

**USP - ICMC - SSC / PG-CCMC  
SSC 5887 (ISR) - 1o. Semestre 2009**

**Disciplina de  
Introdução aos Sistemas Robóticos  
SSC-5887**

**Prof. Fernando Santos Osório - Grupo SEER**  
**Email: fosorio [at] { icmc. usp. br , gmail. com }**  
**Web: <http://www.icmc.usp.br/~fosorio/>**  
**<http://www.icmc.usp.br/~lrm/>**  
**[http://www.icmc.usp.br/~posgrad/sistemas\\_embarcados.html](http://www.icmc.usp.br/~posgrad/sistemas_embarcados.html)**

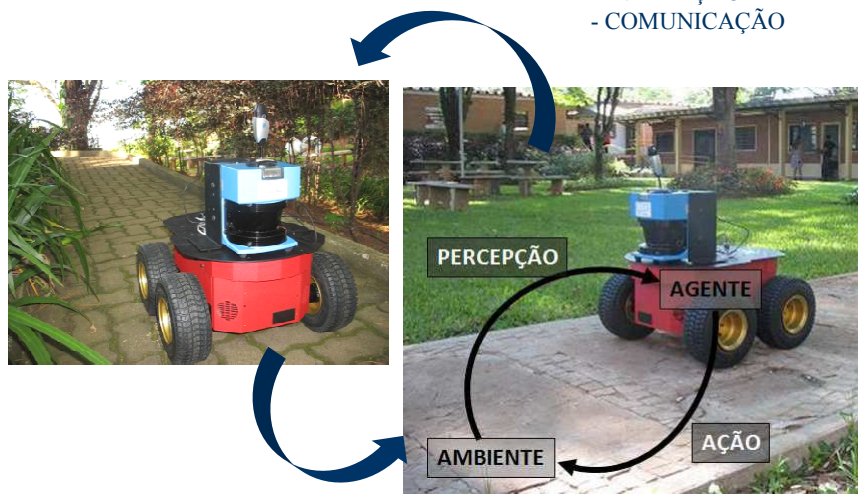
**Agenda:**

***Controle Robótico Inteligente***

- **Sistemas de Controle de Robôs Individuais**  
+ Tolerância a Falhas
- **Sistemas Multi-Robóticos**  
+ Simulação + Coordenação  
+ Comunicação + Cooperação  
+ Estratégia
- **Tarefas**  
+ Perseguição e Fuga  
+ Cercar o Inimigo/Alvo  
+ Competições: RoboCode, Capture the Flag, Futebol de Robôs

