

# Sistema di prevenzione delle collisioni mediante controllo supervisivo gerarchico-decentralizzato

Michele Cau

Università degli studi di Cagliari

24/10/2012



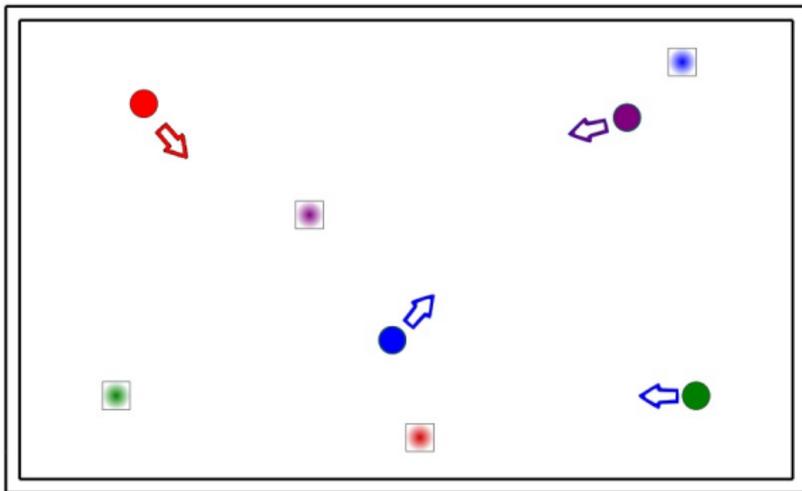
# Contenuti:

- 1 **Introduzione**
  - Il problema affrontato
  - Obiettivi
- 2 **Approccio utilizzato**
  - Struttura gerarchica
  - Sistema continuo
  - Quantizzazione ampia
  - Sistema realizzato
- 3 **Sistema di Supervisione**
  - Supervisore di Secondo Livello
  - Supervisore di Primo Livello
- 4 **Scenari Pratici**
  - Scenari pratici



## Il problema pratico

Il problema pratico affrontato riguarda i *sistemi multi-agente interconnessi*.



La **com-**  
**plexità** è  
funzione del  
numero di  
agenti.

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

- il numero degli agenti,

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

- il numero degli agenti,
- la dimensione e la forma dell'area in cui lavorano,

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

- il numero degli agenti,
- la dimensione e la forma dell'area in cui lavorano,
- le tecniche di pianificazione delle traiettorie.

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

- il numero degli agenti,
- la dimensione e la forma dell'area in cui lavorano,
- le tecniche di pianificazione delle traiettorie.

## Limitazioni

Ogni agente deve tener conto di:

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

- il numero degli agenti,
- la dimensione e la forma dell'area in cui lavorano,
- le tecniche di pianificazione delle traiettorie.

## Limitazioni

Ogni agente deve tener conto di:

- la posizione degli altri agenti,

# Obiettivi

## Caratteristiche

Trovare un approccio che non sia vincolato da:

- il numero degli agenti,
- la dimensione e la forma dell'area in cui lavorano,
- le tecniche di pianificazione delle traiettorie.

## Limitazioni

Ogni agente deve tener conto di:

- la posizione degli altri agenti,
- una gerarchia tra di essi.

# Presentazione della struttura gerarchica

## Elementi teorici di base

Approccio basato su:

# Presentazione della struttura gerarchica

## Elementi teorici di base

Approccio basato su:

- le teorie di P.J. Ramadge and W.M. Wonham sul controllo supervisivo,

# Presentazione della struttura gerarchica

## Elementi teorici di base

Approccio basato su:

- le teorie di P.J. Ramadge and W.M. Wonham sul controllo supervisivo,
- astrazioni modulari del problema.



# Presentazione della struttura gerarchica

## Elementi teorici di base

Approccio basato su:

- le teorie di P.J. Ramadge and W.M. Wonham sul controllo supervisivo,
- astrazioni modulari del problema.

## Risultato

Possiamo vedere il sistema come un *DES*.



