



Robotica Mobile

Percezione

Materiale tratto da: Introduction to Mobile Robotics, Univ. of Freiburg (Prof. Dr. Wolfram Burgard, Dr. Cyrill Stachniss, Dr. Giorgio Grisetti, Dr. Maren Bennewitz) e Mobile Robotics, Univ. of Oxford (Prof. Paul Newman)

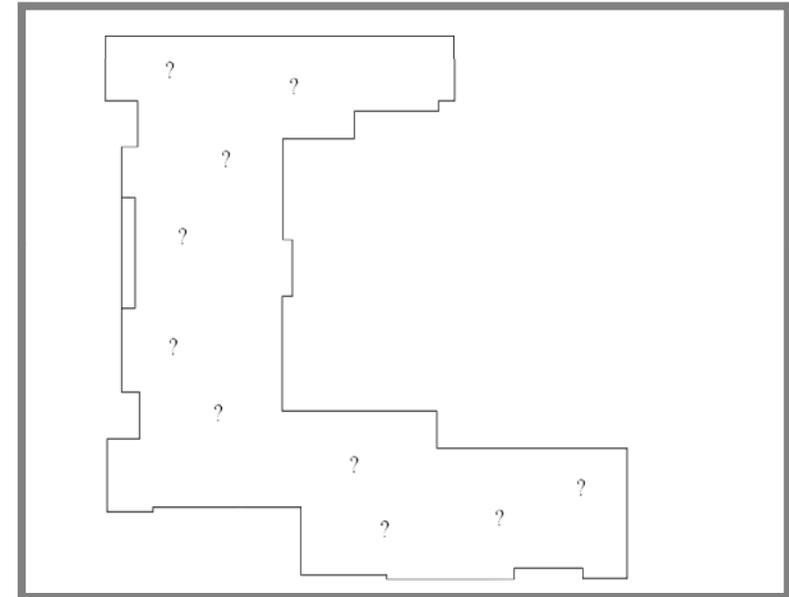


Come si fa a sapere dove si deve andare?

Come si fa a sapere dove si è?

Problemi della localizzazione e dell'autolocalizzazione

- Senza conoscere la propria posizione nell'ambiente, i compiti che un robot mobile è in grado di svolgere sono molto limitati.
- Un *sensore odometrico* per calcolare la posizione del robot nell'ambiente.
- Tutti i sensori montati su di un robot, in particolar modo l'odometro, sono soggetti ad imprecisione.





Un robot può localizzarsi:

- Misurando la propria posizione rispetto a punti di riferimento (Map-based positioning)
- Stimando la propria posizione in base al cammino fatto (dead reckoning)



Termine derivante dal gergo dei piloti RAF:

- Deduced reckoning = Navigazione stimata
- Da una posizione di partenza nota, la posizione attuale si deduce integrando il cammino percorso

Occorre conoscere:

- Direzione e spazio percorso
- Direzione, velocità e tempo trascorso
- Accelerazione e tempo trascorso
- Altro ...

Gli errori sono cumulativi



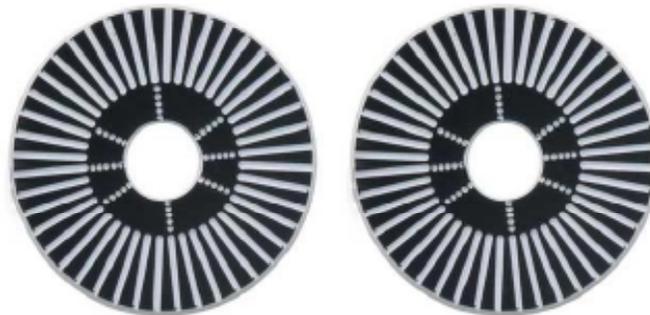
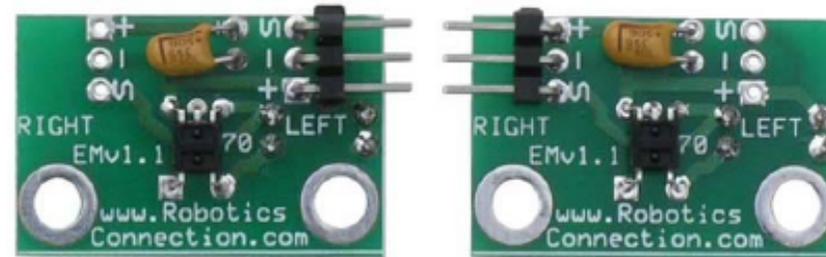
Odometria: misura degli spostamenti del robot dai movimenti delle ruote

Misuratori di velocità (sonar a effetto doppler)

Sensori orientamento: Bussole (magnetiche, giroscopiche)

Accelerometri: Unidirezionali, Piattaforme inerziali

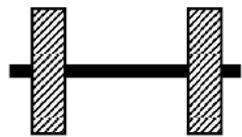
These modules require +5V and GND to power them, and provide a 0 to 5V output. They provide +5V output when they "see" white, and a 0V output when they "see" black.