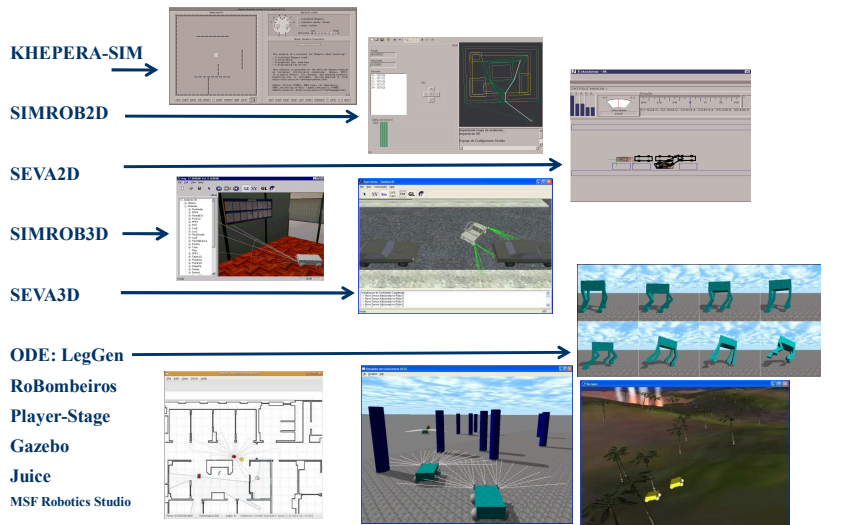
## Controle Robótico Inteligente

### Controle Robótico (Multi-Agente)



## Controle Robótico Inteligente

### Simuladores: Modelos Sensoriais, de Atuadores e de Controle

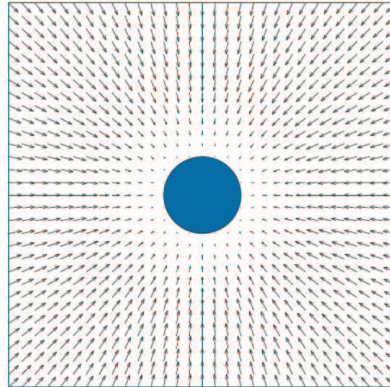


## Arquitetura de Controle: Reativo

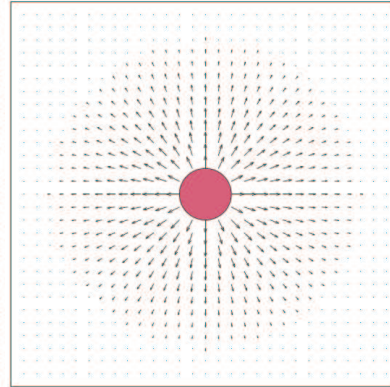
### CONTROLE: Arquiteturas REATIVAS

- Reativo: Integração Sensorial-Motora
- Técnica: Campos Potenciais

Evitar colisões e obstáculos  
Seguir em direção a um alvo  
Sensorial-Motor: Sentir => Agir



Força de Atração



Força de Repulsão

5

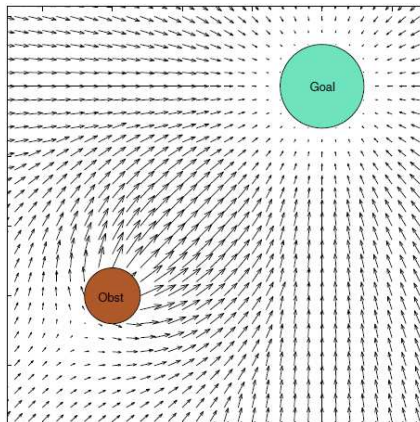
Agosto 2008

## Arquitetura de Controle: Reativo

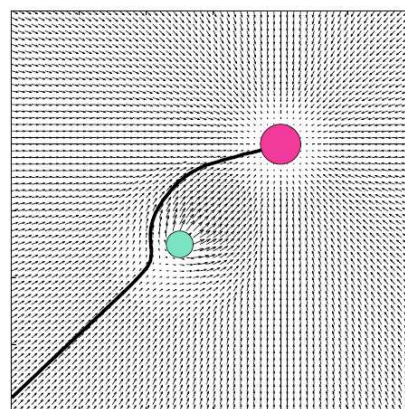
### CONTROLE: Arquiteturas REATIVAS

- Reativo: Integração Sensorial-Motora
- Técnica: Campos Potenciais

Evitar colisões e obstáculos  
Seguir em direção a um alvo  
Sensorial-Motor: Sentir => Agir



Forças Combinadas: Força de Atração + Força de Repulsão



Potential Fields Tutorial  
Michael A. Goodrich

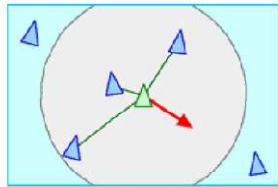
6

Agosto 2008

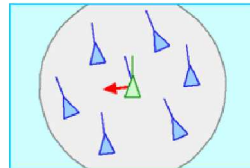
## Arquitetura de Controle: **Reativo**

### CONTROLE: Arquiteturas **REATIVAS**

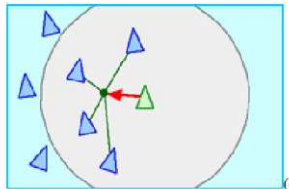
- **Reativo: Múltiplos Robôs** => **Boids / Steering [Craig Reynolds]**



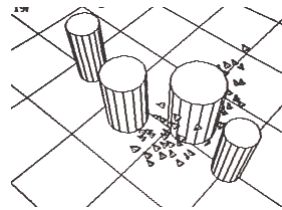
**Separation:** Direcionar o movimento dos agentes para evitar um aglomeramento local dos membros do grupo.



