

**Sistemi (multi)-robotici in ambiente domestico:
strumenti e prospettive**

Daniele Nardi

Dipartimento di Informatica e Sistemistica
Università di Roma "La Sapienza"
nardi@dis.uniroma1.it, www.dis.uniroma1.it/~nardi

Trento, Dicembre 2003

Sommario

1. Motivazioni
 2. [Sistemi Multi-Robot](#)
 3. [Cooperazione e coordinamento](#)
 4. Sperimentazione in ambito RoboCare
-

Perché mai molti robot?

- robot si inserisce "facilmente" nell'ambiente
- funzionalità distribuite (multi-elettrodomestici ...)
- ambiente ricco di dispositivi

Sistema multi robot domestico è costituito da un insieme di dispositivi (robotici e non), che offrono e richiedono servizi.

Sistemi multi-robot

Multi-robot non è una "banale estensione" del singolo robot.

Multi-robot non è un "semplice caso particolare" di sistema multi-agente

Elementi principali di classificazione

- Cooperazione
 - Consapevolezza degli altri
 - Coordinamento (Protocollo)
 - Organizzazione (Centralizzata/Distribuita)
-

Ulteriori elementi di classificazione

- Comunicazione (diretta/indiretta)

- Composizione (Omogenea/Eterogenea)
 - Architettura (Reattiva/collettivamente deliberativa)
 - Dimensione
-

I sistemi multi-robot per applicazioni domestiche

Cooperativi, Consapevoli, Fortemente coordinati e Distribuiti

Eterogenei, piccole dimensioni, con comunicazione diretta, collettivamente deliberativi

Cooperazione e coordinamento

Caratteristiche del sistema multi-robot

- *Coordinamento basato sulla comunicazione esplicita*
 - *Autonomia (anche in assenza di comunicazione)*
 - *Eterogeneità dei robot*
-

Comunicazione

- Rete wireless (molte opzioni possibili)
- Protocollo di comunicazione basato
- Tempo garantito per la comunicazione

La modalità ed il protocollo di comunicazione sono abbastanza indipendenti dal coordinamento.

Protocollo di comunicazione (un esempio)

Coordination protocol
Message exchange protocol
Broadcast communication protocol
UDP-IP protocol

Cooperazione/Collaborazione/Coordinamento

- Distribuzione dei compiti
- Sincronizzazione ed uso di risorse in *mutua esclusione*

La mancanza di conoscenza sull'ambiente complica molto le cose.

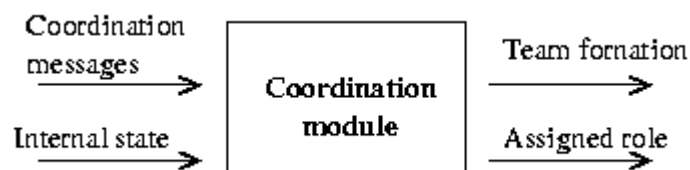
Distribuzione dei compiti

- Compiti = *ruoli*
 - Strategia = *formazione*
 - L'autonomia richiede una tecnica distribuita
 - Lo scambio dei ruoli deve avvenire in modo dinamico
 - La scelta della formazione è pure dinamica (ma a frequenza più bassa)
-

Coordinamento

Selezione dinamica di:

- *formazione*
- *ruolo*



Protocollo di coordinamento tramite assegnazione dei ruoli (esempio del calcio)

Formazione: (attaccante, difensore, appoggia_attacco)

1. Ogni robot comunica quanto bene riesce a svolgere ciascuno dei ruoli
2. In base ai valori ricevuti ciascun robot determina il proprio ruolo

Occorre garantire:

- la selezione di almeno un ruolo
 - la stabilità delle decisioni
-

Parametri di valutazione

- Frequenza di cambiamento dei ruoli
- Distribuzione dei ruoli
- Occupazione dell'area di lavoro
- Tempi di risposta

Sperimentazione

- simulazione
- set-up sperimentale

[Distribuzione di ruoli nel calcio](#)

Coordinamento tramite sincronizzazione

La distribuzione dei compiti determina il ruolo (goal) del singolo robot.

La sincronizzazione delle azioni richiede di entrare nel merito della *architettura cognitiva* del robot.

La pianificazione delle azioni del robot deve tener conto del comportamento degli altri robot.

