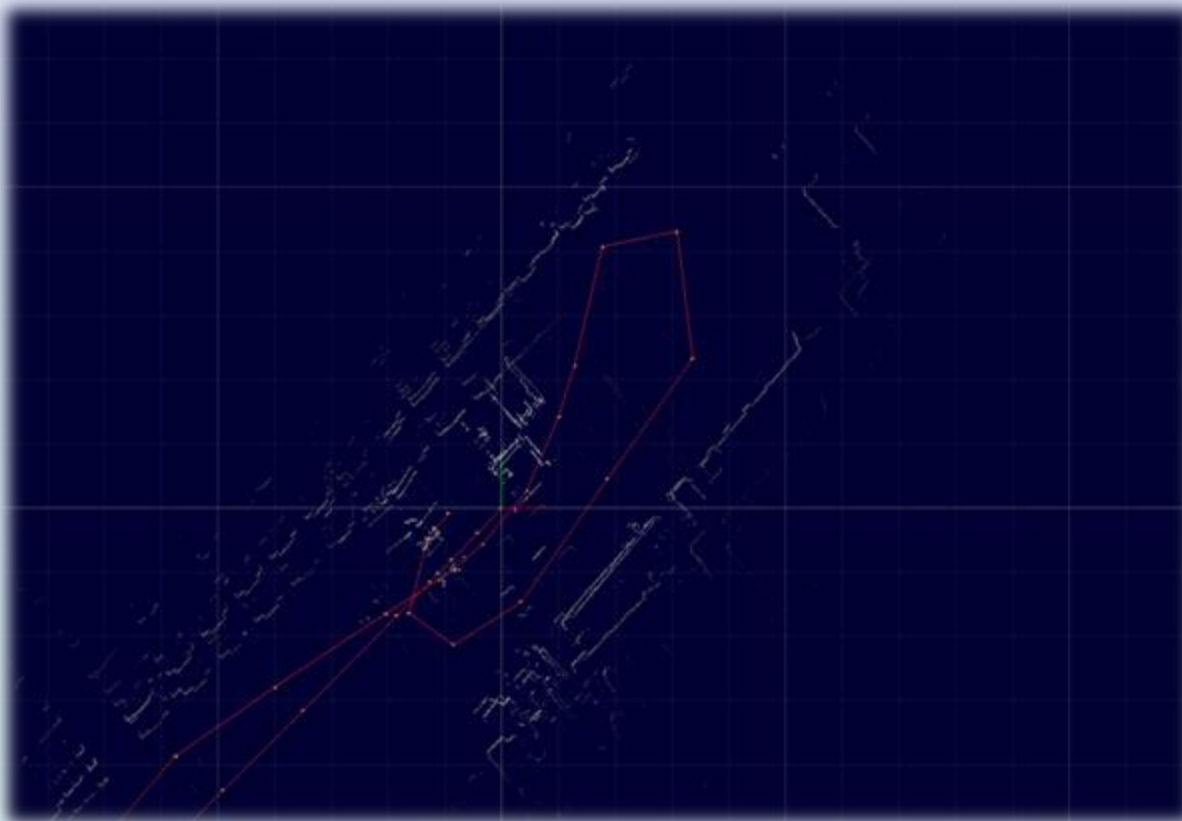


Sistemi di guida AGV



Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM



Nota:
i bordi sono
disallineati

Sistemi di guida AGV

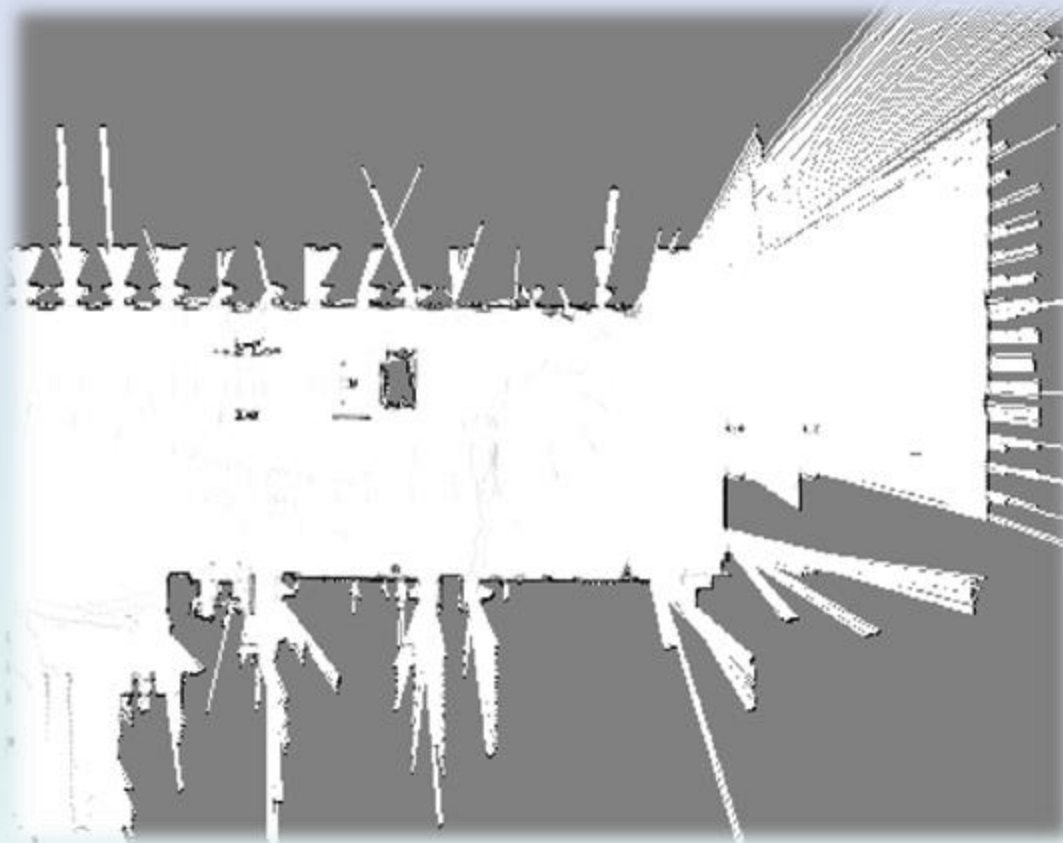
5. Guida SLAM



Dopo un po' di
lavoro del
programmatore,
i bordi sono
allineati

Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM



In nero i contorni
sicuri.