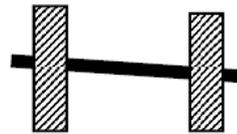
These disks are manufactured out of high quality laminated color plastic to offer a very crisp black to white transition. This enables a wheel encoder sensor to easily see the transitions.

Il tracciamento della posizione del robot non è affidabile. Errori accumulati:

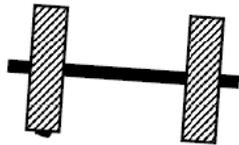
- scivolamenti,
- rotazioni,
- approssimazioni, etc.



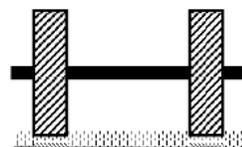
ideal case



different wheel diameters

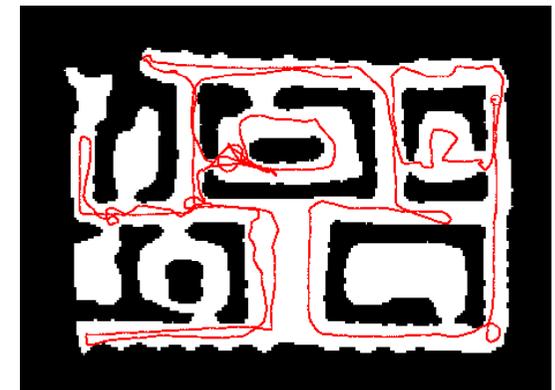
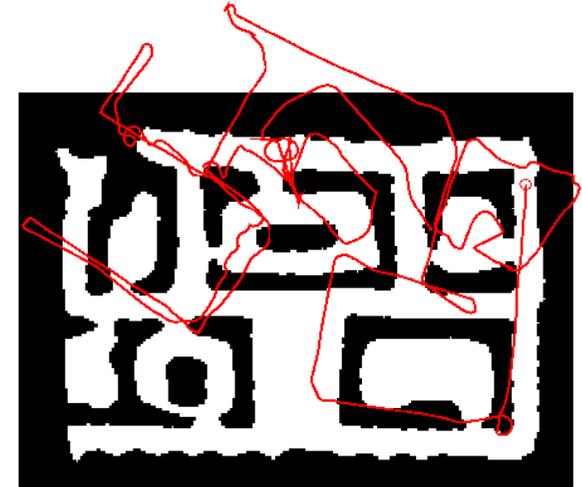
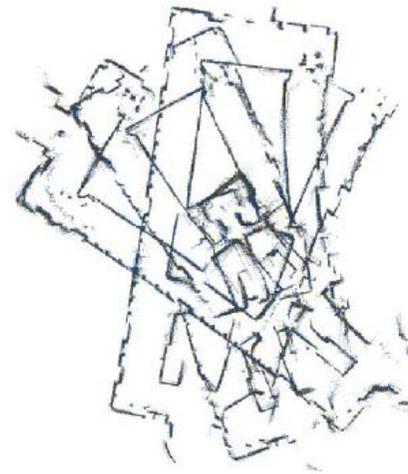


bump



carpet

and many more ...





Per permettere al robot di svolgere in maniera efficiente i propri compiti bisogna:

- Fornire una mappa dell'ambiente in cui deve operare.

PRO: la mappa è estremamente precisa

CONTRO: Il robot può operare solo in quel particolare ambiente

- fornire gli strumenti adatti per creare autonomamente tale mappa.

PRO: Il robot può operare in qualunque ambiente

CONTRO: la mappa può risultare meno precisa



Problema del Positioning:

Posizionamento con mappe pre-esistenti;

Problema SLAM:

Simultaneous Localization and Mapping: posizionamento in mappe costruite dal robot durante la navigazione.

