



UNIVERSITÀ DEL SALENTO
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

TESI DI LAUREA

in

MECCANICA DEL VEICOLO

**STUDIO E IMPLEMENTAZIONE
DI UN SISTEMA DI
PARCHEGGIO ASSISTITO**

Relatore:

Ing. Giulio REINA

Laureando:

Luca PASCALI

ANNO ACCADEMICO 2011-2012



Obiettivo



- Sviluppo di un sistema intelligente di parcheggio che consenta il rilevamento di ostacoli in campo automobilistico.



Sistemi esistenti - Svantaggi

- **Sistema di assistenza al parcheggio in retromarcia basato su telecamera**
 - ✘ Funzionamento **dipendente** dal livello di illuminazione
- **Sistema di assistenza al parcheggio basato su sensori a ultrasuoni**
 - ✘ Rilevamento di ostacoli **dipendente** da:
 - estensione superficie
 - inclinazione superficie
 - materiale costituente (NO materiale fonoassorbente)
 - altezza di installazione dei sensori
 - ✘ Necessità di un array di sensori
- **Sistema di assistenza al parcheggio basato su sensore elettromagnetico**
 - ✘ Rilevamento di ostacoli **dipendente** da:
 - materiale costituente (NO materiale isolante)
 - altezza di installazione del sensore
 - ✘ Range di acquisizione ridotto ($0 \div 0.7$ m)



Sistema proposto

- **Sistema di assistenza al parcheggio basato su tecnologia InfraRossa (IR)**

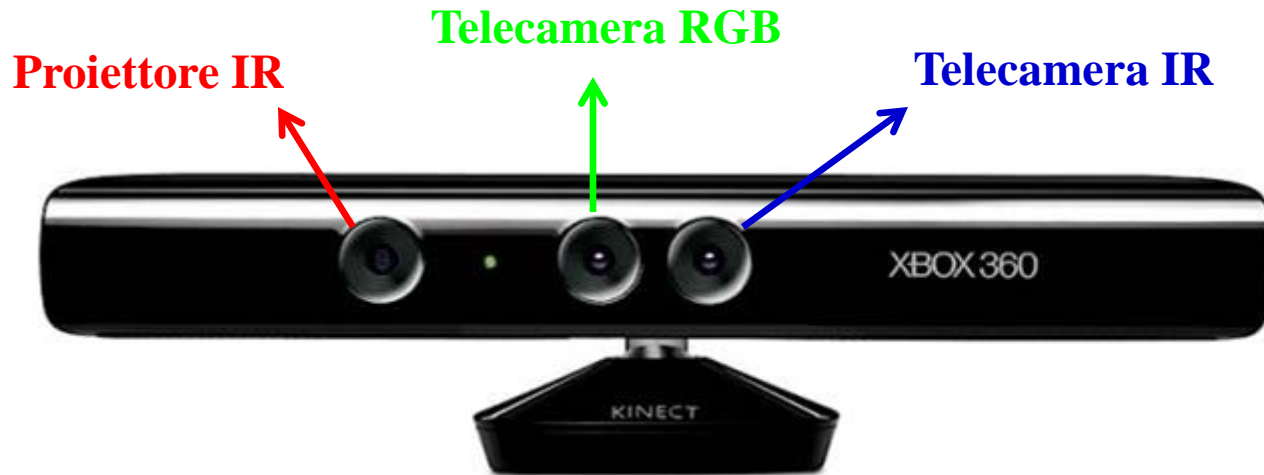
Vantaggi:

- ✓ Rilevamento ostacoli **indipendente** da:
 - inclinazione superficie
 - estensione superficie
 - materiale costituente
- ✓ Rilevamento ostacoli in condizione di ridotta illuminazione
- ✓ Ricostruzione 3D dell'ambiente





Sensore Microsoft Kinect



Vantaggi:

- ✓ Ridotte dimensioni
($w \times d \times h = 30 \times 6.5 \times 4$ cm)
- ✓ Ridotto peso (1.3 kg)
- ✓ Drivers Open Source
- ✓ Ridotto costo

Dati tecnici:

- Risoluzione telecamera RGB: 640×480 pixel
- Risoluzione telecamera IR: 320×240 pixel
- HFOV: 57°
- VFOV: 43°
- Range di acquisizione: $0.5 \div 5$ m

