

**Dia da Computação – Cursos de Informática
UNOCHAPECÓ, Março 2004**

**Robótica Inteligente e Veículos Autônomos:
Novos Desafios para a Computação**

Prof. Dr. Fernando Osório - osorio@exatas.unisinos.br
http://inf.unisinos.br/~osorio/

Prof. MSc Farlei Heinen - farlei@exatas.unisinos.br
http://ncg.unisinos.br/robotica/

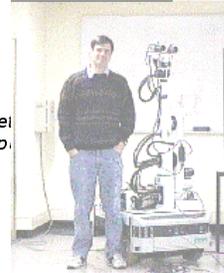
Prof. Dr. Christian Kelber - kelber@eletrica.unisinos.br (Eng. Elei
Prof. Dr. Cláudio Jung - jung@exatas.unisinos.br (Eng. da Comp.

Colaboradores:

Prof. Dr. Adelmo Cechin - cech@exatas.unisinos.br

MSc. Adiléa Wagner - adilea@exatas.unisinos.br

MSc. Túlio Bender - bender@euler.unisinos.br



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/gia-pipca.html](http://www.inf.unisinos.br/gia-pipca.html)

Grupo de Pesquisas em Veículos Autônomos:

Web: <http://www.eletrica.unisinos.br/~autonom/>

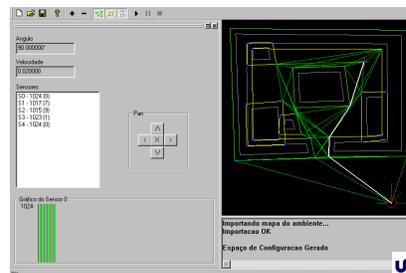
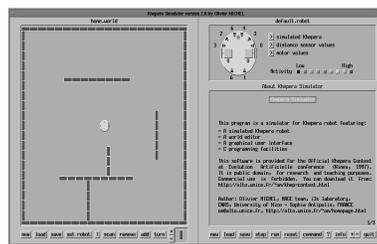


GIA / PIPCA
GPVA - Unisinos

Robótica Inteligente e Veículos Autônomos
GIA- Grupo de Inteligência Artificial
GPVA – Grupo de Pesquisas em Veículos Autônomos

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 e Veículos Autônomos

GIA- Grupo de Inteligência Artificial

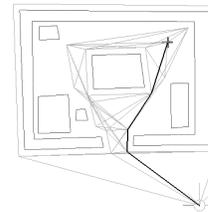
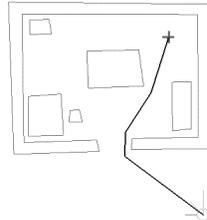
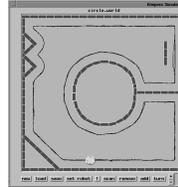
GVPA – Grupo de Pesquisas em Veículos Autônomos

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

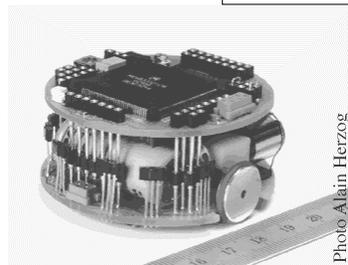
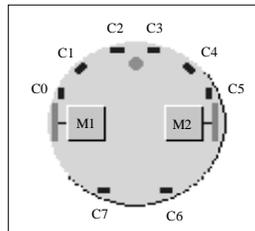