# Presentazione della struttura gerarchica

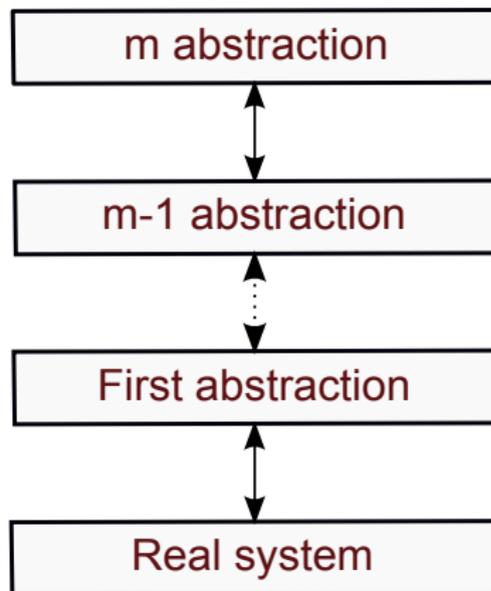
## Elementi teorici di base

Approccio basato su:

- le teorie di P.J. Ramadge and W.M. Wonham sul controllo supervisivo,
- astrazioni modulari del problema.

## Risultato

Possiamo vedere il sistema come un *DES*.



# Le equazioni modellate

Il sistema modellato è composto dalle equazioni:

## Equazioni:

- $\dot{x}_1 = v \cos \theta;$
- $\dot{x}_2 = v \sin \theta;$
- $\dot{v} = u_1;$
- $\dot{\theta} = u_2.$

## Limitazioni:

- $\theta \in [0, 2\pi]$
- $v \in [0, v_{max}]$
- $u_1 \in [\dot{v}_{min}, \dot{v}_{max}]$
- $u_2 \in [\dot{\theta}_{min}, \dot{\theta}_{max}]$

le variazioni di angoli e velocità non sono istantanei.

# Modellazione ibrida

Usare tutti i controlli  $u_1^i$ ,  $u_2^i$ ,  $x_1^i$ ,  $x_2^i$  può non essere facile.

# Modellazione ibrida

Usare tutti i controlli  $u_1^i, u_2^i, x_1^i, x_2^i$  può non essere facile.

Stati

$$Q = [Up, Down, Left, Right, Stop]$$

# Modellazione ibrida

Usare tutti i controlli  $u_1^i, u_2^i, x_1^i, x_2^i$  può non essere facile.