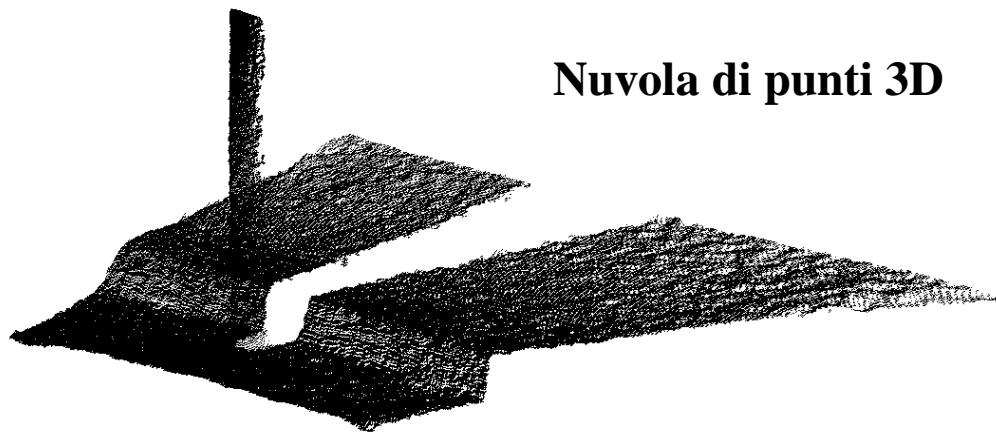


Dati di uscita dal sensore Microsoft Kinect

Immagine RGB



Nuvola di punti 3D



Nuvola di punti 3D con codifica RGB





Supporto sensore

Dati tecnici:

Materiale: Alluminio

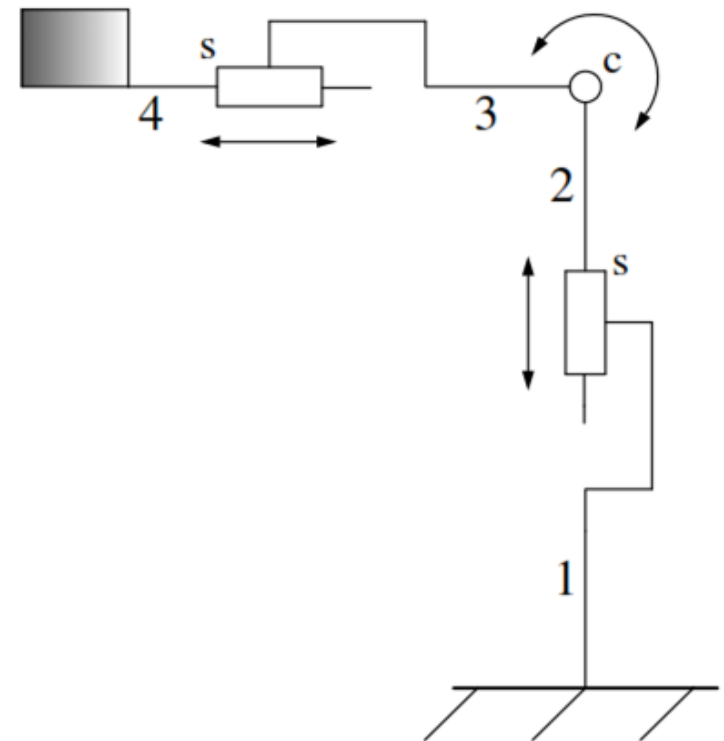
Peso: 1.5 kg

Carico massimo ventosa: 30kg



Fasi di realizzazione

Kinect



Catena cinematica equivalente

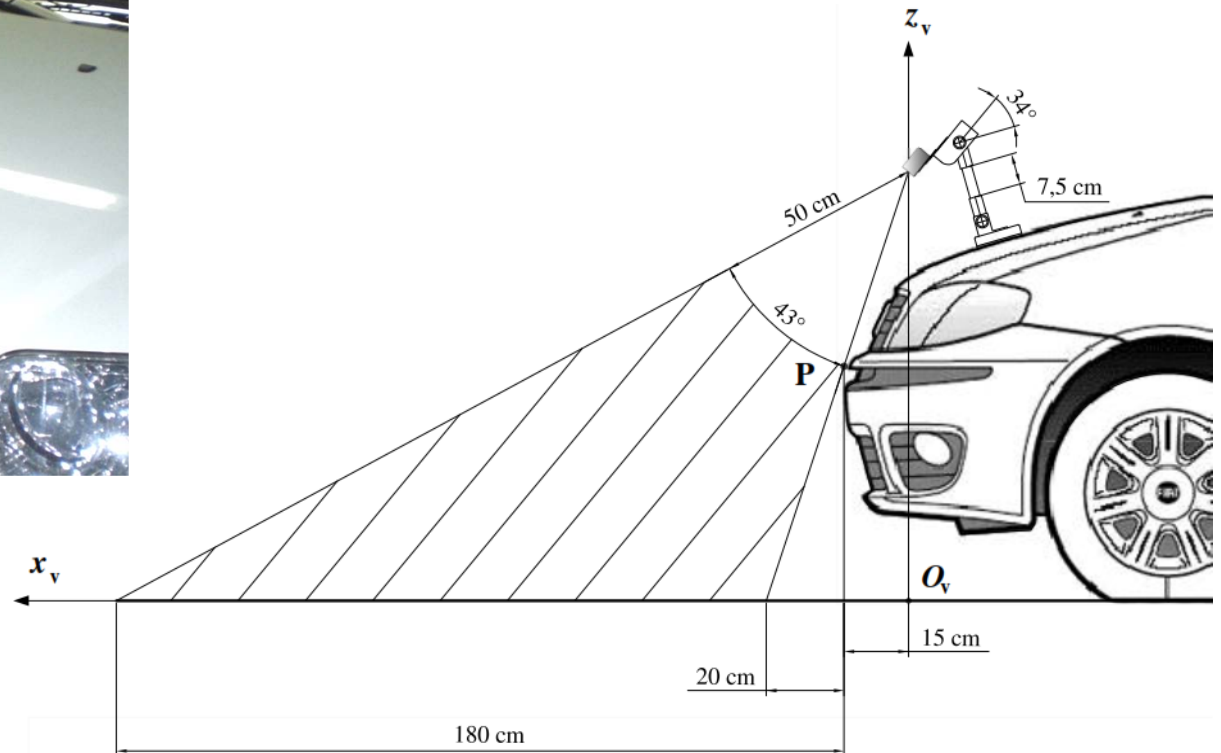


Supporto sensore

- Studio per l'individuazione della corretta configurazione del sistema.