**Alignment:** Direcionar o movimento de modo a seguir o alinhamento médio (*heading*) dos membros do grupo.



**Cohesion:** Direcionar o movimento de modo a ir em direção a posição central média dos membros do grupo.



## Arquitetura de Controle: **Reativo**

### CONTROLE: Arquiteturas **REATIVAS**

- **Reativo: Múltiplos Robôs** => **Boids / Steering [Craig Reynolds]**

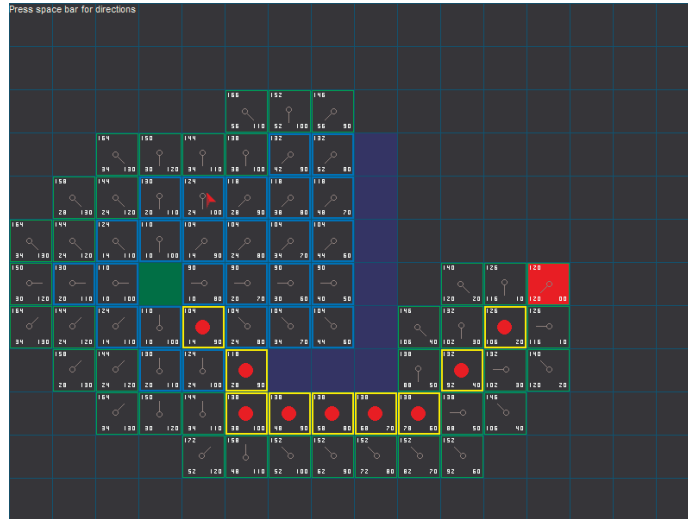
#### **Comportamentos: Boids**

- Perseguição e Fuga
- Comportamento Coletivo
- Seguir o Líder
- Passagem por Corredor Estreito

#### **Direcionamento: Steering**

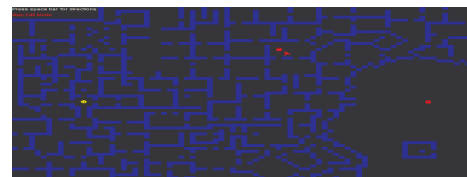
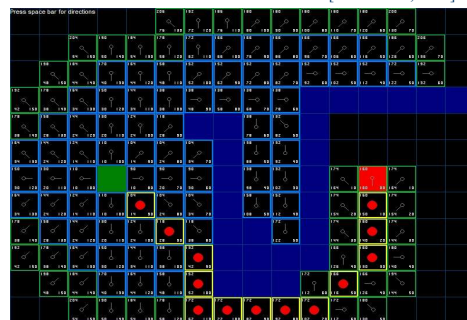
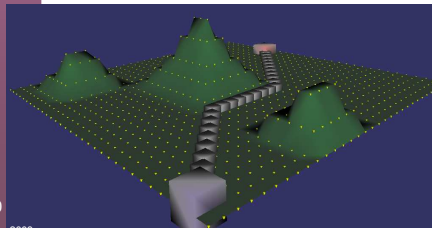
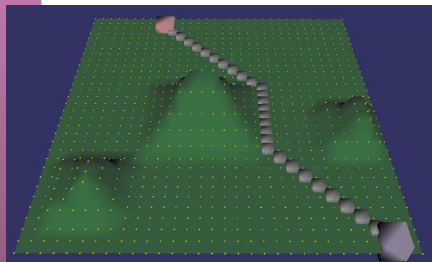
- Seguir uma pista/caminho pré-definido
- Combinação de comportamentos

## A\* – Planejamento de Trajetórias [Tutorial SBGames 2007]



## A\* Search: [Tutorial SBGames07] Busca Heurística de Caminhos

[Lester 2004, 2007]



