



Università degli Studi di Parma

Corso di laurea in Ingegneria Informatica

A.A. 2004 - 2005

Robotica

ROOMBA: ANALISI DI UNA ARCHITETTURA REATTIVA

Docenti:

Prof. Monica Reggiani

Prof. Stefano Caselli

Dario Lodi Rizzini
Simone Scaffardi

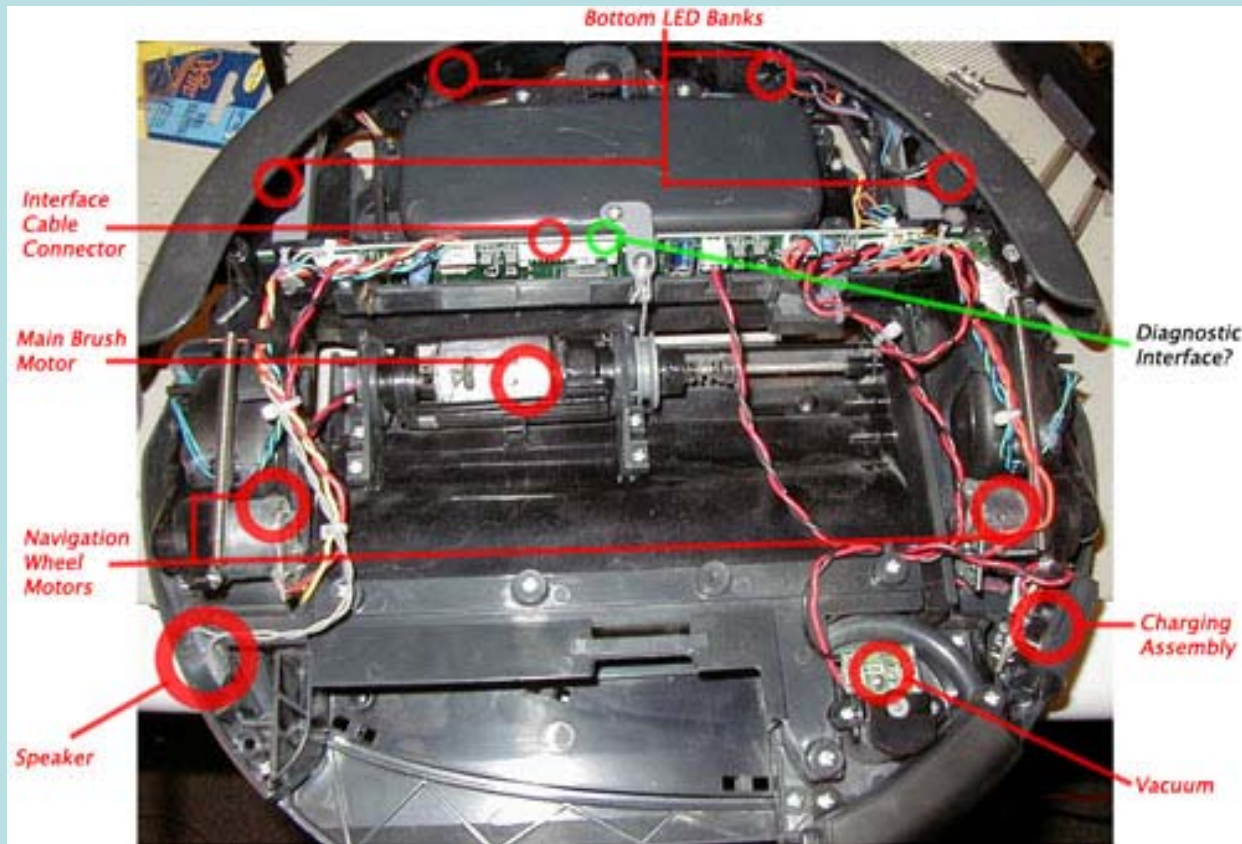


Sommario

- Hardware: sensori ed attuatori
- Analisi dei Comportamenti
- Modello per Player-Stage



Componenti interni (1)