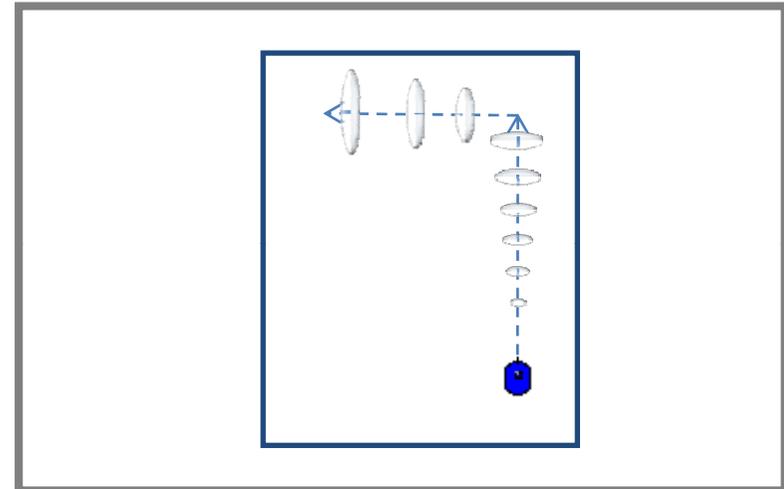
Riconoscimento topologico e riconoscimento geometrico

Landmark: oggetti rilevanti, punti salienti

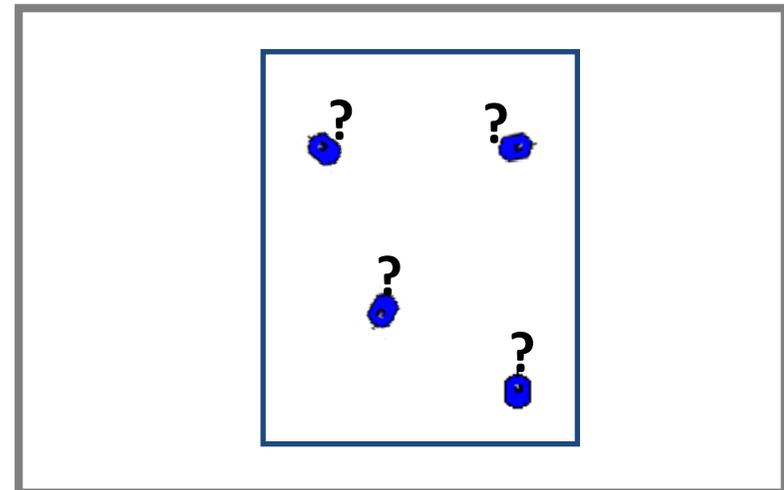
- Fissi;
- Facili da trovare;
- Posizionabili sulla mappa.



- Position Tracking
 - Posizione iniziale nota
 - Incertezza posizionale locale
- Global Localization
 - Posizione iniziale sconosciuta
 - Incertezza posizionale globale
 - Kidnapped Robot



Position Tracking



Global Localization



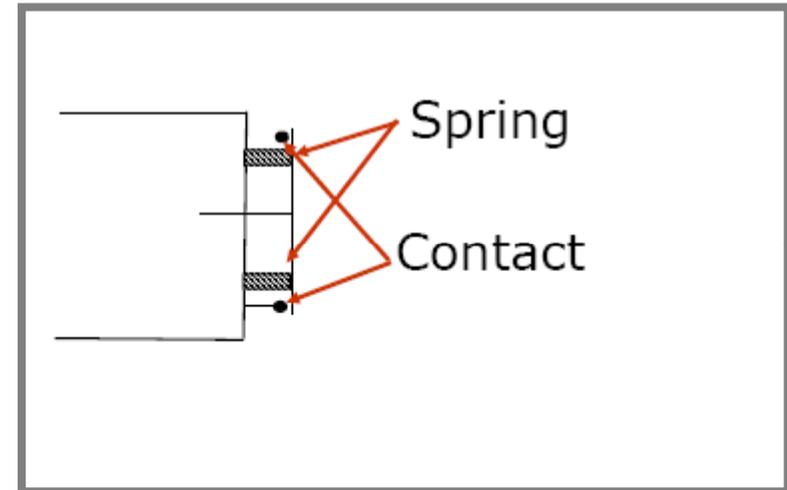
- **Sensori di Contatto:** Bumpers
- **Sensori Interni:**
 - Accelerometers (spring-mounted masses)
 - Giroscopio (spinning mass, laser)
 - Bussola, inclinometers (campo magnetico, gravità)
- **Sensori di Prossimità:**
 - Sonar (tempo di volo)
 - Radar (fase e frequenza)
 - Laser range-finders (triangolazione, tof, fase)
 - Infrarosso (intensità)
- **Sensori Visuali:** Telecamera
- **Sensori Satellitari:** GPS.



