



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

Obiettivo del progetto

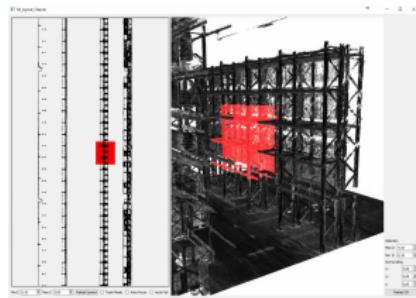
Individuare automaticamente punti operazione per veicoli industriali a guida automatica (AGV)

- Punto Operazione:
Configurazione del veicolo che permette le operazioni di prelievo e deposito di pallet da scaffalature
- Dati di input: scansioni laser a larga scala



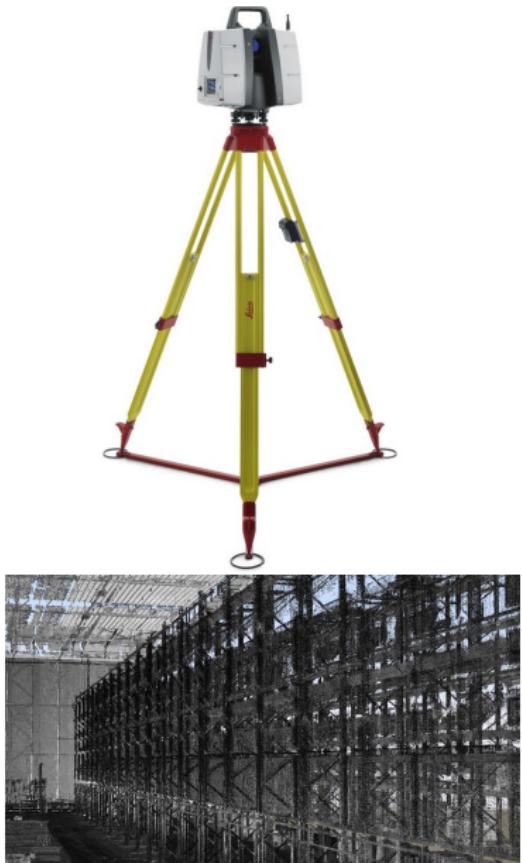
Metodi tradizionali di individuazione di Punti Operazione

- Misurazioni manuali sul campo
 - ▶ Si guida manualmente un veicolo nel magazzino
 - ▶ Una volta individuata una posizione corretta la si registra nel database
 - ▶ Difetti:
 - ★ Procedimento costoso (ore/uomo)
 - ★ Può richiedere il blocco della produzione
- Selezione manuale con il supporto di un visualizzatore 3D
 - ▶ Difetti:
 - ★ Più lenta di una selezione automatica
 - ★ Potenzialmente imprecisa e sensibile all'errore umano



Descrizione del sistema sviluppato

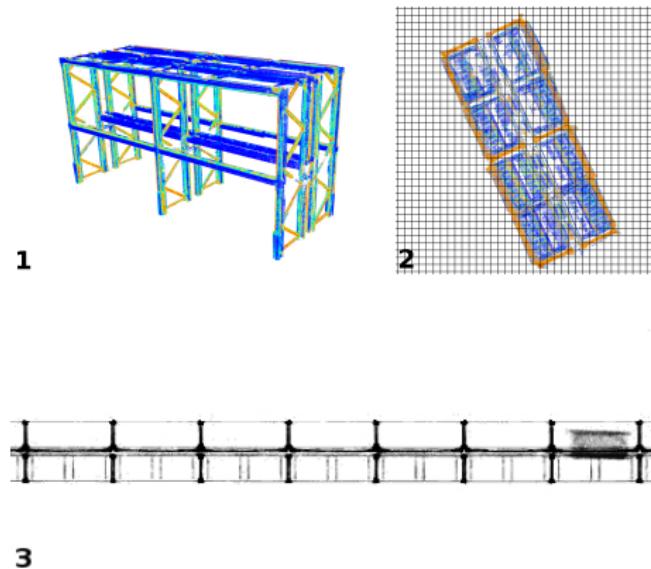
- Dati di input: scansioni laser 3D, acquisite con sensore Leica ScanStation P30
- I dati in entrata sono sotto forma di Point Cloud (che deve essere convertita in un'immagine 2D)
- Il sistema esegue una ricerca di tipo pattern matching su un'immagine 2D
- Ordine di grandezza: miliardi di punti per magazzini di decine di migliaia di metri quadrati



Descrizione del sistema sviluppato

Per convertire una Point Cloud in un'immagine 2D:

- ① Si assegna un valore ai punti 3D che stima il valore locale di curvatura
- ② Si genera una griglia 2D - ogni cella contiene la somma normalizzata dei valori dei punti 3D la cui proiezione appartiene alla cella
- ③ Si assegna un colore in scala di grigi alle celle della griglia in base al valore



Descrizione del sistema sviluppato

- Il sistema assegna un valore ad ogni pixel in base alla somiglianza con un template
- Il valore è determinato con una Cross Correlation (OpenCV) tra l'immagine e il template
- Il template deve essere selezionato dall'utente
- Sono necessari alcuni filtri

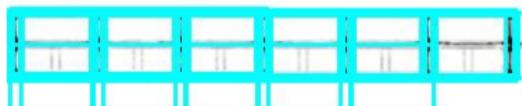
Template:



Immagine 2D degli scaffali:



Corrispondenze con il template (in azzurro):



Risultati filtrati:



Descrizione del sistema sviluppato

- Soglia
 - ▶ Scarta i risultati dal valore troppo basso
- Non Maximum Suppression
 - ▶ Elimina le individuazioni multiple dello stesso oggetto
- Stima dell'orientamento delle file
 - ▶ Si ipotizza che gli scaffali siano disposti in file
 - ▶ Scarta i risultati troppo lontani dalle file stimate

Soglia alta - individuazione di pochi risultati



Filtro NMS - rimozione dei duplicati



Stima delle file di scaffali con i risultati rimasti



Soglia bassa - si ripete la ricerca



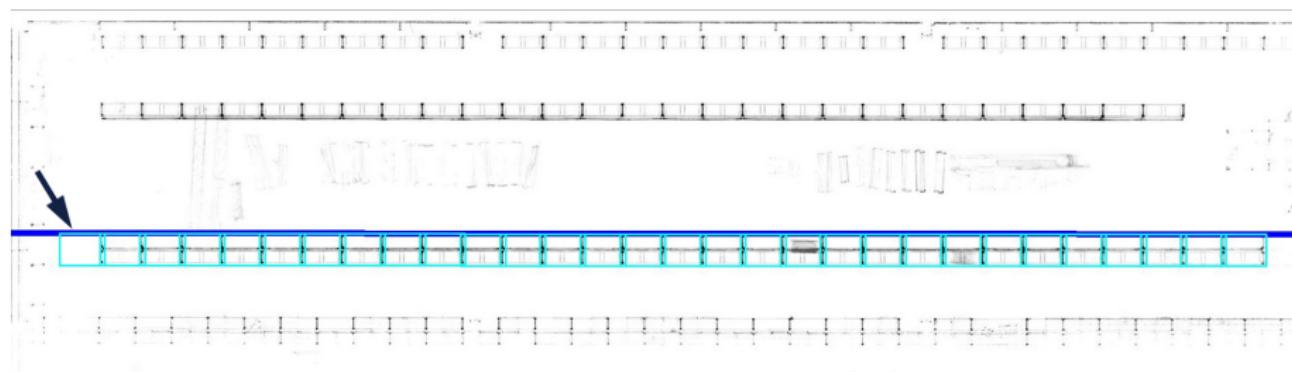
Eliminazione dei risultati troppo lontani dalle file ipotizzate



Filtro NMS - eliminazione dei duplicati rimanenti

Risultati su un magazzino completo

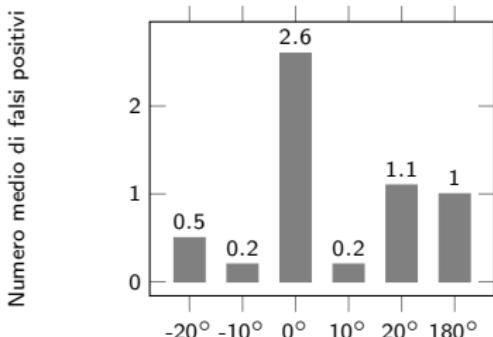
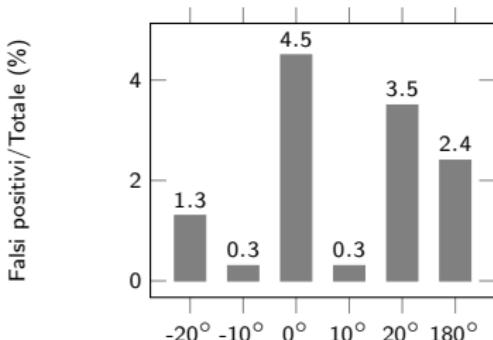
- La linea blu rappresenta la fila di scaffali calcolata automaticamente
- Si può osservare un falso positivo all'estremo sinistro della fila



Risultati statistici

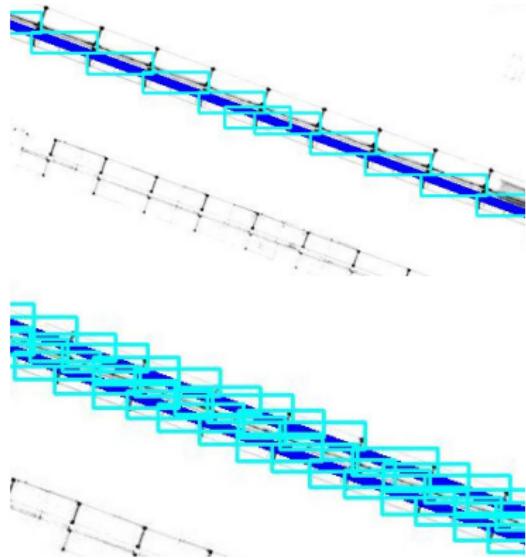
- Mediamente il sistema trova quasi tutti gli oggetti cercati ma genera spesso qualche falso positivo
- Correggere un falso positivo è preferibile a correggere un falso negativo
- I tempi di generazione dell'immagine 2D sono inferiori a un'ora su un magazzino di $95m \times 27m$
- Una volta generata l'immagine, la ricerca richiede pochi minuti sul magazzino mostrato

Dati ottenuti da test svolti con diversi orientamenti delle file di scaffali:



Limitazioni

- La scelta del template può influenzare i risultati
- Il filtro NMS a volte elimina risultati corretti
- La funzione che stima le file di scaffali è inefficiente se gli scaffali non sono in fila
- Al momento il sistema non trova scaffali simili al template ma orientati diversamente



Sviluppi futuri

- Ricerca di oggetti orientati diversamente dal template
- Miglioramenti del filtro NMS
- Integrazione del sistema di riconoscimento sviluppato nella fase di progettazione di magazzini automatici e verifica della precisione

Grazie

Grazie per l'attenzione!

Giorgio Ghisotti
giorgio.ghisotti@studenti.unipr.it