Configurazione ottimale





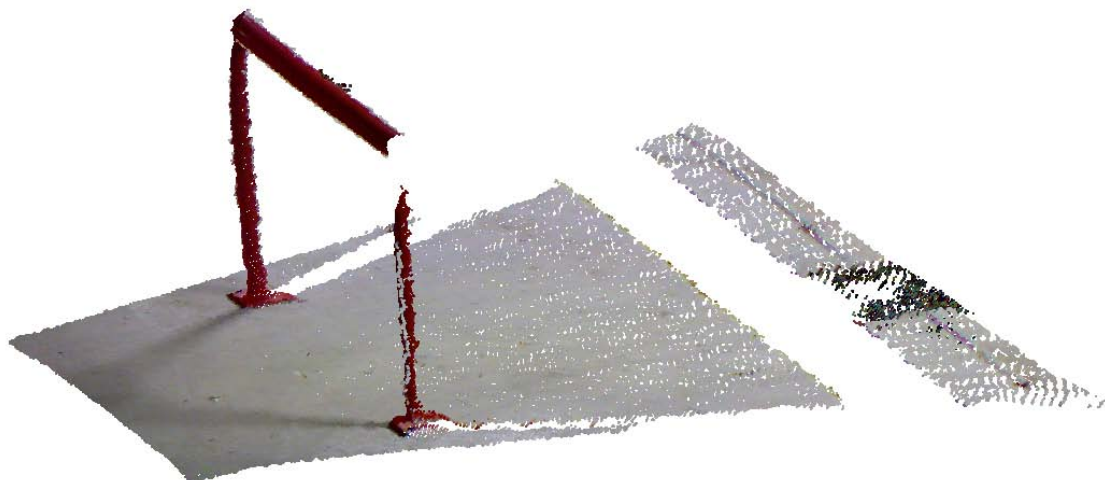
Algoritmo per il riconoscimento degli ostacoli

Obiettivo:

- Ottenere una mappa di “attraversabilità” facilmente interpretabile dal guidatore.

Idea di base:

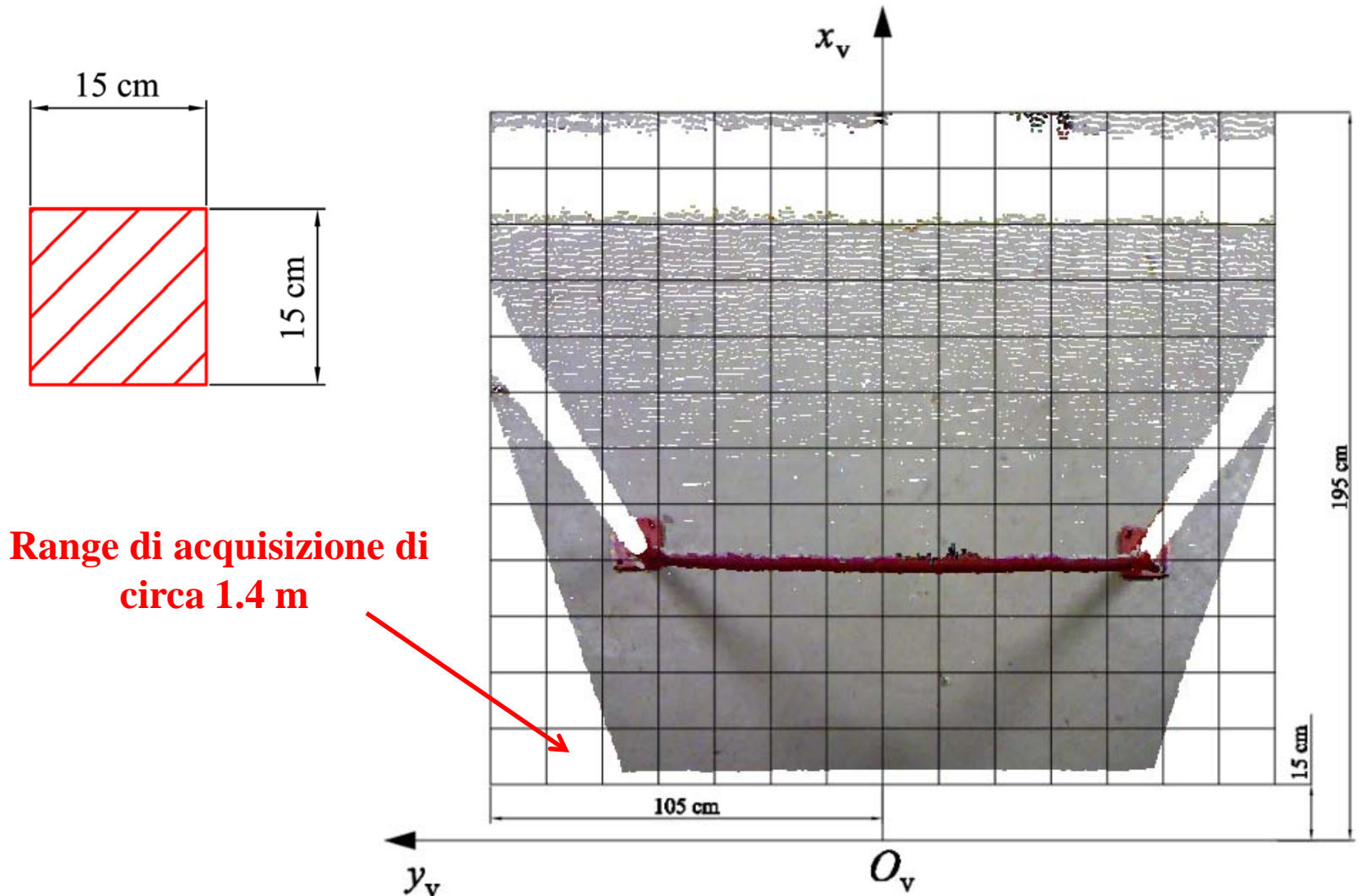
- Suddividere i punti 3D della nuvola acquisita dal sensore Kinect, per mezzo di una griglia 2D.
- Analizzare l’altezza dei punti appartenenti alle singole celle della griglia.
- Classificare ogni singola cella come “suolo”, “ostacolo” oppure “non definita”.





