

**SEMANA ACADÊMICA DA INFORMÁTICA
UNIINFO - Outubro 2002**

Controle Inteligente de Robos Móveis: Aplicações da Inteligência Artificial nas Pesquisas em Robótica

Fernando Osório - osorio@exatas.unisinos.br
Farlei Heinen - farlei@exatas.unisinos.br

Colaboradores:

Adelmo Cechin - cech@exatas.unisinos.br
Christian Kelber - kelber@eletrica.unisinos.br
Adiléa Wagner - adilea@exatas.unisinos.br



GIA / PIPCA



UNISINOS

Mestrado em Computação Aplicada - PIPCA

Web: [Http://www.pipca.unisinos.br/](http://www.pipca.unisinos.br/)

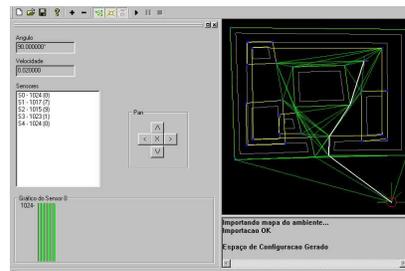
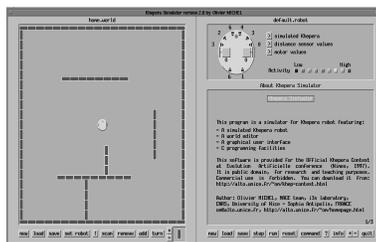
Grupo de inteligência Artificial - PIPCA - Unisinos

Web: [Http://www.inf.unisinos.br/~osorio/](http://www.inf.unisinos.br/~osorio/)

GIA-PIPCA Robótica Inteligente

Temas Principais:

- Tipos de Robôs
- Sensores e Atuadores
- Inteligência & Robôs
- Modelos Sensoriais
- Modelos Cinemáticos
- Controle Robótico:
 - Controle Reativo
 - Controle Deliberativo
 - Controle Hierárquico
- Mapas do Ambiente:
 - Construção de Mapas
 - Planejamento de Trajetórias
 - SMPA - *Sense Model Plan Act*
- Problemas:
 - Desvio de Obstáculos
 - Posicionamento
- Soluções: Controle Robusto Híbrido
- Simulação - SimRob3D



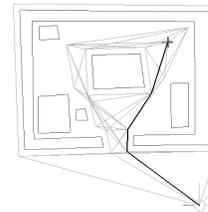
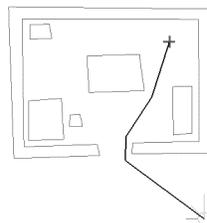
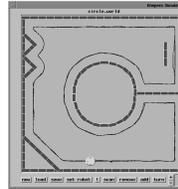
GIA-PIPCA Robótica Inteligente

Temas Principais:

- Tipos de Robôs
- Sensores e Atuadores
- Inteligência & Robôs
- Modelos Sensoriais
- Modelos Cinemáticos
- **Controle Robótico:**
 - Controle Reativo
 - Controle Deliberativo
 - Controle Hierárquico
- **Mapas do Ambiente:**
 - Construção de Mapas
 - Planejamento de Trajetórias
 - SMPA - *Sense Model Plan Act*
- **Problemas:**
 - Desvio de Obstáculos
 - Posicionamento
- Soluções: Controle Robusto Híbrido
- Simulação - SimRob3D



The rover goes a little too far and begins to climb Yogi (NASA)



Robótica Inteligente Sistemas de Controle

1. Controle Reativo
2. Controle Deliberativo
3. Controle Hierárquico

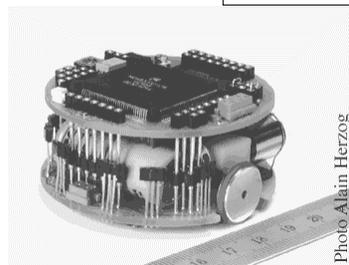
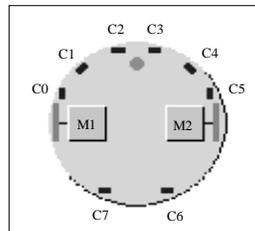