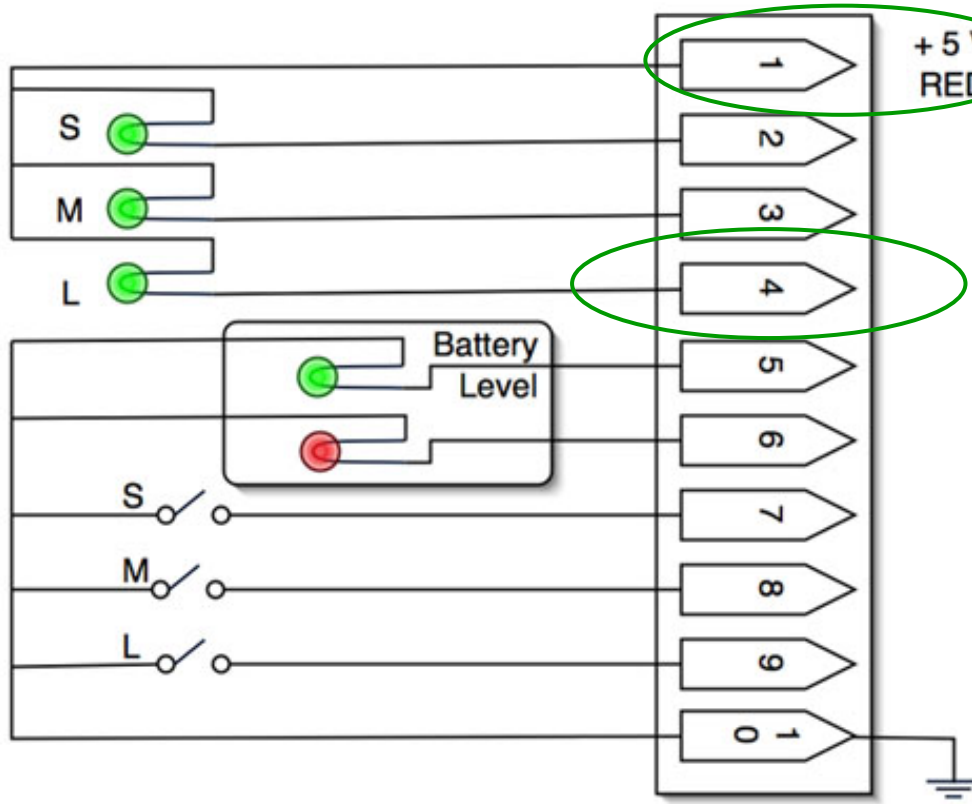


Da notare la pin port No 4 (in verde) non usata. Forse è un'interfaccia di diagnostica/programmazione.



Componenti interni (2)

User Interface Wiring Diagram



+5 V
RED

Filo rosso

Diagnostica/
programmazione



Sensori (1)

- Quando viene urtato il bumper frontale, viene coperto il foro di un emettitore IR. Questo causa un cambiamento di potenziale di 5 Volts sul contatto del collettore di un fototransistor, segnalando al processore l'evento "bump".
- L'anodo è a un potenziale costante di 1.25 Volts



Sensori (2)

- Il robot usa anche due emettitori IR frontali per assistere la propria navigazione





Sensori (3)

- Processando gli impulsi IR riflessi, emessi frontalmente, il robot riesce a eseguire task del tipo “wall-following”.
- Sensori IR interni interagiscono con unità di “muro virtuale” per restringere il campo d’azione del robot ad aree fissate





Movimenti

- I comportamenti di Roomba, essendo la navigazione il compito da espletare in modo *intelligente*, possono essere espressi come *combinazione di movimenti semplici*.
- Sono essenzialmente possibili:
 - moti traslazionali
 - moti rotazionali intorno all'asse
- Nel seguito diamo una classificazione dei vari comportamenti composti.



Comportamenti (1)

- *Quadrant*: registrazione della posizione iniziale dell' "eye spot" di Roomba all'inizio di ogni comportamento
- *Spirale a destra o a sinistra*: combinazione di rotazione di 90° e di moto traslazionale
- *Spin a destra o a sinistra*: rotazione stazionaria (i.e. il baricentro non si sposta) di almeno 360°
- *Sterzata a destra o a sinistra*: rotazione stazionaria di un angolo pari almeno a 45° ed inferiore a 360°



Comportamenti (2)