Griglia di riferimento e punti 3D nelle celle

- Studio per l'individuazione delle dimensioni della griglia e delle celle.
- Suddivisione dei punti 3D della nuvola all'interno delle celle.

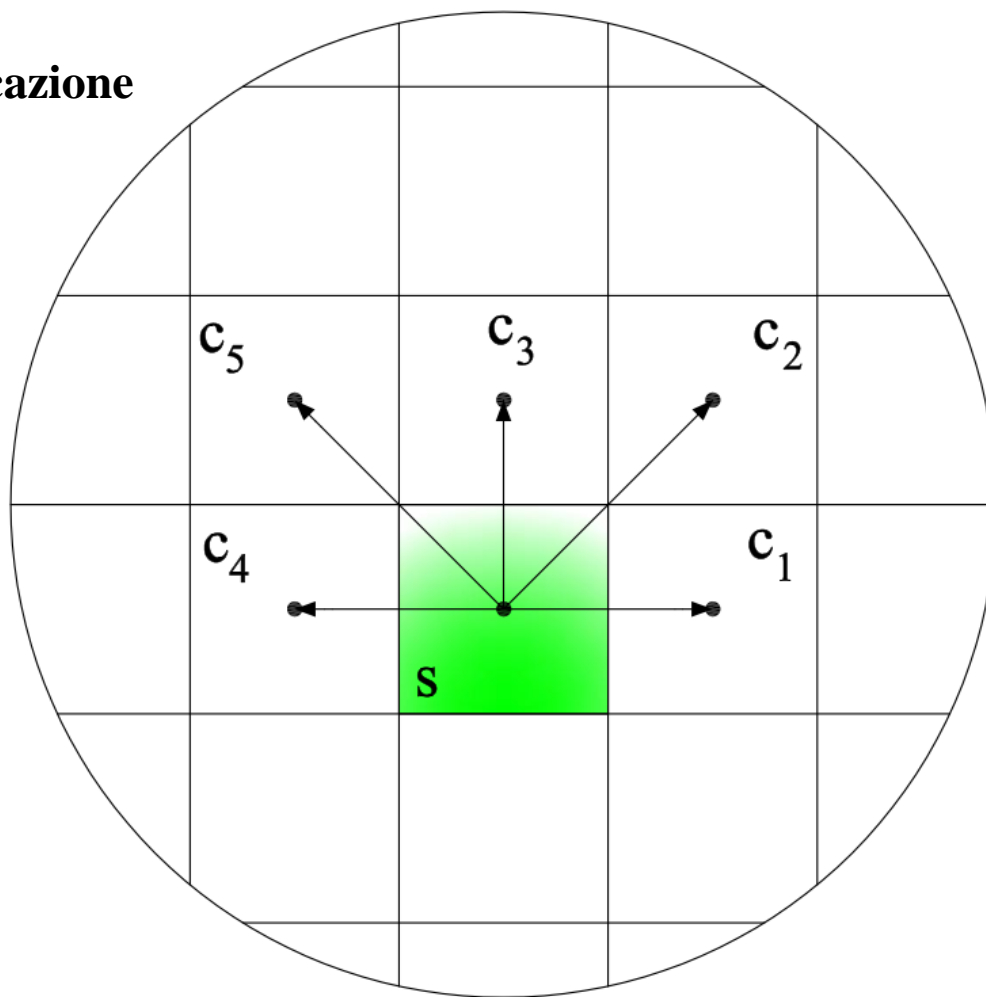




Classificazione delle celle

- Classificazione delle celle per mezzo dell'algoritmo *Breadth-First-Search (BFS)*.