Photo Alain Herzog

Sensorial-Motor: Sentir => Agir

Controle Reativo

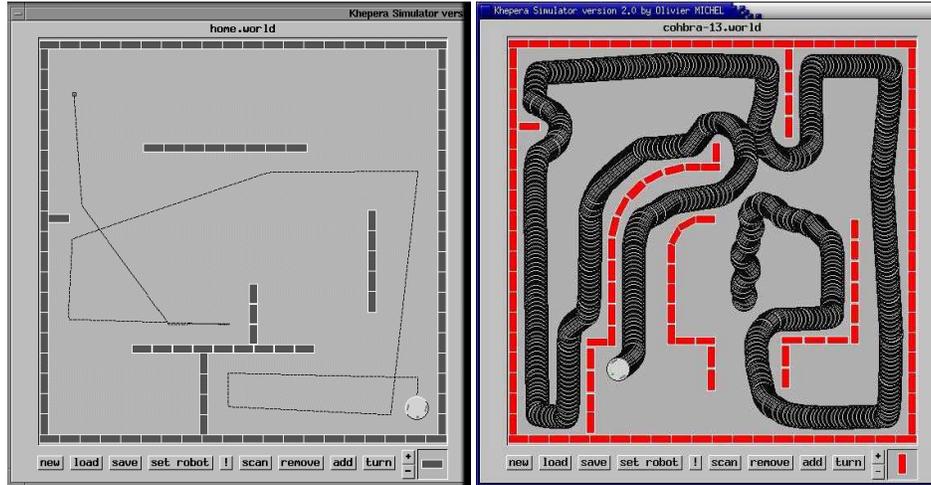
IF S1 < Limite and
S2 < Limite and
S3 < Limite and
S4 < Limite
THEN Action (Go_Forward)

IF S1 < Limite and
S2 < Limite and
S3 > Limite and
S4 > Limite
THEN Action(Turn_Left)

IF S2 > Limite and
S3 > Limite and
S2 > S3 and
S1 > S4
THEN Action(Turn_Right)