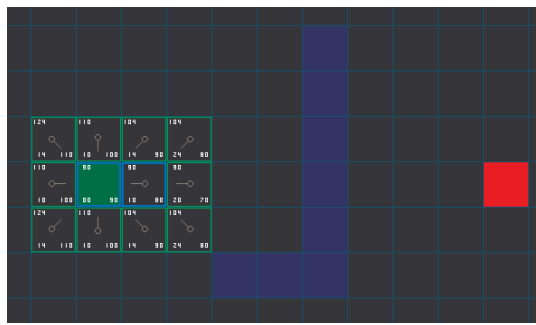
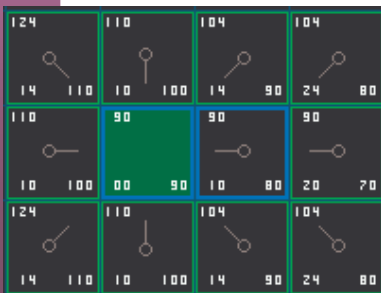
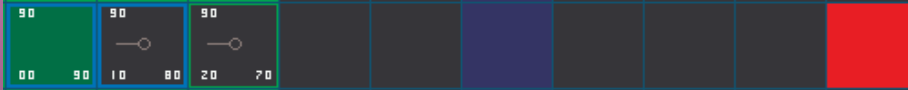
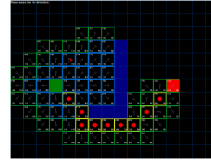
## Arquitetura de Controle: **Deliberativo**

**A\* Search: [Tutorial SBGames07]**

**Busca Heurística de Caminhos**

Custo de um Caminho

$$F(x) = G(x) + H(x) \quad \therefore \quad G = \text{Percorrido}, H = \text{Estimado}$$



Agosto 2008

## Arquitetura de Controle: **Deliberativo**

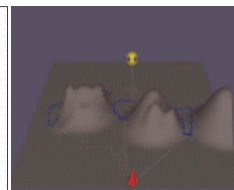
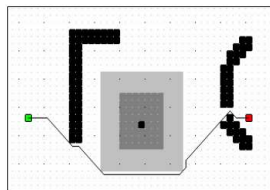
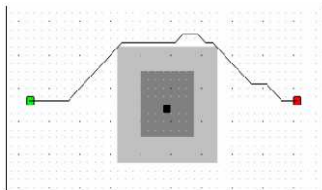
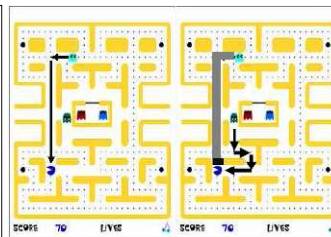
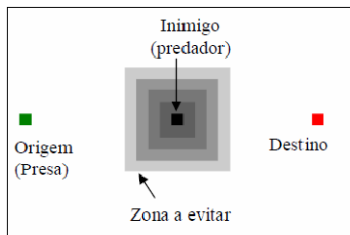
**A\* Search: [Tutorial SBGames07]**

**Busca Heurística de Caminhos**

*MAPA: Custo do Terreno a ser Atravessado*

Custo de um Caminho

$$F(x) = G(x) + H(x) \quad \therefore \quad G = \text{Percorrido}, H = \text{Estimado}$$



12

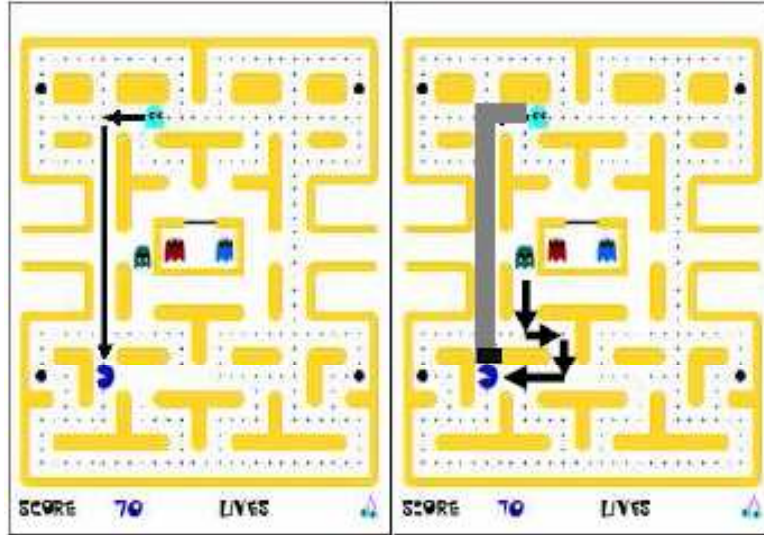
Agosto 2008



## Arquitetura de Controle: **Deliberativo**

A\* Search: [Tutorial *SBGames07*]