## Stati

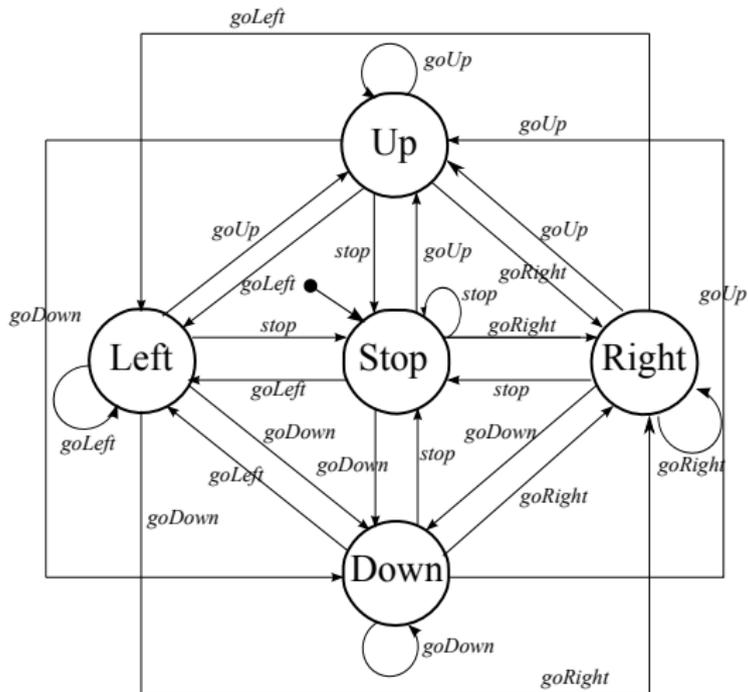
$$Q = [Up, Down, Left, Right, Stop]$$

## Eventi

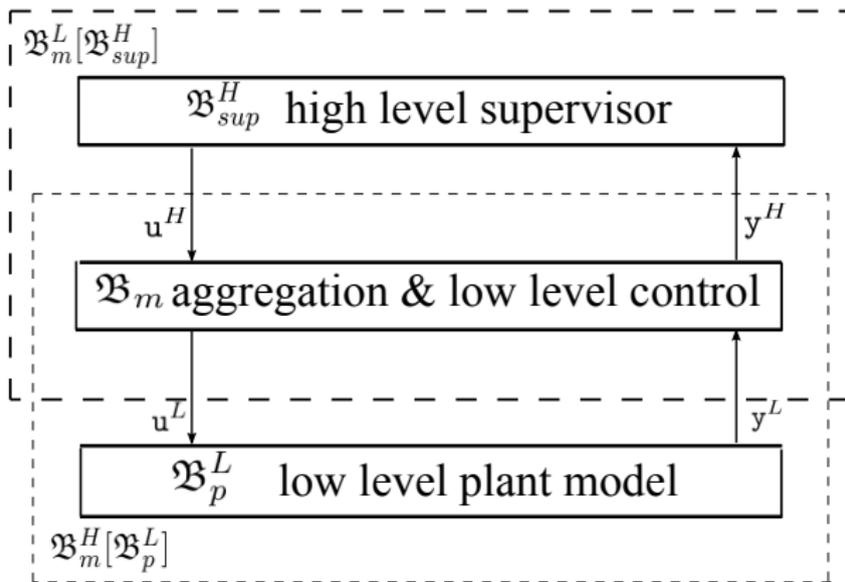
$$D = [goUp, goDown, goLeft, goRight, stop]$$

# Modellazione ibrida

Proposito: creare una *interfaccia discreta*

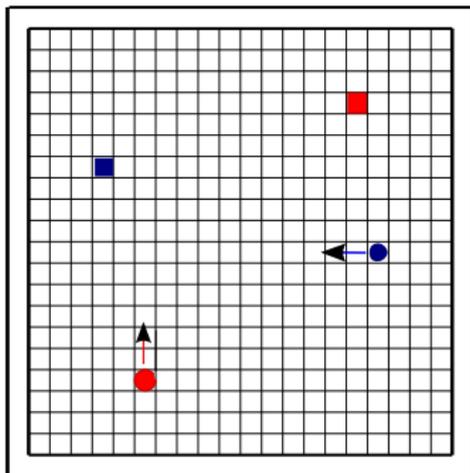


# Sistema a ciclo chiuso ibrido



# Livelli di astrazione

Il movimento degli agenti è astratto su due livelli  
Prima astrazione: divisione in *piccole aree*

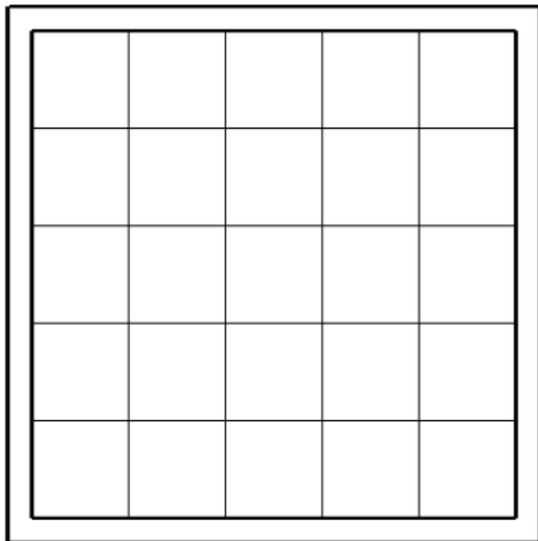


## Motivazioni:

- guidare un agente con comandi discreti;
- pianificare traiettorie discrete.

# Livelli di astrazione

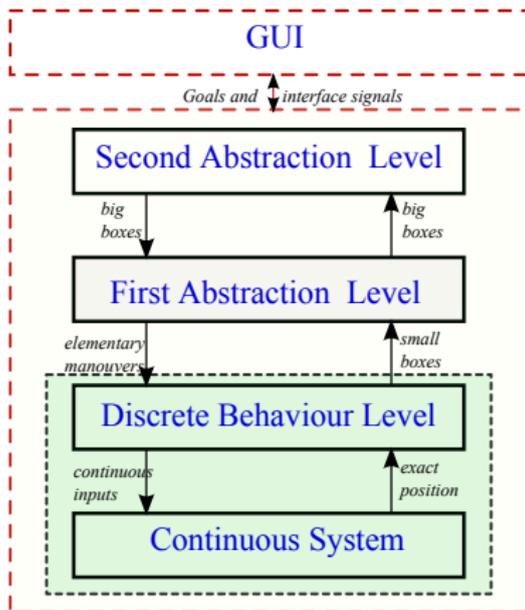
Il movimento degli agenti è astratto su due livelli  
Area di interesse suddivisa in *ampie caselle*