Robótica Inteligente Sistemas de Controle

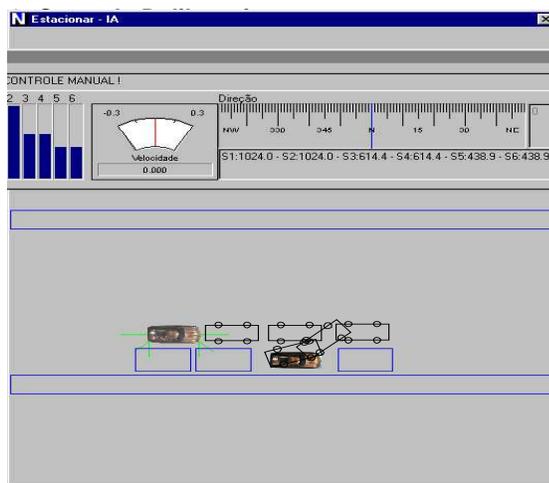
1. Controle Reativo



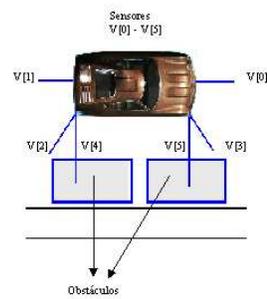
Sensorial-Motor: Sentir => Agir

Robótica Inteligente Sistemas de Controle

1. Controle Reativo



Sensorial-Motor: Sentir => Agir

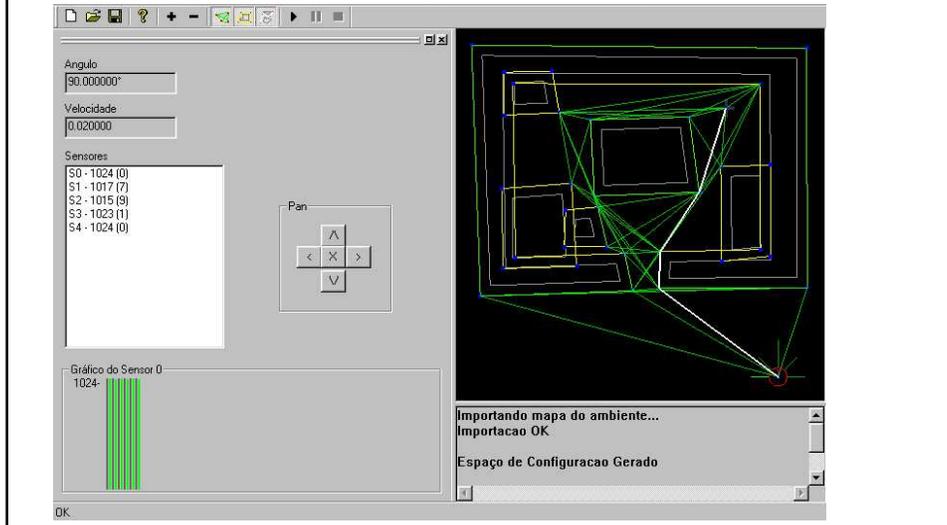


Robótica Inteligente Sistemas de Controle

1. Controle Reativo

2. Controle Deliberativo

Mapa, Grafo de Visibilidade, Caminho Otimizado (Dijkstra)



Robótica Inteligente Sistemas de Controle

1. Controle Reativo

2. Controle Deliberativo

3. Controle Hierárquico

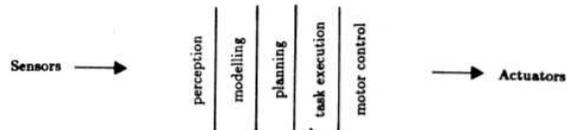


Figure 1. A traditional decomposition of a mobile robot control system into functional

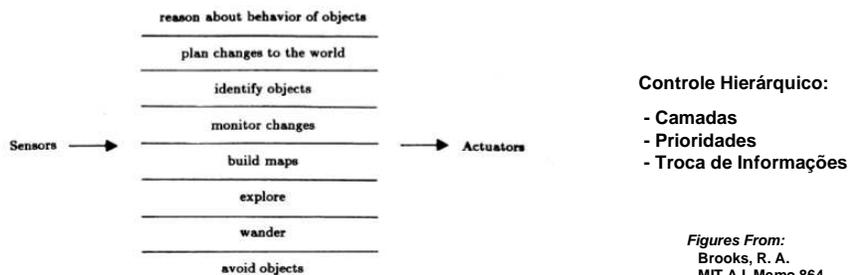


Figure 2. A decomposition of a mobile robot control system based on task achieving behaviors.

Figures From:
Brooks, R. A.
MIT A.I. Memo 864
Sept. 1985

Brooks - Arquitetura Subsumption

Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

1. Controle Reativo
2. Controle Deliberativo
3. Controle Hierárquico / Híbrido

The screenshot shows a simulation window titled 'Sala.pol - Sim'. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Aplicativos, Help), a toolbar with navigation icons, and a main display area. On the left, there are control panels for 'Angulo' (set to 139.000000°) and 'Velocidade' (set to 0.020000). Below these are sensor data for 'Sensores' (S0-S4) and a 'Pan' control with directional arrows. A 'Gráfico do Sensor 4' shows a green bar chart. The main display shows a robot's path in a room with obstacles. A status bar at the bottom right indicates 'C:\Unisinos\Fobotica\Simulador\Bin\Sala.pol', 'Numero de Vertices: 34', 'Numero de Poligonos: 6', and 'Simulação Iniciada'. The name 'Farlei Heinen' is visible in the bottom right corner.

Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

Mapa do Ambiente

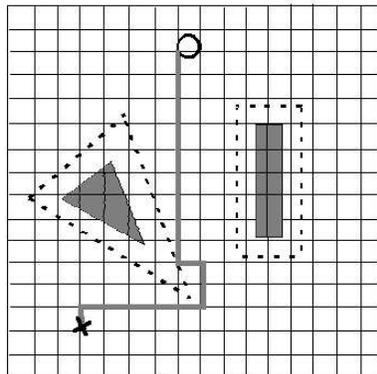
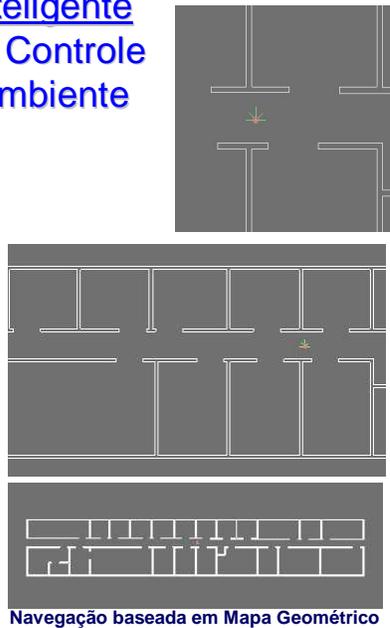


Figura 4.3 Navegação baseada em *Grid*

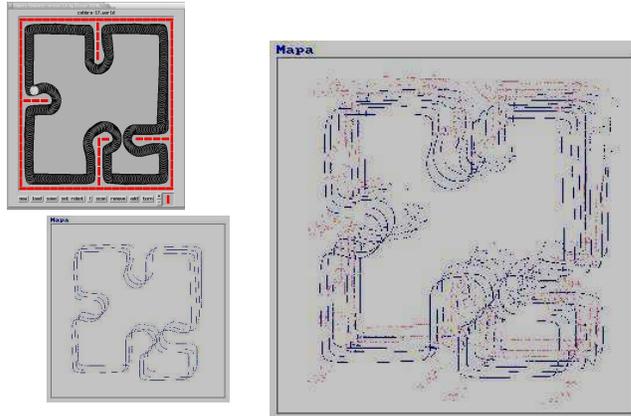


Navegação baseada em Mapa Geométrico

Robótica Inteligente Sistemas de Controle Mapa do Ambiente

Construção do Mapa do Ambiente:

SMPA - SENSE / MODEL / PLAN / ACT



Flávio Alves

Robótica Inteligente Sistemas de Controle Mapa do Ambiente

Construção do Mapa do Ambiente:

SMPA - SENSE / MODEL / PLAN / ACT

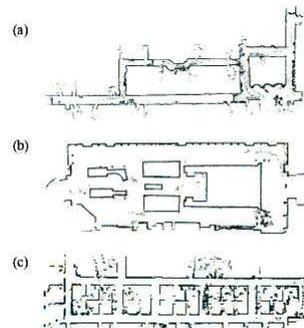
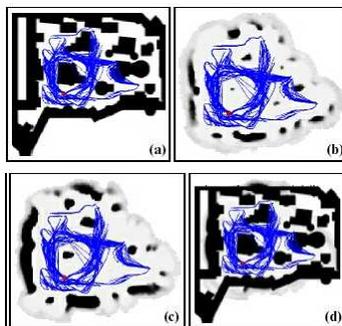


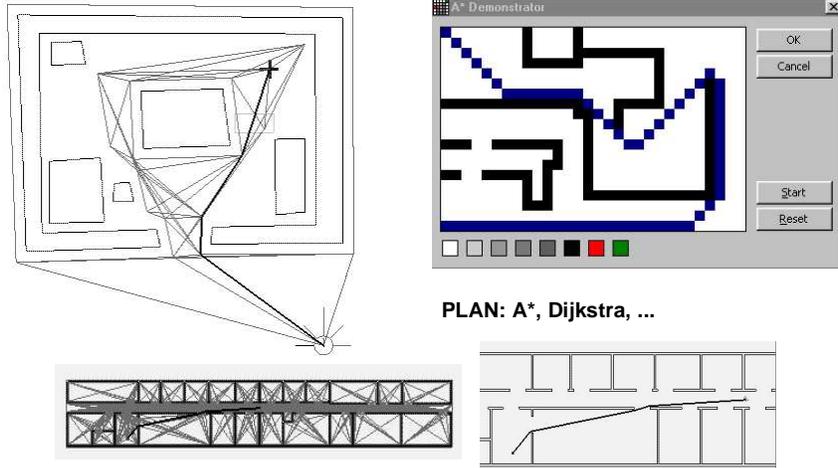
Figure 5: Maps generated in other large-scale environments of sizes (a) 75m, (b) 45m, and (c) 50m. In some of these runs, the cumulative odometric error exceeds 30 meters and 90 degrees.