MAPA: Custo do Terreno a ser Atravessado



13  
Agosto 2008

## Arquitetura de Controle: **Híbrido**

CONTROLE: Arquiteturas **Híbrido**

**ROBO CODE**

<http://robocode.sourceforge.net/>



```
/**
 * Fire when we see a robot
 */
public void onScannedRobot(ScannedRobotEvent e)
{
    fire(1);
}
```

```
/**
 * We were hit! Turn perpendicular to the bullet,
 * so our seesaw might avoid a future shot.
 */
public void onHitByBullet(HitByBulletEvent e)
{
    turnLeft(90 - e.getBearing());
}
```

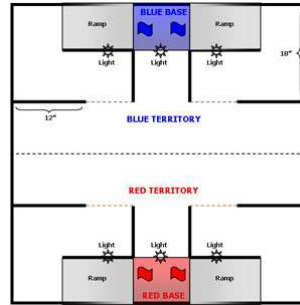
14  
Agosto 2008

## Controle Inteligentes de RMAs

### COMPETIÇÕES:

- Capture the Flag
- Robôs Mineradores
- Futebol de Robôs

[http://www.psurobotics.org/wiki/index.php?title=Capture\\_The\\_Flag](http://www.psurobotics.org/wiki/index.php?title=Capture_The_Flag)



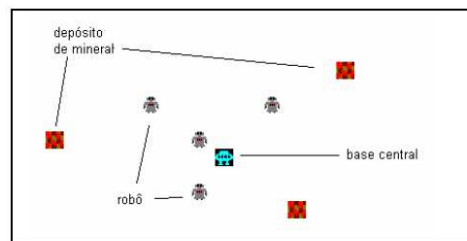
## Controle Inteligentes de RMAs

### COMPETIÇÕES:

- Capture the Flag
- Robôs Mineradores
- Futebol de Robôs

### Exemplo: robôs mineradores (Steels)

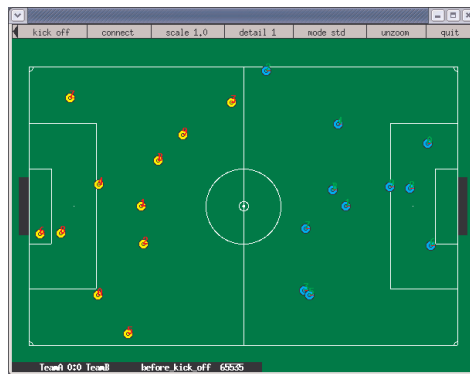
Um conjunto de robôs deve procurar e coletar minerais e levá-los para a base central.





### COMPETIÇÕES:

- Capture the Flag
- Robôs Mineradores
- Futebol de Robôs



17

Agosto 2008

### *Controle Robótico Inteligente*

- **Sistemas de Controle de Robôs Individuais**  
+ Tolerância a Falhas
- **Sistemas Multi-Robóticos**
  - + Simulação
  - + Comunicação
  - + Coordenação
  - + Cooperação
  - + Estratégia
- **Tarefas**
  - + Perseguição e Fuga
  - + Cercar o Inimigo/Alvo
  - + Competições: RoboCode, Capture the Flag, Futebol de Robôs

18

Agosto 2008



INFORMAÇÕES SOBRE A DISCIPLINA

**USP - Universidade de São Paulo - São Carlos, SP**  
**ICMC - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação**  
**SSC - Departamento de Sistemas de Computação**

**Prof. Fernando Santos OSÓRIO**

**Web institucional: [Http://www.icmc.usp.br/ssc/](http://www.icmc.usp.br/ssc/)**

**Página pessoal: [Http://www.icmc.usp.br/~fosorio/](http://www.icmc.usp.br/~fosorio/)**

**E-mail: [fosorio \[at\] icmc. usp. br](mailto:fosorio@icmc.usp.br) ou [fosorio \[at\] gmail. com](mailto:fosorio@gmail.com)**

**Disciplina de Robôs Móveis Autônomos**

**Web Disciplinas: [Http://www.icmc.usp.br/~fosorio/](http://www.icmc.usp.br/~fosorio/)**

**Web CoTeia: [Http://coteia.icmc.usp.br/mostra.php?ident=575](http://coteia.icmc.usp.br/mostra.php?ident=575)**

**> Programa, Material de Aulas, Critérios de Avaliação,**

**> Material de Apoio, Trabalhos Práticos**