**Sequenza di classificazione
delle celle**





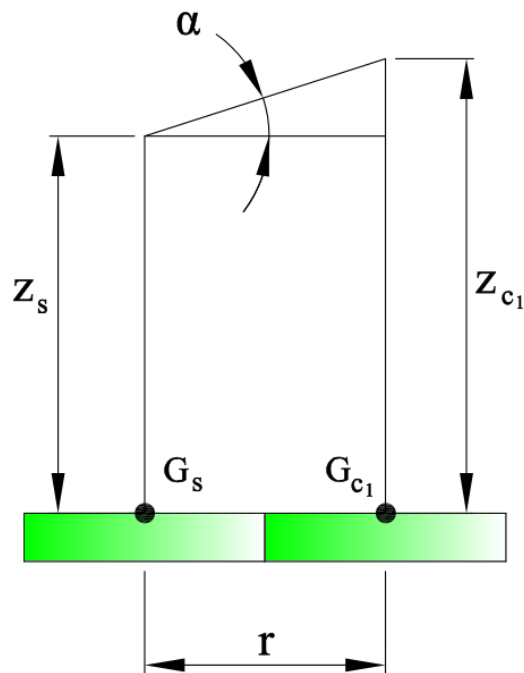
Classificazione delle celle

Condizione di attraversabilità

$$\alpha = \frac{|z_{c_1} - z_s|}{|r|}$$

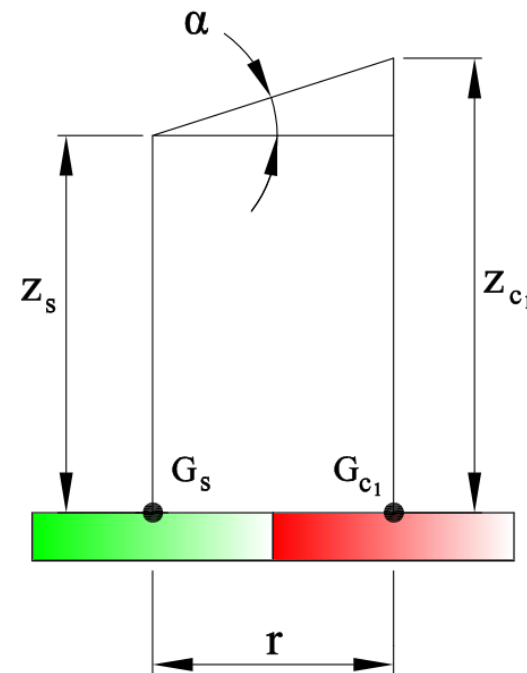
$$\alpha \leq 15^\circ$$

$$\Delta z \leq 8 \text{ cm}$$



$$\alpha > 15^\circ$$

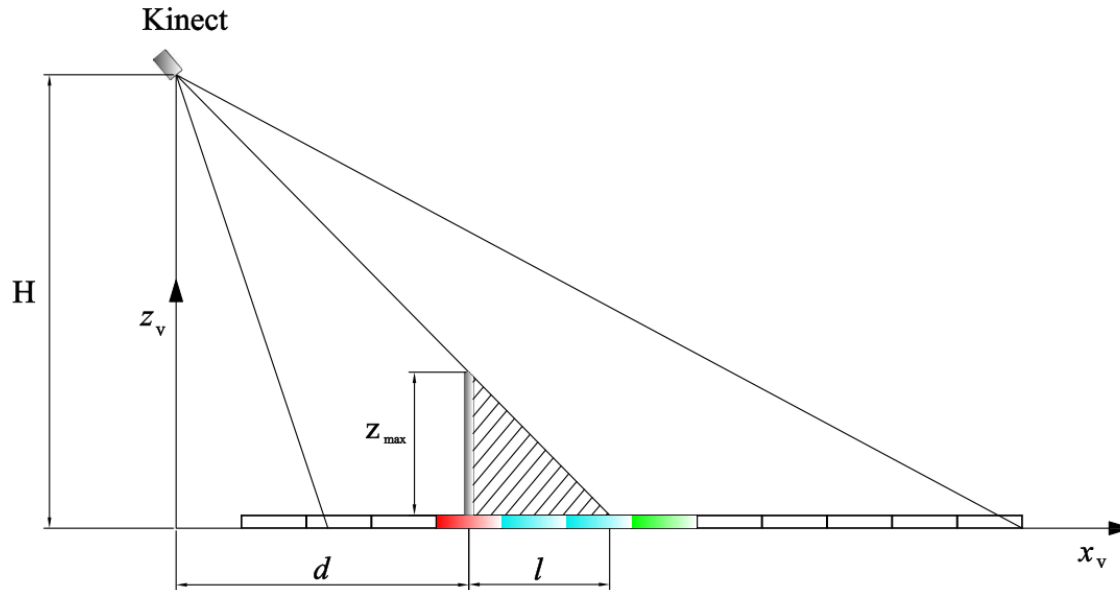
$$\Delta z > 8 \text{ cm}$$



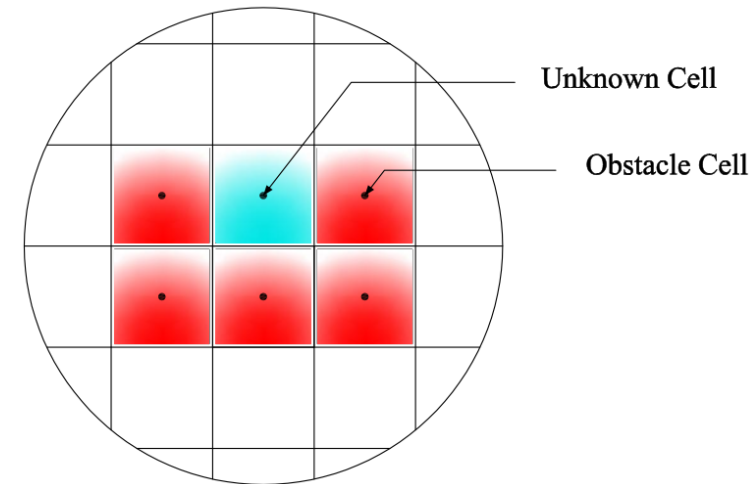