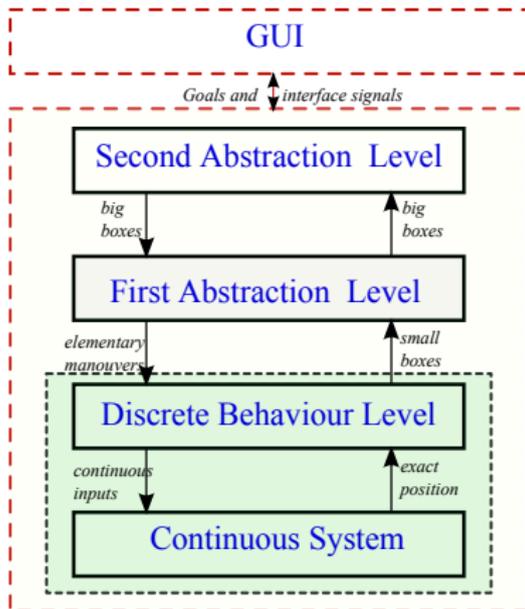
## Caratteristiche:

- informazione astratta;
- max un agente in un quadrato;
- max un obiettivo in un quadrato
- movimenti solo verso caselle vuote.

# Sistema complessivo



# Sistema compressivo

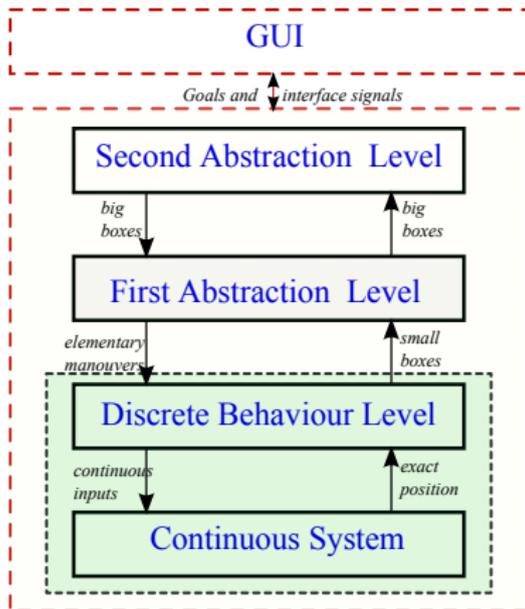


## Specifiche

primo livello:  $\mathcal{B}_{spec1} \subseteq W_1^{N_0}$

secondo livello:  $\mathcal{B}_{spec2} \subseteq W_2^{N_0}$

# Sistema compressivo



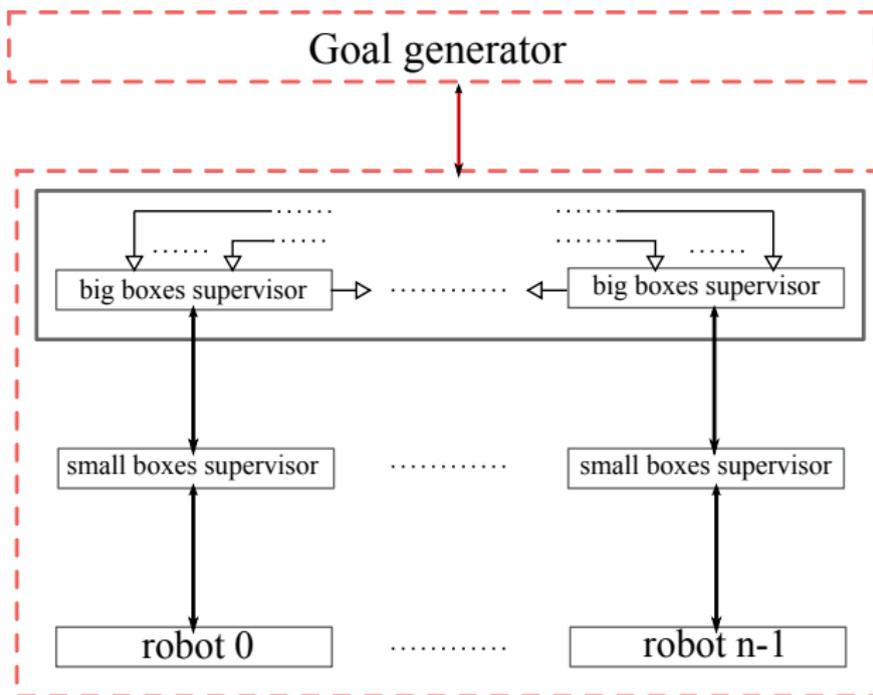
## Comportamento composto

$$\mathcal{B}_{cl} = \mathcal{B}_p \cap (\mathcal{B}_{sup1} \times_{\pi} \mathcal{B}_{sup2})$$