In bianco gli spazi
sicuramente liberi.

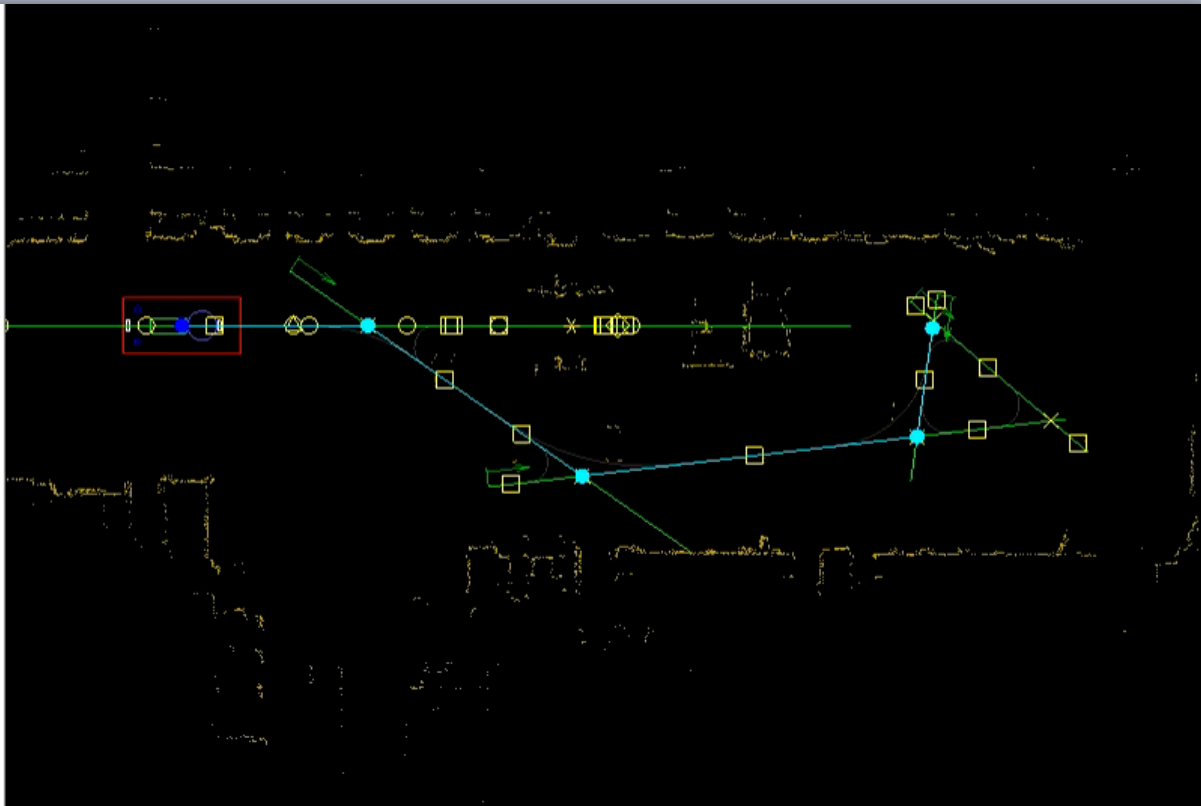
Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM

- Percorso
- Percorso
- Percorso
- Percorso
- Path
- Model

Map Vehicle Simulation

property	Value
Name	Path
Starting Line	Line 3
Starting Point Quote	41.217
Starting Orientation	Front
Ending Line	Line 8
Ending Point Quote	1.139
Crosses Orientations	