Fig. 9. Integrating multiple maps: (a) CAD map of the museum ($21 \times 20m^2$) modeling only the static obstacles, (b) laser map, (c) sonar map, and (d) the integrated map used for path planning.

Sebastian Thrun / CMU

Robótica Inteligente Sistemas de Controle Planejamento de Trajetórias

SMPA - SENSE / MODEL / PLAN / ACT



Robótica Inteligente Sistemas de Controle Execução de Tarefas

PROBLEMAS:

*** Desvio de Obstáculos**

- Obstáculos conhecidos
- Obstáculos desconhecidos (parados)
- Obstáculos desconhecidos (em movimento)

*** Posicionamento**

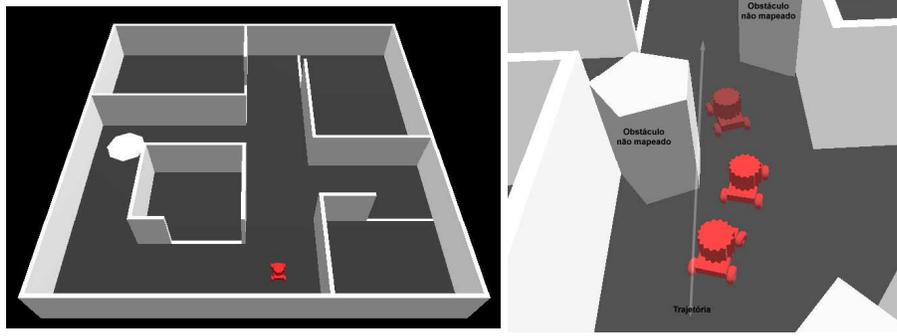
- Qual a posição atual do robô?
- Como garantir que após me deslocar ainda sei onde o robô está?
- Erro e Imprecisão: Translação / Rotação

Robótica Inteligente Sistemas de Controle Execução de Tarefas

PROBLEMAS:

* Desvio de Obstáculos

- Obstáculos conhecidos
- Obstáculos desconhecidos (parados)
- Obstáculos desconhecidos (em movimento)



Robótica Inteligente Sistemas de Controle Execução de Tarefas

PROBLEMAS:

* Posicionamento

- Qual a posição atual do robô?
- Como garantir que após me deslocar ainda sei onde o robô está?
- Erro e Imprecisão: Translação / Rotação

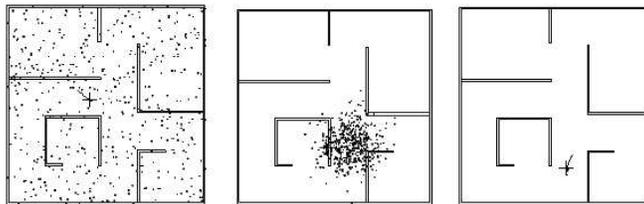


Fig. 2. Seqüência de imagens mostrando a evolução da distribuição das partículas durante a localização do robô móvel utilizando o algoritmo Monte Carlo.