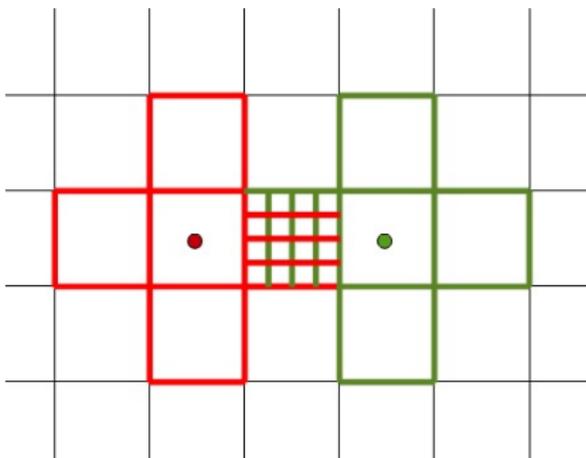
e

$$\mathcal{B}_{cl} \subseteq \mathcal{B}_{spec} := \mathcal{B}_{spec1} \times_{\pi} \mathcal{B}_{spec2}$$

# Approccio nel secondo livello



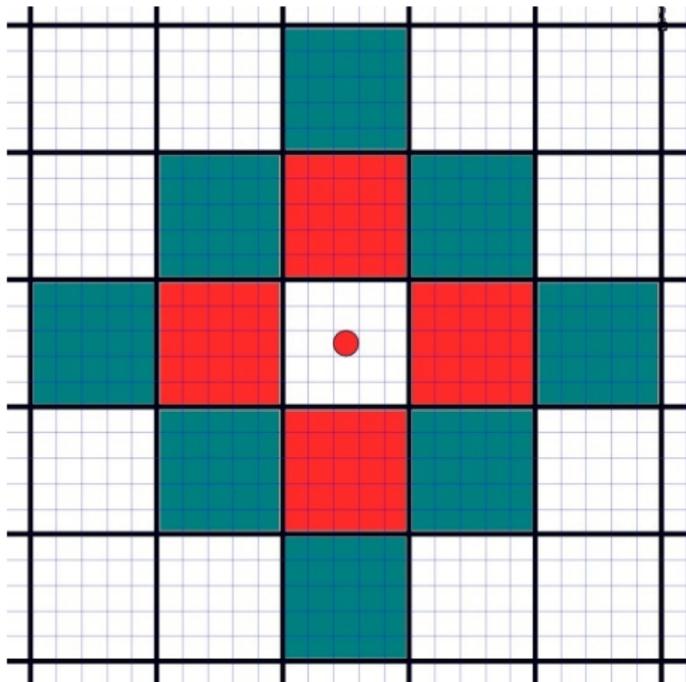
# Conflitti



La decisione è basata sulle priorità



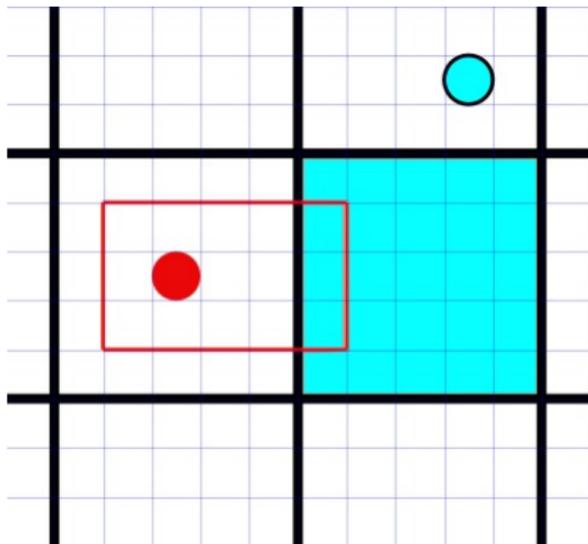
# Aree sensibili



## Conflitti possibili

- posizioni di partenza;
- posizioni di arrivo.