Mappa elaborata sul RAT

Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM



Sistemi di guida AGV

5. Guida SLAM

SVANTAGGI

- L'operazione di programmazione può essere particolarmente dispendiosa;
- Non tutti gli ambienti sono ideali: i corridoi sono l'ambiente migliore, gli spazi aperti sono gli ambienti peggiori;
- Il sistema tollera variazioni di ambiente, purché non eccessive;
- Nel caso siano necessari posizionamenti molto precisi, può essere necessario aggiungere riferimenti adeguati nell'ambiente;
- Necessità di grosse potenze di calcolo e di memoria (non un grande svantaggio oggiogiorno!);
- Odometria sufficientemente accurata. L'odometria deve fornire informazioni sufficientemente precise (x, y e rotazione) a frequenza sufficientemente elevata (40Hz).

Sistemi di guida AGV

6. Guida "a matrice"

Utilizzata dai grandi centri di smistamento.

La superficie del magazzino viene idealmente ricoperta da un array di righe e colonne ad esempio con passo di un metro.

Ogni incrocio viene dotato di un RFID incollato al pavimento.

Gli AGV navigano in X/Y grazie all'odometria.

Il lettore di RFID comunica la posizione all'AGV e permette anche di correggere gli errori della navigazione odometria.

La longevità degli RFID è garantita dal fatto che non vengono interessati dalle ruote degli AGV né da altri veicoli essendo il magazzino riservato.



Sistemi di guida AGV

7. Guida mediante GPS

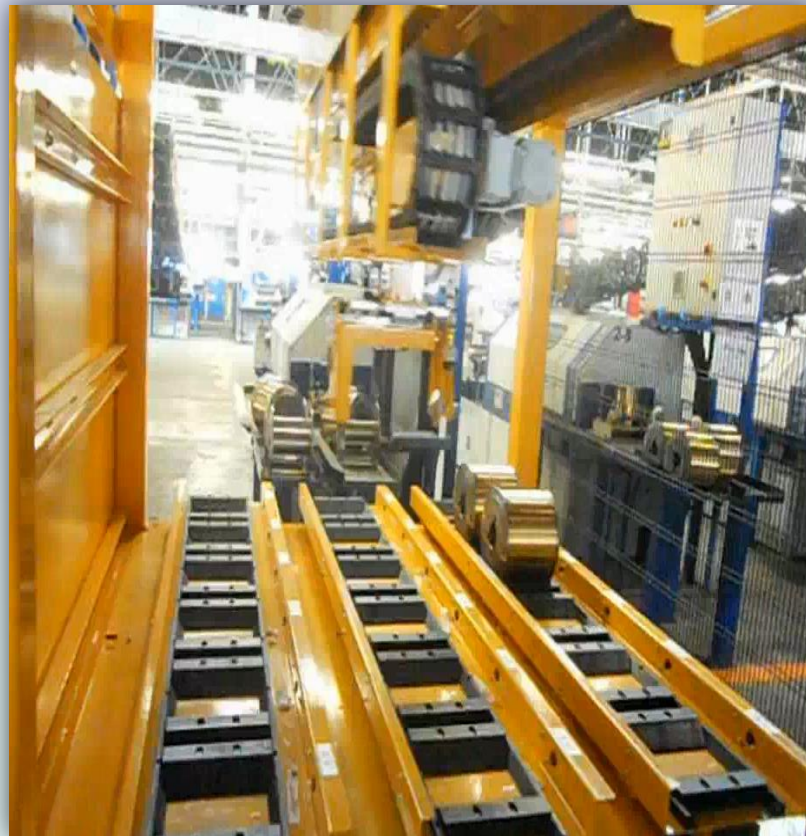
Il sistema GPS è stato adottato per la guida di veicoli operanti all'esterno, in particolare in agricoltura. Per poter essere impiegato occorre lavorare con il principio del GPS differenziale. Un ricevitore GPS è installato sul veicolo; un secondo ricevitore GPS è installato a terra in un punto noto ed invia i suoi segnali al veicolo. Confrontando i due rilevamenti, la precisione arriva al decimetro. Precisioni più spinte possono anche essere ottenute ma a scapito di tempi di rilevamento inaccettabili.

Ovviamente il sistema può funzionare solo all'aperto.

Il robot mobile

- Aggiungendo un braccio robotico ad un AGV il sistema diventa un vero e proprio robot mobile in grado di:
 - Aggiungere al trasporto operazioni di carico/scarico;
 - Effettuare vere e proprie operazioni, per esempio di pulizia.
- Fondamentale per un robot mobile avere dei riferimenti precisi a terra nelle stazioni dove deve operare al fine di rototraslare opportunamente il programma.

Il robot mobile



Un robot mobile
porta alle
confezionatrici
bobine piene e
preleva bobine
vuote.

Il robot mobile



**Un robot
mobile per la
pulizia degli
estrusori.**

Il robot mobile



**Esempio
di cantra**

Il robot mobile



Un robot
mobile per
alimentare
le cantre

Grazie per l'attenzione