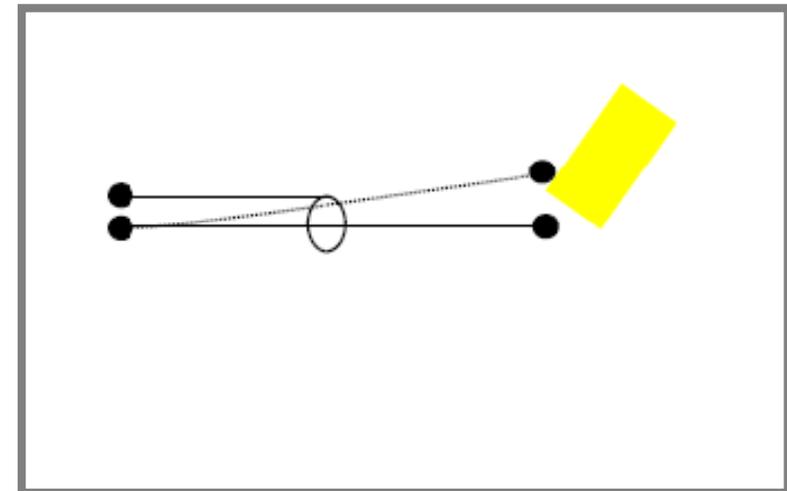
- **Sensori Attivi:**
 - Ultrasuoni;
 - Laser Range Finder;
 - Infrarosso;

- **Sensori Passivi:**
 - Telecamera;
 - Contatto;
 - ...

- **Bumper:**



- **Sensori tattili:**



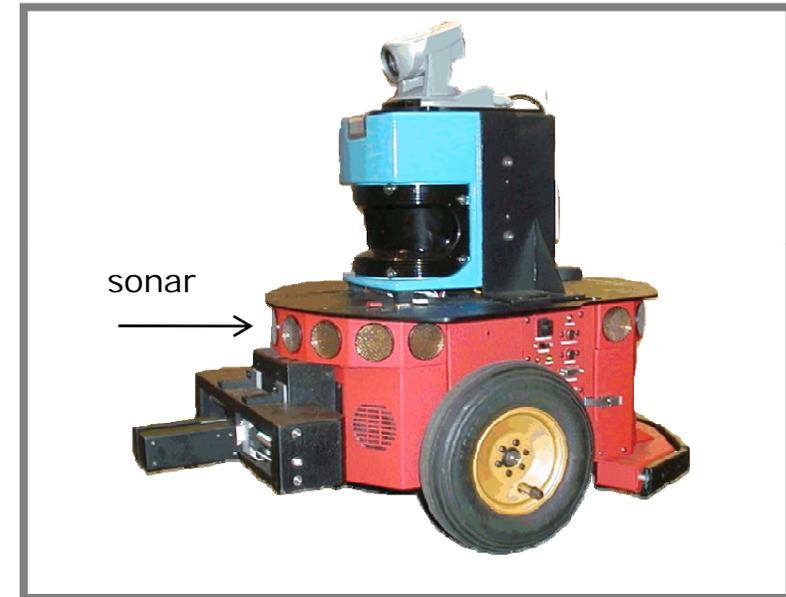
Emettono un segnale ad ultrasuono:

- Attesa eco
- Calcolo tempo di volo
- Distanza:

$$d = v \times t / 2$$

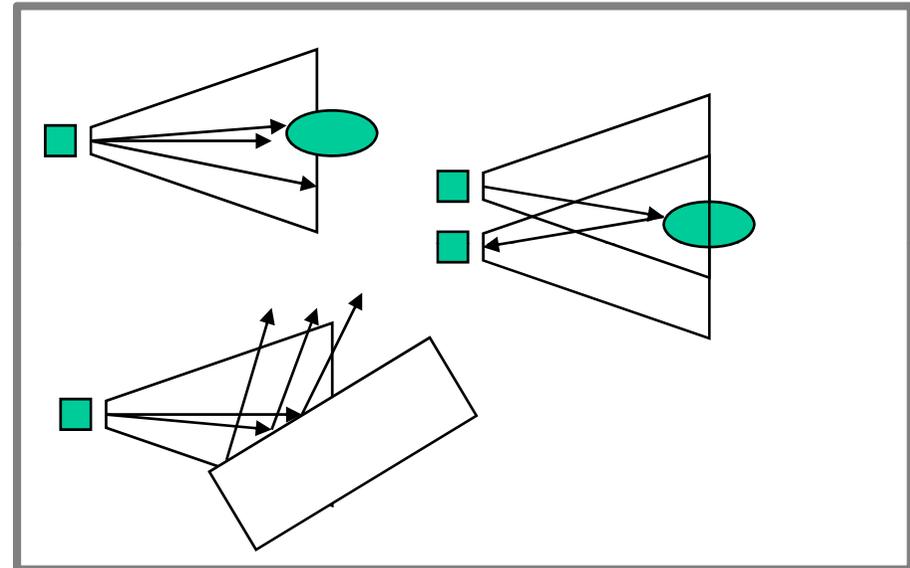
v: velocità del segnale

t: tempo passato dalla diffusione del segnale ed eco ricevuto.