# Pianificazione della traiettoria



## Pianificazione:

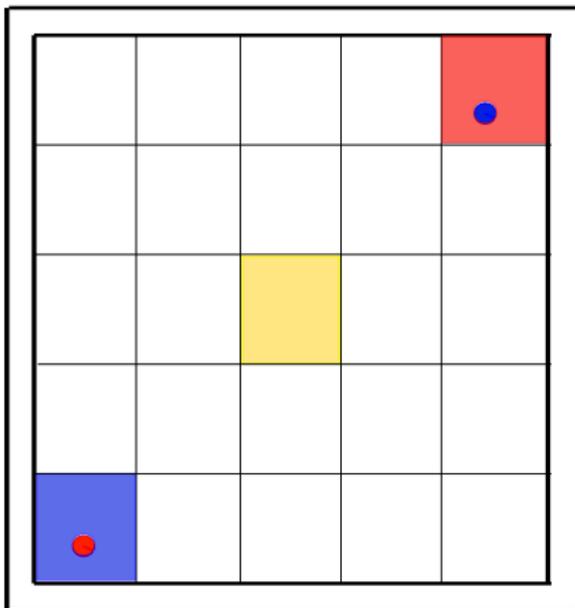
- possibili scelte ordinate,
- possibilità di fermarsi.

## Comportamento complessivo

$\mathcal{B}_{spec} :=$

$\mathcal{B}_{spec1} \times_{\pi} \mathcal{B}_{spec2}$

# Primo scenario

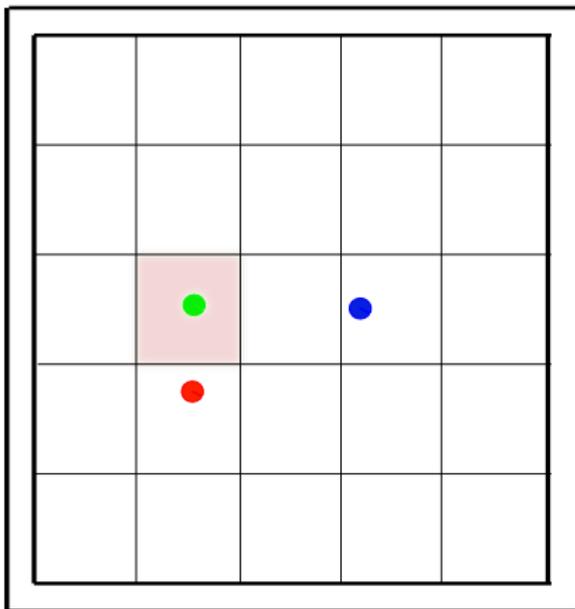


## Dettagli:

- una casella in comune,
- agente rosso con priorità maggiore.

[Link primo scenario](#)

## Secondo Scenario

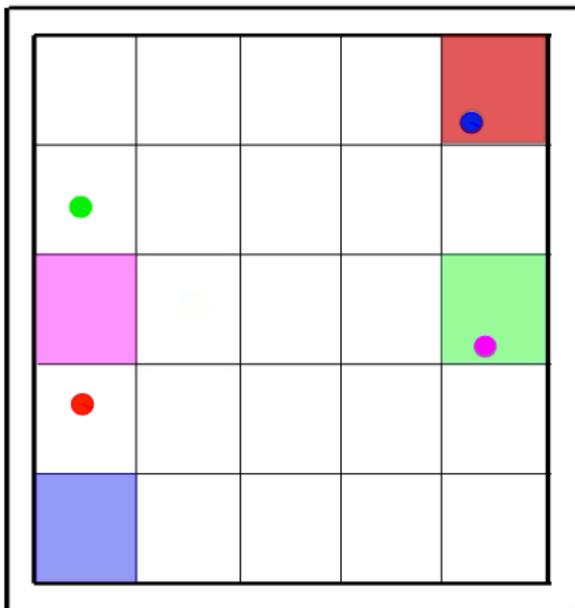


### Dettagli:

- ordine priorità: rosso - verde - blu,
- strategia per risolvere i conflitti.

[Link secondo scenario](#)

# Terzo Scenario



## Dettagli:

- ciano ha due conflitti;
- verde e blu si fermano due volte.

[Link terzo scenario](#)

# Riassunto

## Caratteristiche:

- approccio gerarchico tramite framework;
- decentralizzazione del problema;
- studio formale dei movimenti degli agenti.

## Risultati:

- flessibilità;
- descrizione formale;
- modularità.

# That's all



*Grazie per l'attenzione!*