Tipologie di celle

- Ground Cells: colorate di **verde**, rappresentano le zone attraversabili in sicurezza dal veicolo.
- Obstacle Cells: colorate di **rosso**, rappresentano gli ostacoli.
- Unknown Cells: colorate di **ciano**, rappresentano le celle non classificate.



Celle occluse da un ostacolo



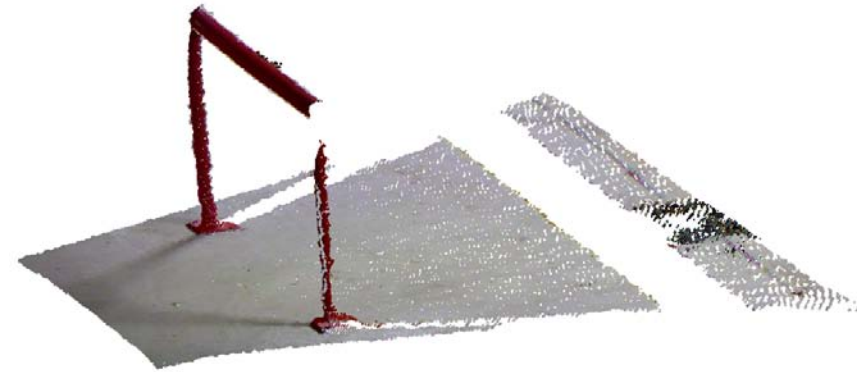
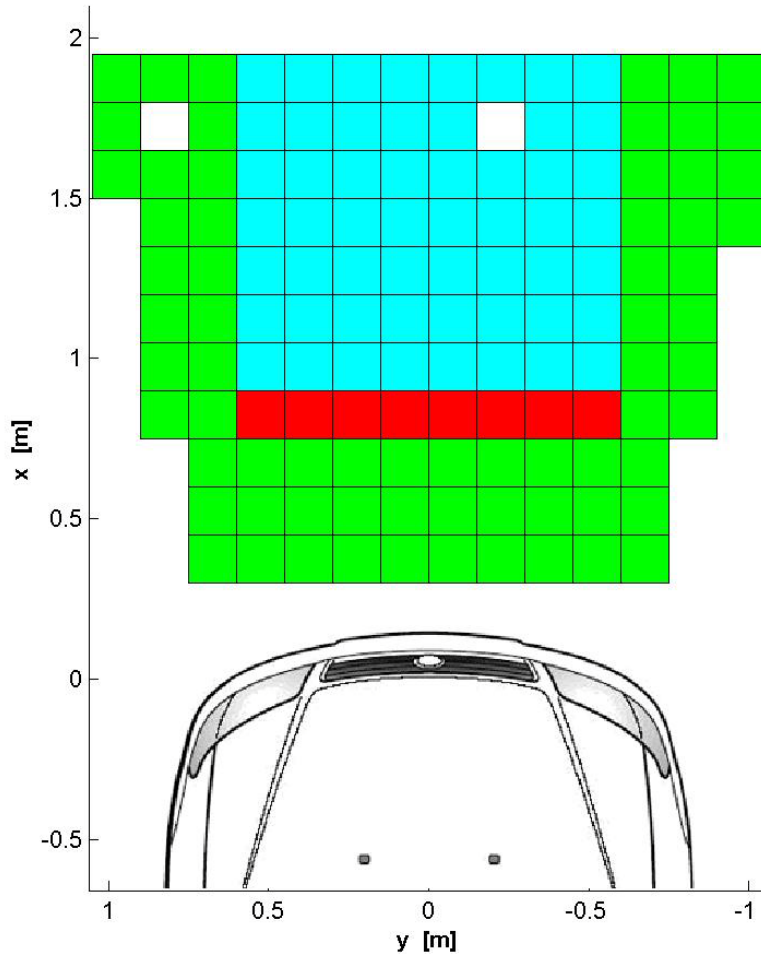
Celle non raggiunte dall'algoritmo