- *Movimento in avanti*: movimento puramente traslazionale in avanti (quindi senza rotazione o l'azione di un altro comportamento)
- *Inseguimento del bordo*: movimento parallelo ad un muro o ad un ostacolo per 2 o più secondi a meno di 3.8 cm (il doppio dell' "eye spot") dal muro; può essere:
 - *diritto a destra/sinistra*
 - *"shimmying"/ bumping a destra/sinistra*



Osservazioni sui comportamenti

- La classificazione presentata è stata costruita partendo da osservazioni: l'identificazione di un comportamento è arbitraria.
 - Es.: i comportamenti rotazione e movimento in avanti possono essere considerati un unico comportamento.
- Non sono reperibili informazioni sulle relazioni tra i vari comportamenti (collegamenti fra i vari blocchi, punti di inibizione, ecc.).
- Si è fatto ricorso alla simulazione per verificare le interazioni.



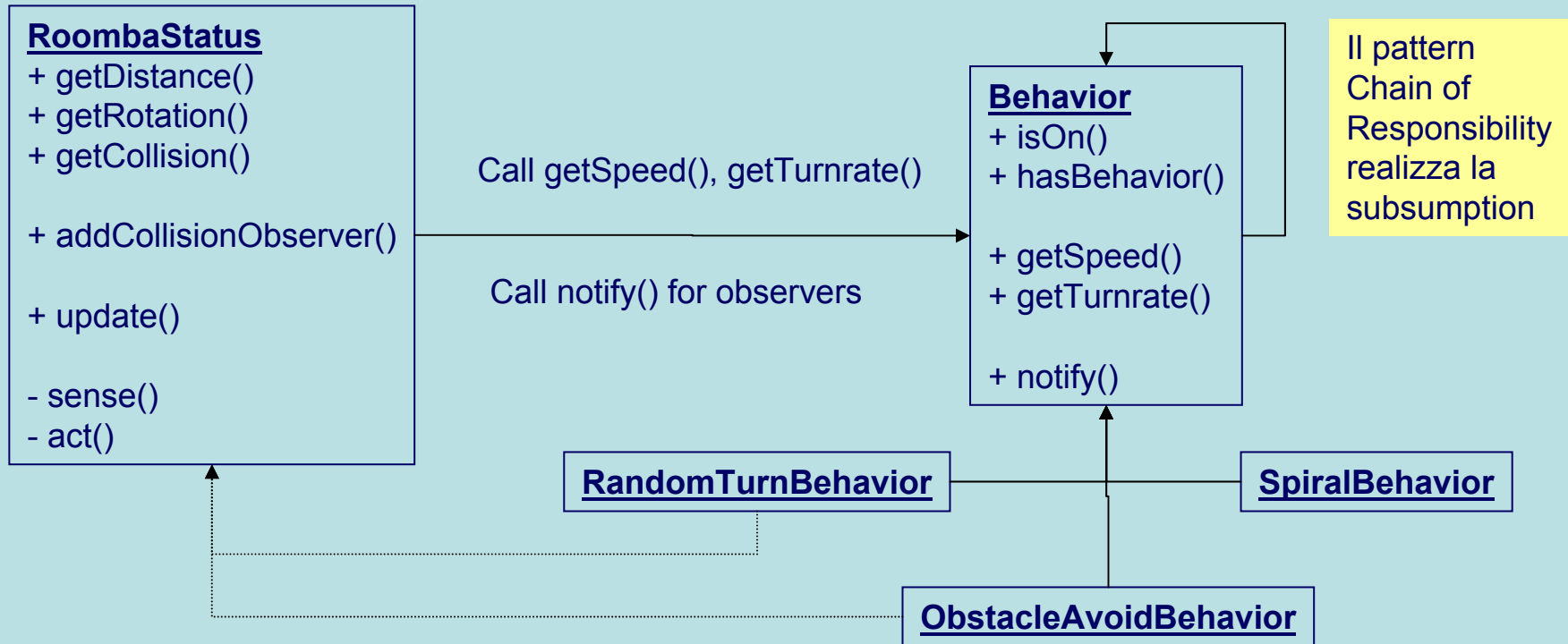
Simulazioni

- Abbiamo provato ad implementare un modello di Roomba usando il framework *Player-Stage*.
- Sono state introdotte alcune semplificazioni:
 - *spaziali* (es. la forma ottagonale del modello spaziale)
 - *nei sensori* (il bumper non è supportato)
 - *nel codice* (es. per correggere gli effetti delle semplificaz.)
 - *nei comportamenti*: solo alcuni sono stati implementati
 - movimento a spirale
 - allontanamento dagli ostacoli (sterzata + avanzamento)
 - spin