Sincronizzazione delle azioni per i conflitti sulle risorse

Piano con:

- azioni di verifica delle condizioni di sincronizzazione (con attesa)
- acquisizione e rilascio delle risorse

Comunicazione tra i robot semplifica la verifica delle condizioni di sincronizzazione

Esempio:

passaggio attraverso una "strettoia"

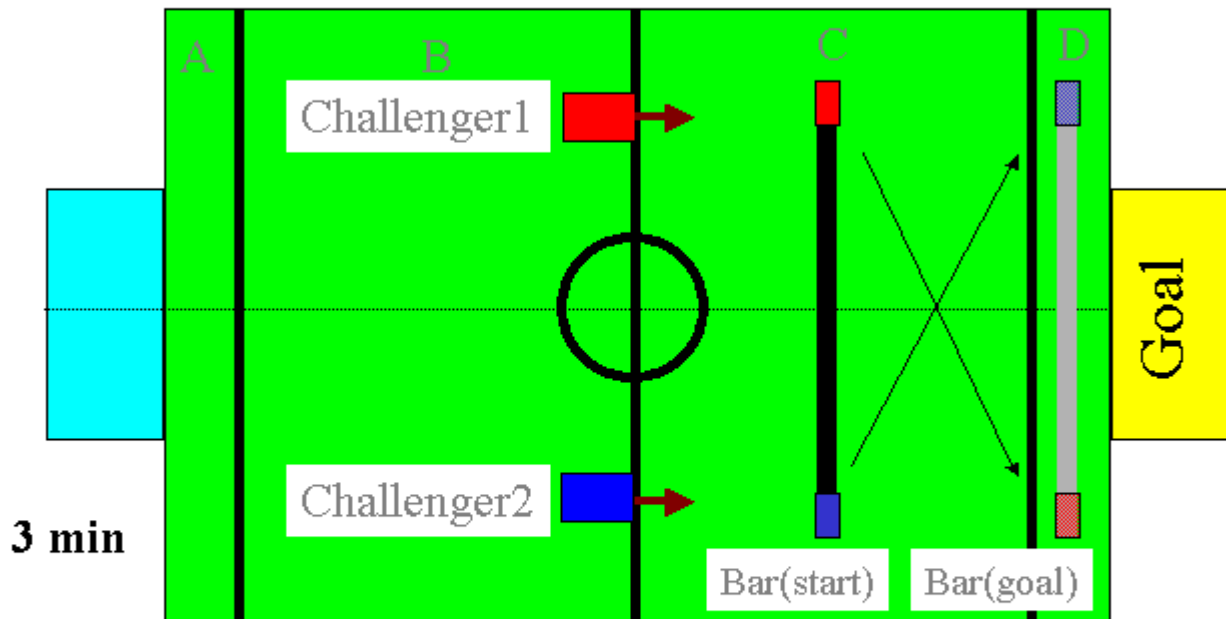
Sincronizzazione di azioni congiunte

- Richiede dei meccanismi ad hoc per lo stretto accoppiamento delle azioni
- Comunicazione tra i robot semplifica la verifica delle condizioni di sincronizzazione

Esempio:

sollevare un tavolo prendendolo da due parti senza sbilanciarlo

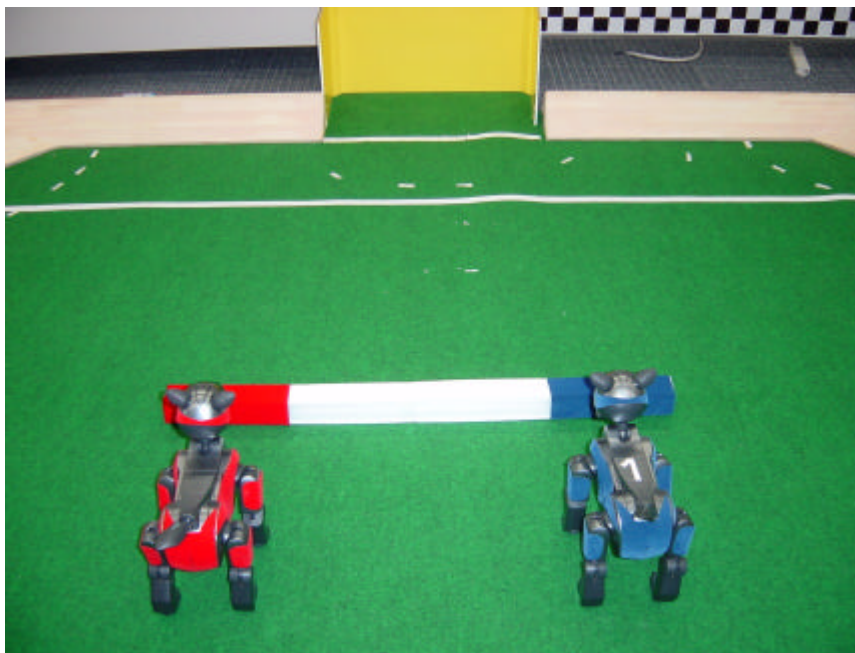
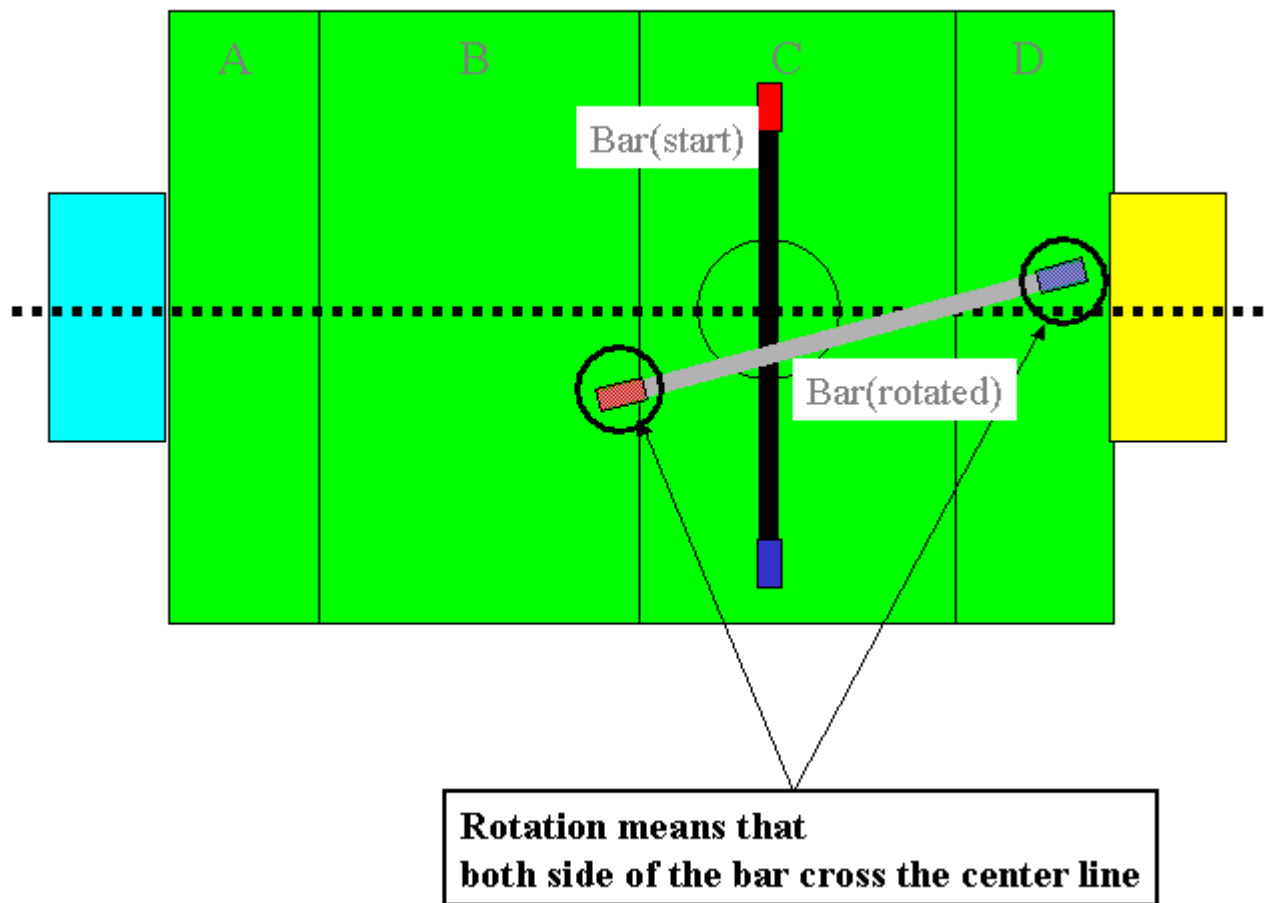
Collaboration Challenge



Initial Position

2 Challengers , Bar: See Figure

About rotation of the bar...



[The SPQR collaboration challenge at RoboCup 2002](#)

Sperimentazione con sistemi multi-robot in RoboCare

[Caterina](#), Ambrogio e [Fido](#)

Robot eterogenei => differenti funzionalità

[Caterina](#) e Ambrogio si muovono autonomamente nell'ambiente

[Fido](#) può raggiungere gli "angolini"

Caterina e Fido

Compito: Caterina guida Fido che deve individuare ed accendere un interruttore:

Consapevolezza senza coordinamento: Fido segue Caterina, quando vede l'interruttore lo accende

Coordinamento debole: Fido e Caterina comunicano, Caterina valuta il percorso per raggiungere l'interruttore e lo comunica a Fido.

Coordinamento forte: Fido e Caterina comunicano tramite un protocollo di coordinamento, Fido può chiedere a Caterina di fermarsi ad aspettare, etc ...

Caterina e Ambrogio

Compito: controllare il ragù ed aprire la porta di casa: Assegnazione dinamica dei compiti

Requisiti per il protocollo di coordinamento:

- banda di trasmissione ridotta
 - robustezza ai fallimenti
 - eliminazione dei conflitti (spazio nell'ambiente)
-

Ringraziamenti

- Colleghi e Collaboratori al DIS
 - Shahram Bahadori,
 - Alessandro Farinelli,
 - Giorgio Grisetti,
 - Luca Iocchi,
 - Riccardo Leone,
 - Riccardo Rosati
- Progetto RoboCare