Farlei Heinen

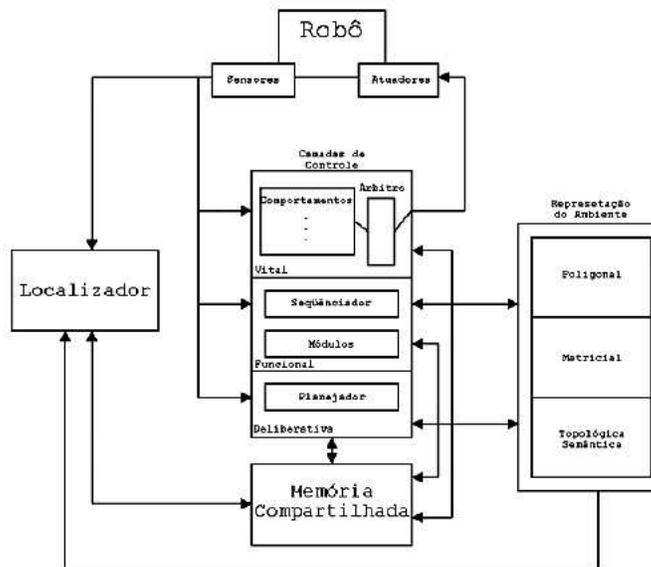
GIA-PIPCA Robótica Inteligente

Temas Principais:

- Tipos de Robôs
- Sensores e Atuadores
- Inteligência & Robôs
- Modelos Sensoriais
- Modelos Cinemáticos
- Controle Robótico:
 - Controle Reativo
 - Controle Deliberativo
 - Controle Hierárquico
- Mapas do Ambiente:
 - Construção de Mapas
 - Planejamento de Trajetórias
 - SMPA - *Sense Model Plan Act*
- Problemas:
 - Desvio de Obstáculos
 - Posicionamento
- **Soluções: Controle Robusto Híbrido**
- **Simulação - SimRob3D**

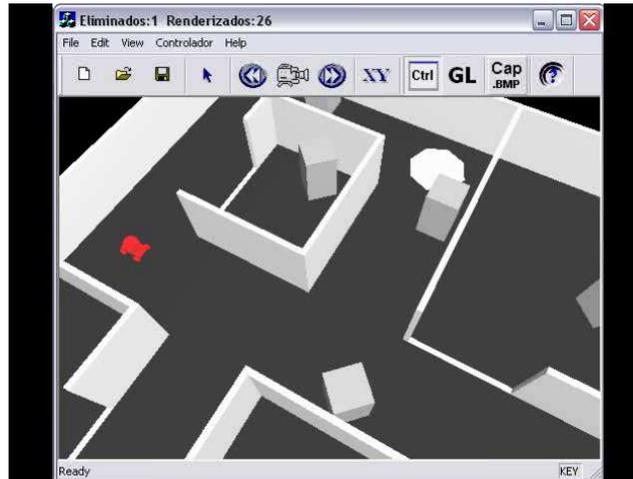


Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D



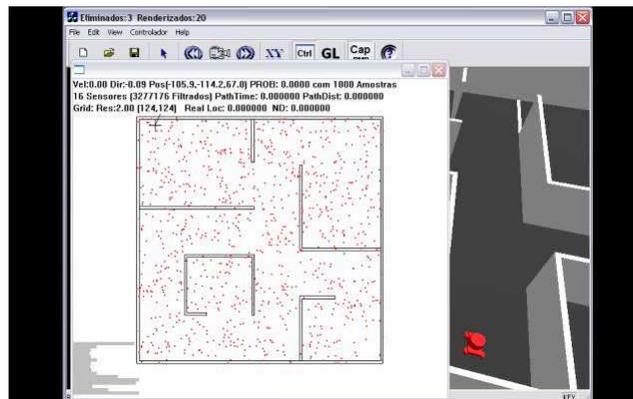
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação com o SimRob3D



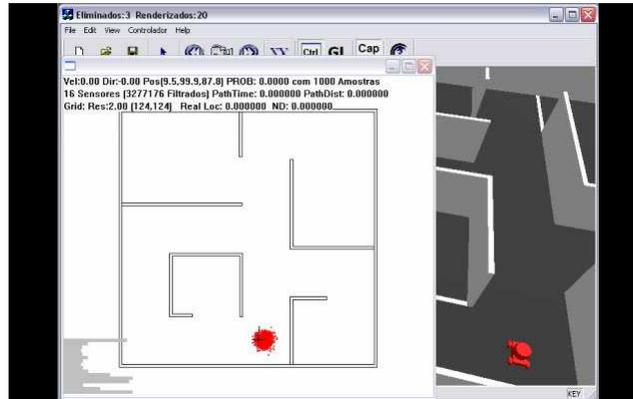
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Estático com Localização Monte Carlo