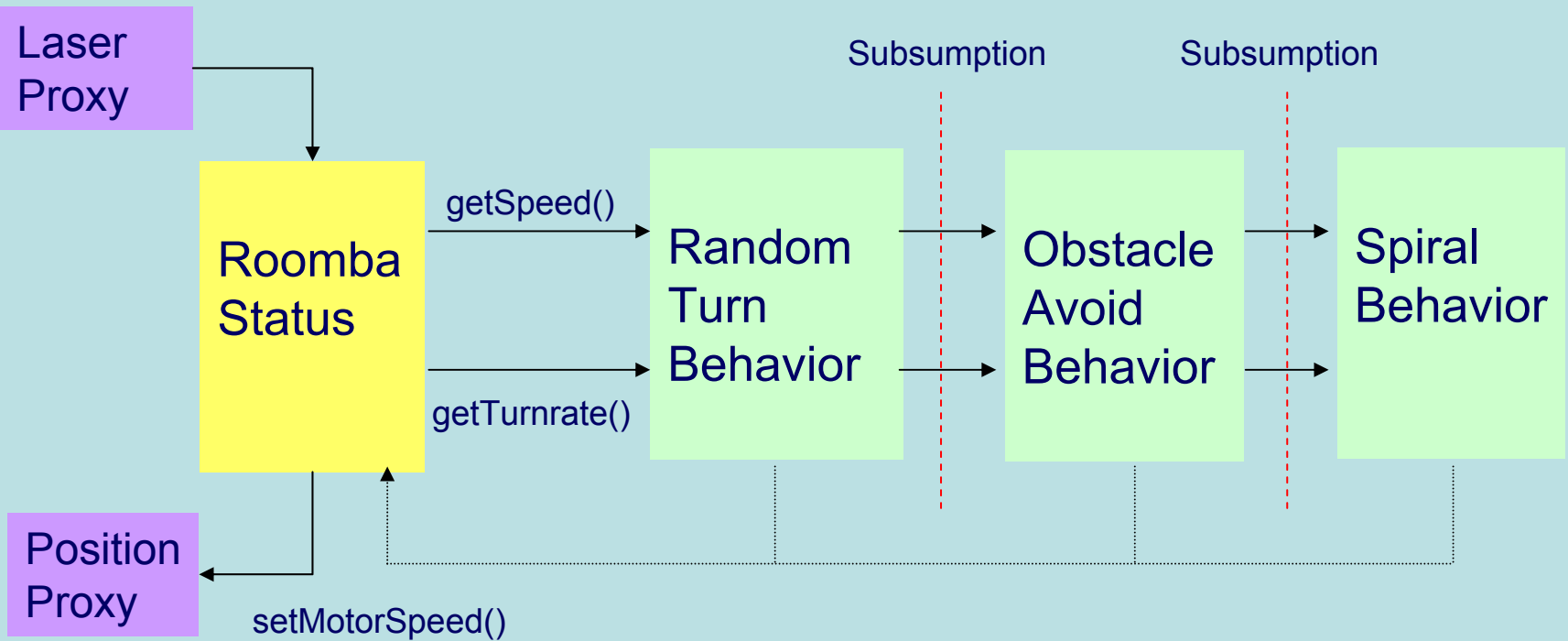
Implementazione del modello

- L'architettura reattiva del modello è realizzata con oggetti C++.