Parcheggio seminterrato: transenna

Nuvola di punti 3D

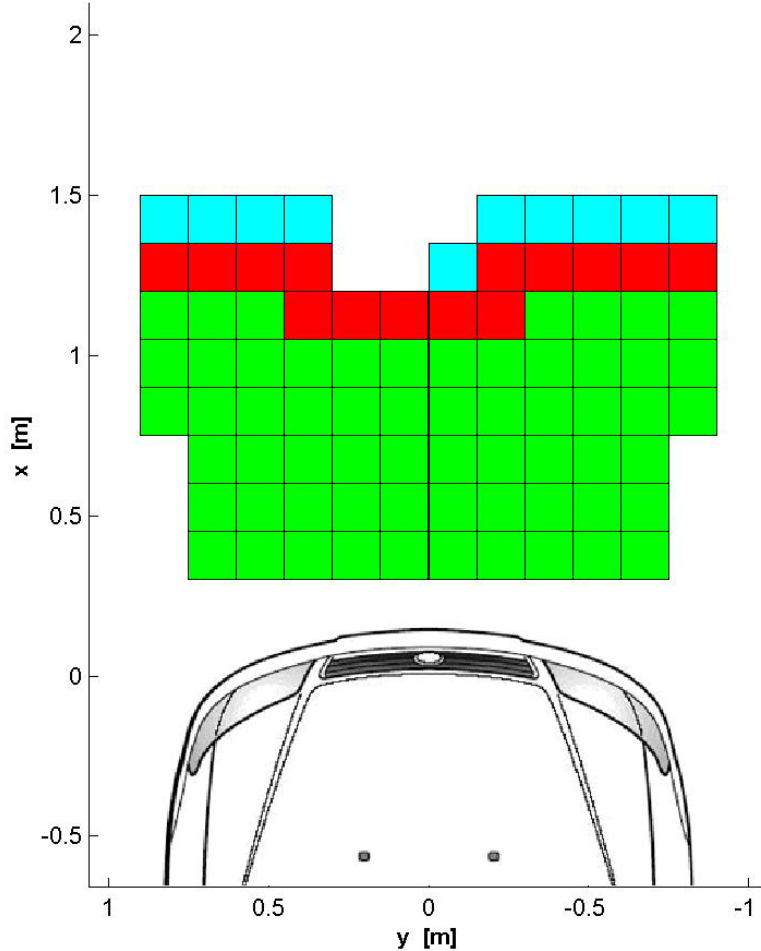
Mapa di attraversabilità



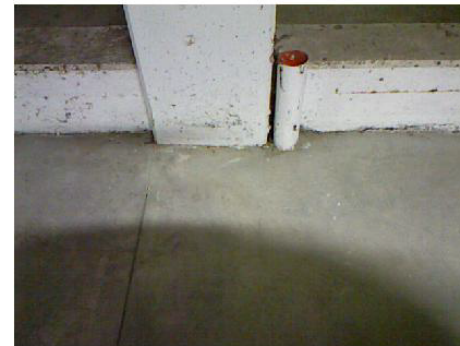


Parcheggio seminterrato: pilastro e cordolo

Mapa di attraversabilità



Nuvola di punti 3D

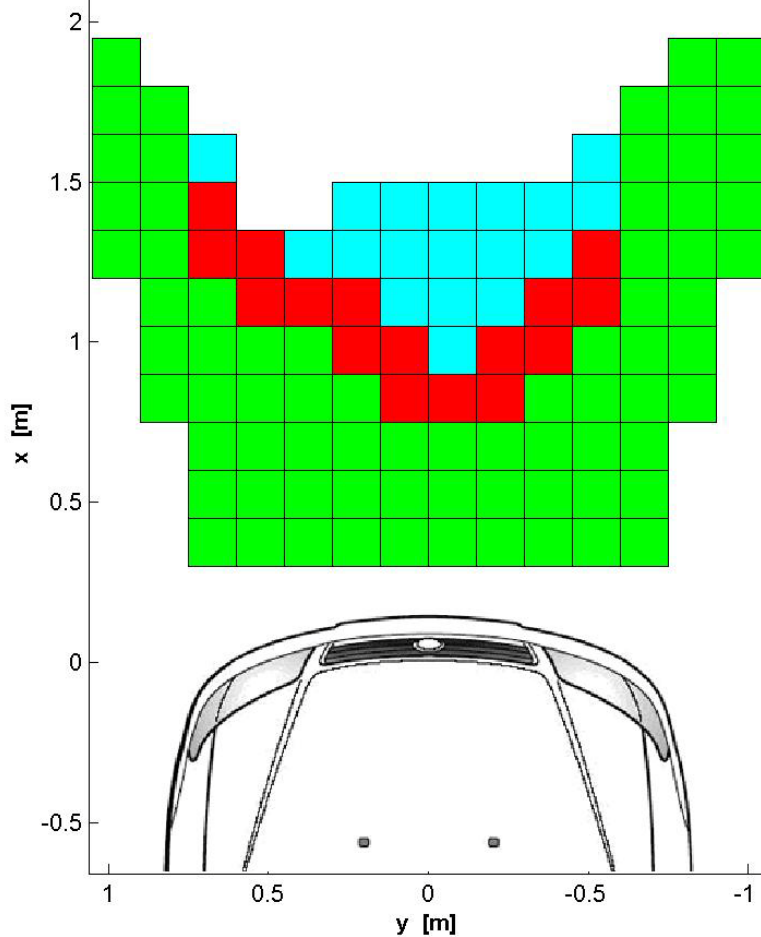




Parcheeggio esterno: veicolo in sosta

Nuvola di punti 3D

Mappa di attraversabilità



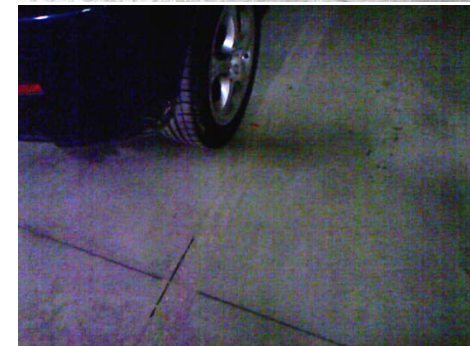
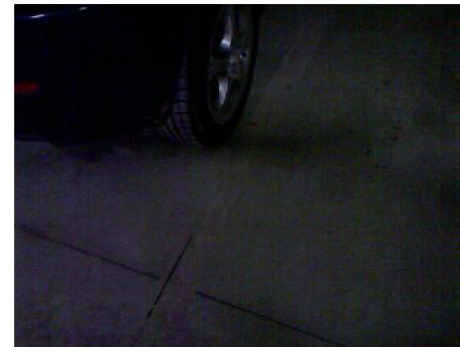
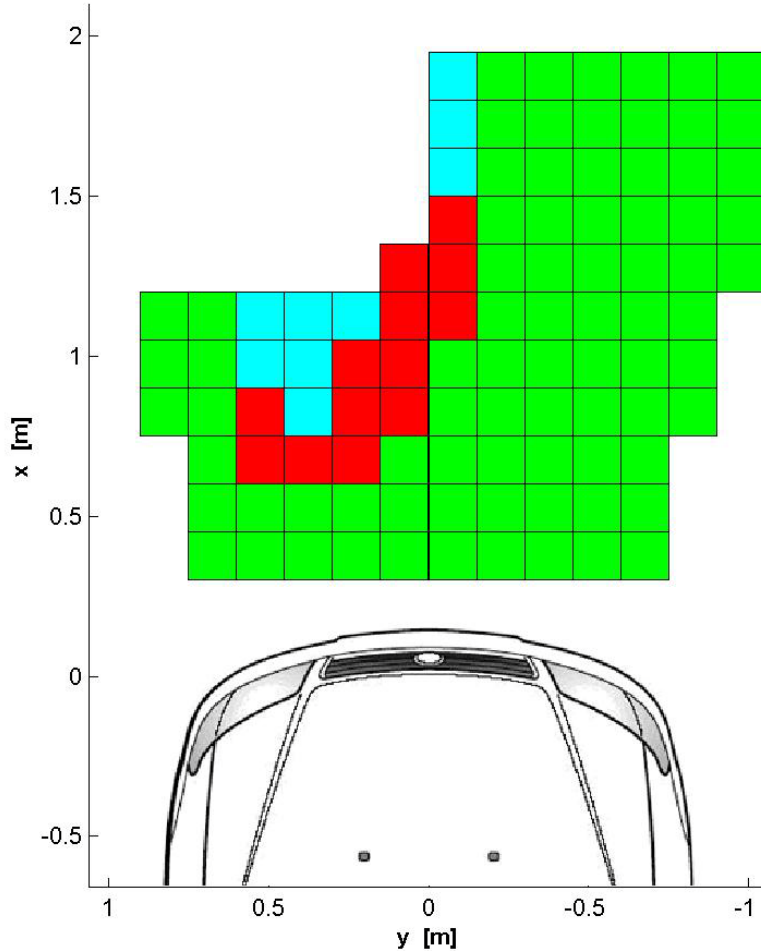


Parcheeggio interno: veicolo in sosta

Condizione di illuminazione ridotta

Nuvola di punti 3D

Mappa di attraversabilità





Conclusioni

- ✓ Il sistema proposto riconosce e segnala correttamente ostacoli **indipendente** da:
 - inclinazione superficie
 - estensione superficie
 - materiale costituente
- ✓ Il sistema funziona correttamente anche in condizione di ridotta illuminazione.
- ✓ Discreta predisposizione della tecnologia InfraRossa ad essere utilizzata:
 - nel campo automobilistico per il riconoscimento di ostacoli
 - nel campo dei veicoli a guida autonoma

Sviluppi futuri

- Criterio di classificazione delle celle basato sull'elaborazione statistica della distribuzione dei punti.
- Integrare il sistema proposto con altre tipologie di sensori.
- Soluzioni per eliminare le problematiche relative all'elevata sensibilità del sensore alla radiazione luminosa diretta.
- Implementazione del codice su piattaforme di programmazione di più basso livello (C++) per consentire un'applicazione real-time del sistema.