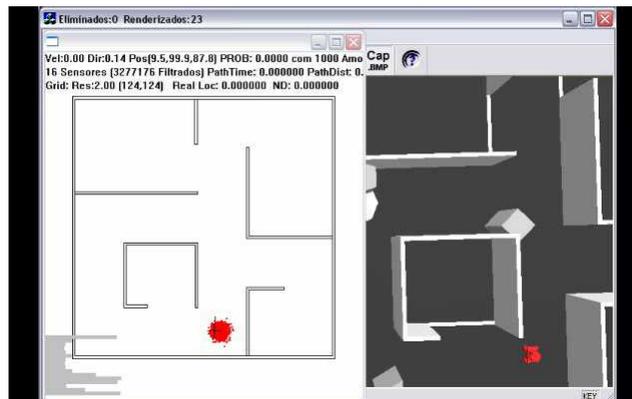
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Estático com Localização Monte Carlo



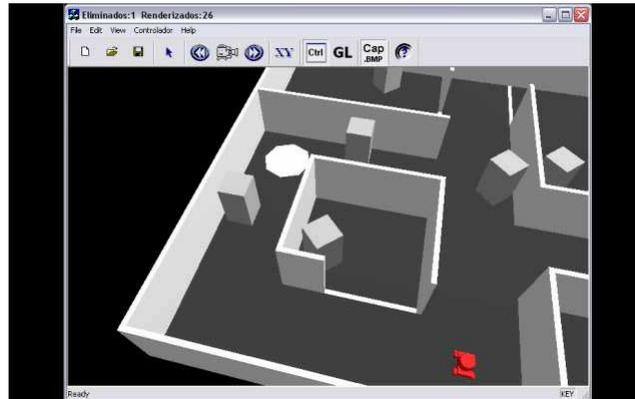
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Alterado em Relação a Representação Interna



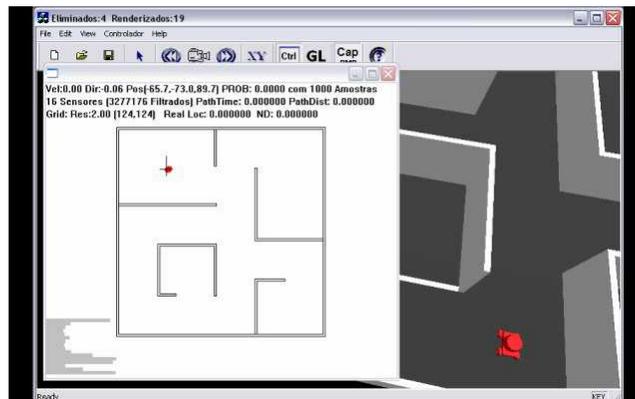
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente com Obstáculos Móveis



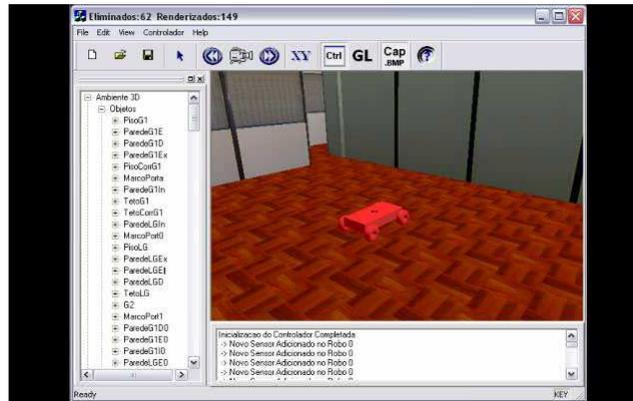
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Relocalização com Monte Carlo



Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Ambiente Tridimensional Complexo com Texturas



Robótica Inteligente Pesquisa