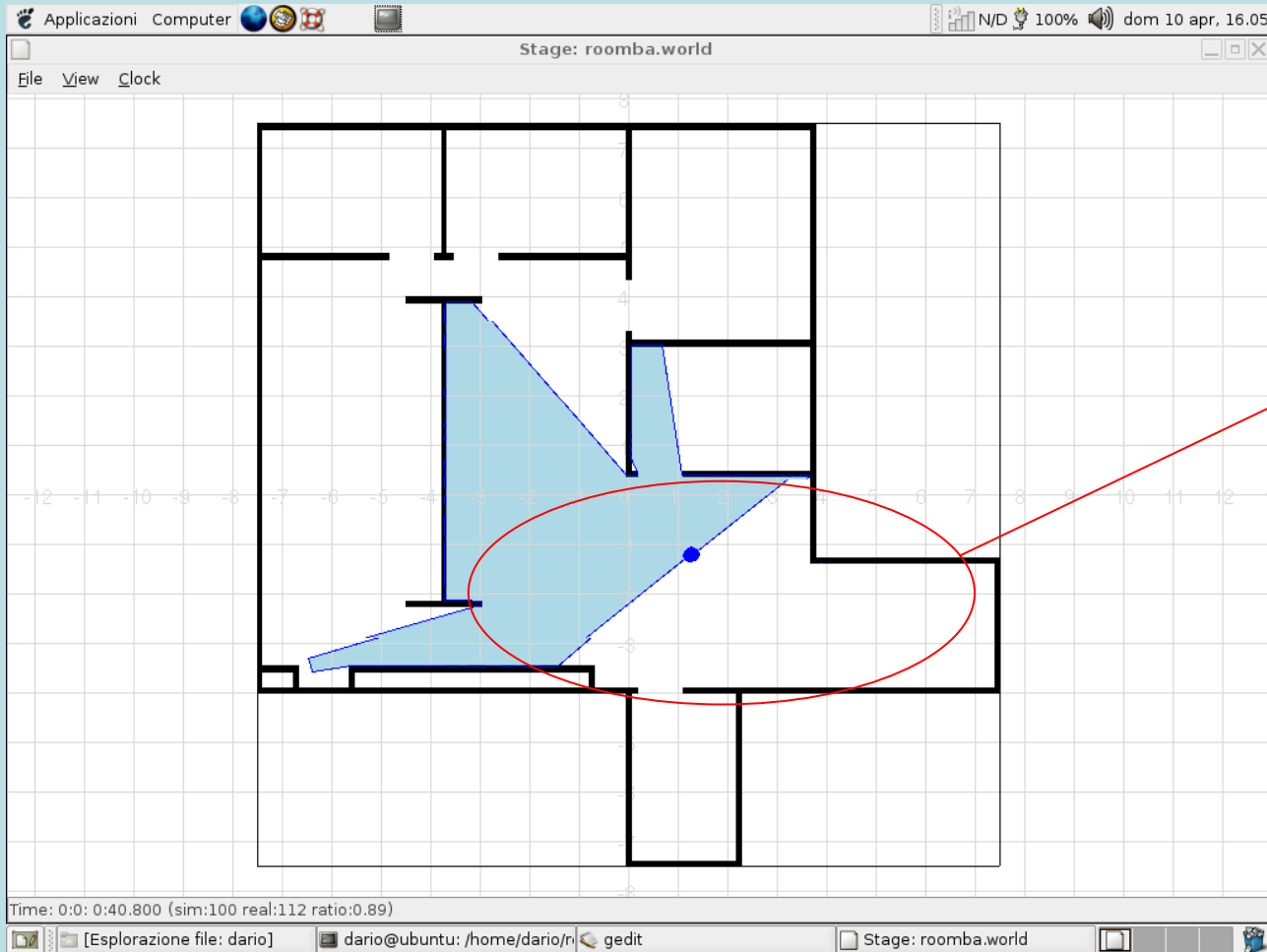


- La gerarchia dei comportamenti.





Esempio di simulazione



Area
effettivamente
esplorata



Conclusioni sulle simulazioni

- La realizzazione dell'architettura reattiva è effettivamente *incrementale e flessibile* (pattern *Chain of Responsibility*) ma non consente a due o più comportamenti di manifestarsi contemporaneamente.
- L'area esplorata è soltanto una minima parte del mondo accessibile al robot.
 - *SpiralBehavior* e *ObstacleAvoidBehavior* sono totalmente deterministici;
 - manca il comportamento di inseguimento del bordo che consentirebbe di evitare la stazionarietà.
- I comportamenti di Roomba e la loro interazione è complessa.



Riferimenti

- Roomba page presso la iRobot
 - http://www.irobot.com/consumer/why_roomba.cfm
- Roomba Comunity Home Page
 - <http://www.roombacommunity.com/>, <http://www.tla.org/roomba/>
- Prof. Tim Cannon, University of Scranton
 - <http://academic.scranton.edu/faculty/cannon/methods04/>
- Player/Stage project page
 - <http://playerstage.sourceforge.net>