Cause di errore:

- Angolo Aperto
- CrossTalk
- Riflessione Speculare



Cause di errore sonar

- Angoli di 15 gradi
- 24 sensori per 360 gradi.
- Se range massimo di 10m
- Tempo di volo: $2 * 10 / 330 = 0.66 \text{sec}$
- Scan completo: 1.45 secs
- Per update più frequenti sensori paralleli.
- Questo aumenta il crosstalk

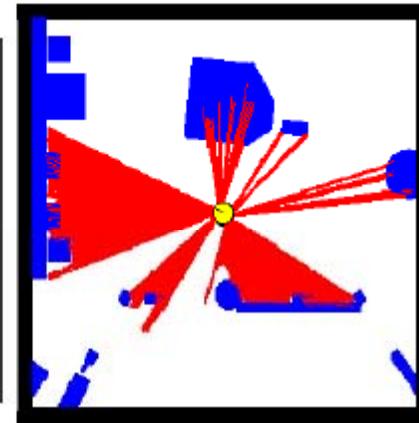
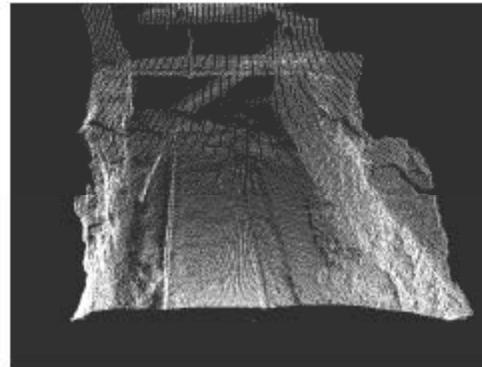
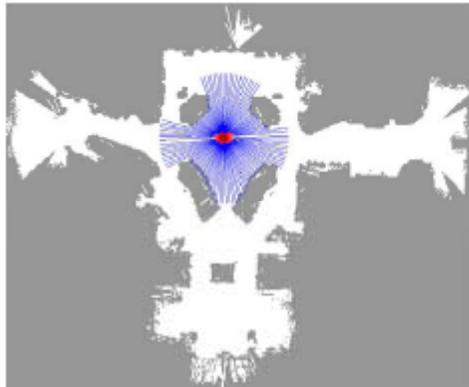
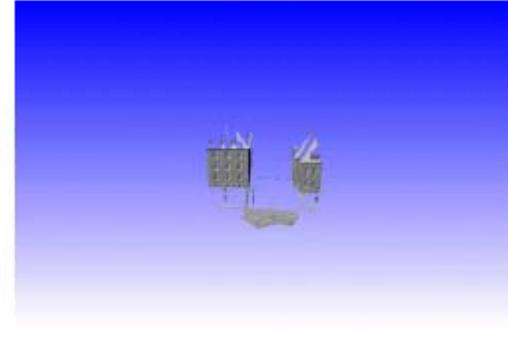
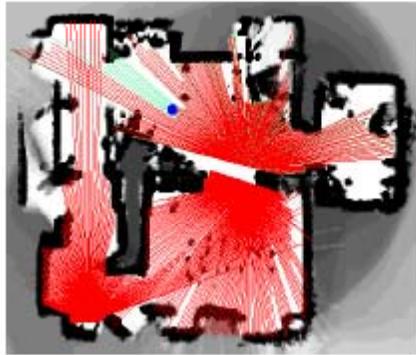


Laser Range Scanner

- Alta precisione
- Ampio campo di vista
- Sicurezza nel collision avoidance



Typical Scans



- Tipico profilo di un Range Scanner Laser (SICK su robot mobile)
- Es. SICK LRS:
oltre 180 gradi e fino a 80 metri,
risoluzione angolare da 1...0.25 gradi.
Lo scan data è di 181 scan points a
distanza di un grado. Tempo di risposta
13...53 ms

