



# UNIVERSITÀ DI PARMA

Dipartimento di Ingegneria e Architettura  
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni

## Estrazione di punti operazione per AGV industriali da scansioni laser terrestri

Automatic extraction of AGV pickup and delivery points from terrestrial laser  
scan data

Relatore:

Chiar.mo Prof. Jacopo Aleotti

Correlatore:

Ing. Mikhail Giorgini

Tesi di Laurea di:

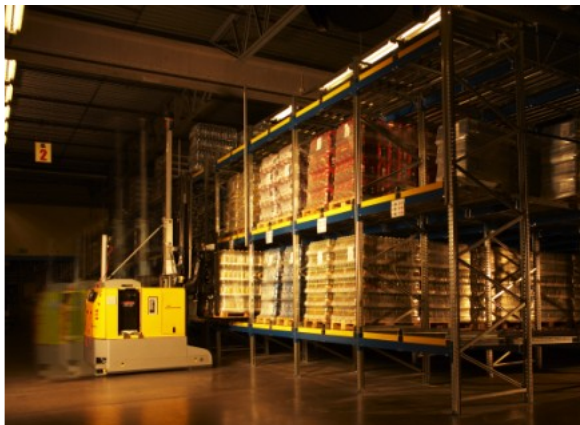
Giorgio Ghisotti

---

ANNO ACCADEMICO 2016-2017

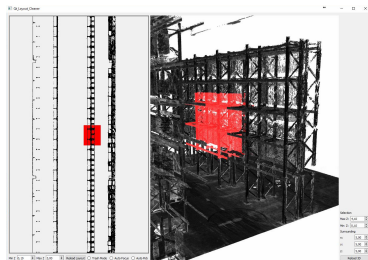
## Il Problema

# Individuare punti operazione per carrelli automatici (AGV)



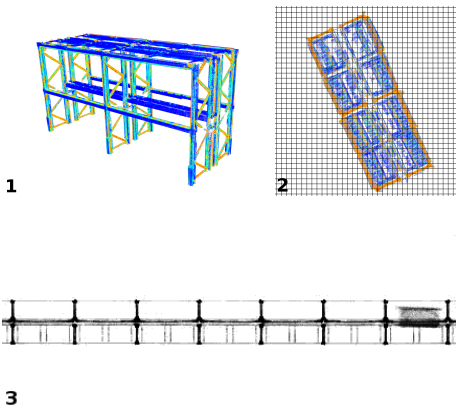
# Come si procedeva prima

- Misurazioni manuali sul campo
  - ▶ Effettuate conducendo un carrello in giro per il magazzino
  - ▶ Richiedevano mesi
  - ▶ Rende vano inagibili parti del magazzino durante la procedura
- Individuazione manuale con l'aiuto di un programma
  - ▶ Procedura tediosa
  - ▶ Richiede settimane
  - ▶ Occupa l'operatore per molto tempo



# Dalla Point Cloud al 2D

- ① Si assegna un valore ai punti in base alla curvatura della superficie
- ② Si accumulano i valori generati su una griglia in 2D
- ③ Si assegna un colore in scala di grigi alle caselle della griglia in base al colore



# Individuazione con OpenCV

- La libreria OpenCV permette di riconoscere gli oggetti automaticamente
- Basta indicare al sistema un template
- Sono necessari alcuni filtri



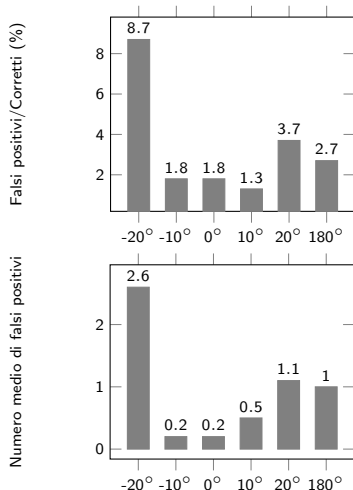
# Filtri

- Soglia
  - ▶ Scarta i risultati con valore troppo basso
- NMS
  - ▶ Non Maximum Suppression
  - ▶ Trova i picchi locali
  - ▶ Elimina i risultati troppo vicini ai picchi
- Filtro di fila
  - ▶ Stima le file di rack con RANSAC
  - ▶ Scarta i risultati troppo lontani dalle file



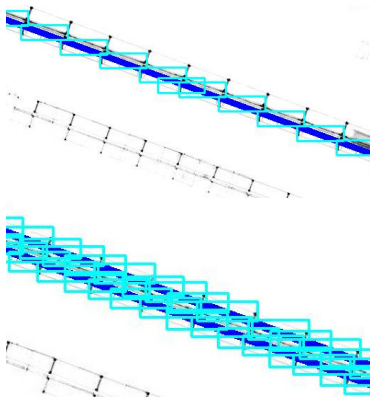
# Risultati

- Mediamente il sistema trova quasi tutti gli oggetti cercati
- Il sistema genera spesso qualche falso positivo
- I falsi positivi sono accettabili in basso numero
- Togliere manualmente un punto operazione dal sistema è preferibile ad aggiungerne uno
- I tempi di esecuzione del sistema sono di poche ore al massimo
- Una volta generata l'immagine del magazzino la ricerca richiede pochi minuti



# Limitazioni

- Il sistema dipende dalla possibilità di generare immagini adatte
- Il filtro NMS può generare aberrazioni con template dalla forma particolare
- La funzione RANSAC che stima le file di rack potrebbe sbagliare in un magazzino con molte file parallele
- Nell'implementazione corrente il sistema non cerca oggetti ruotati rispetto al template





# Sviluppi futuri

- Ricerca di corrispondenze ruotate
- Stima di un raggio per NMS basato  
adatto al template fornito
- Verifica di correttezza delle file ipotizzate

Grazie

Grazie per l'attenzione!

Giorgio Ghisotti  
giorgio.ghisotti@studenti.unipr.it