Photo Alain Herzog

Sensorial-Motor: Sentir => Agir

Controle Reativo

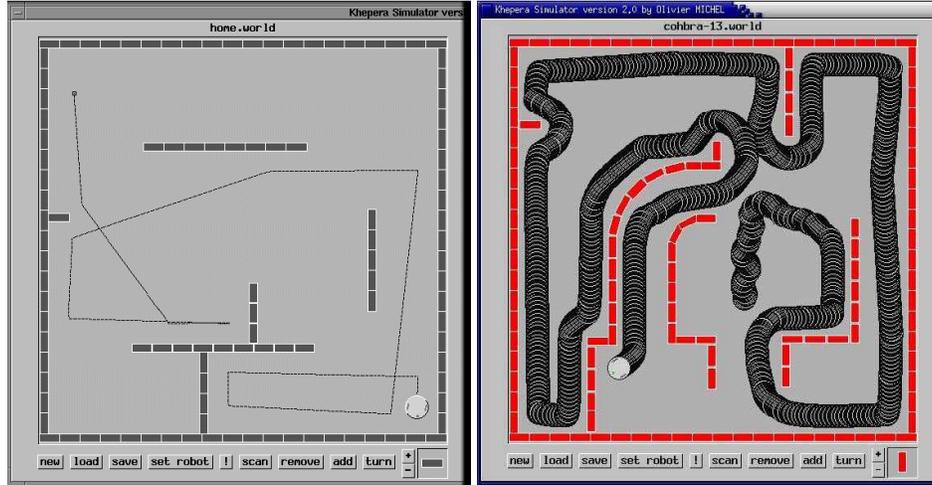
IF S1 < Limite and
S2 < Limite and
S3 < Limite and
S4 < Limite
THEN Action (Go_Forward)

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

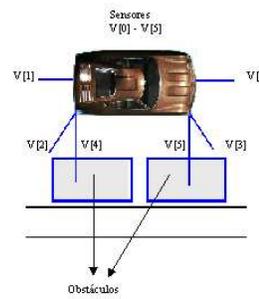
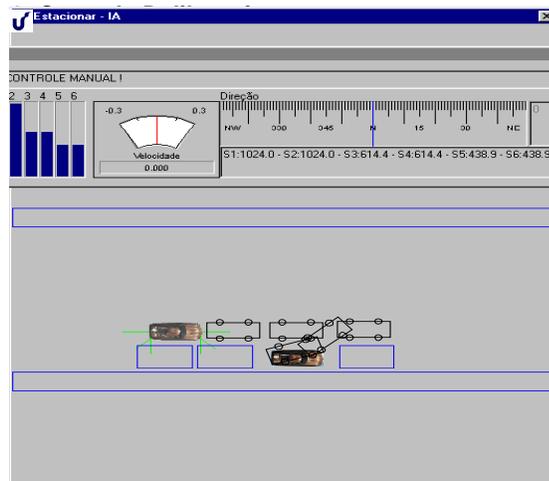
1. Controle Reativo



Sensorial-Motor: Sentir => Agir

Robótica Inteligente Sistemas de Controle

1. Controle Reativo



Sensorial-Motor: Sentir => Agir

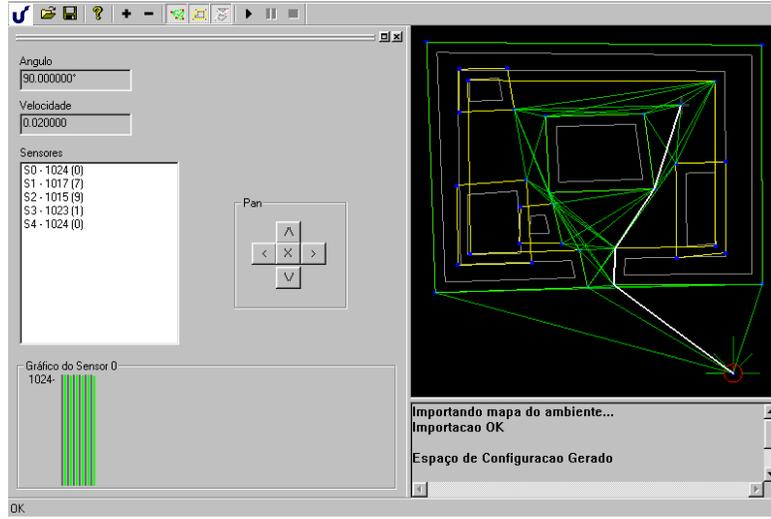
Robótica Inteligente

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

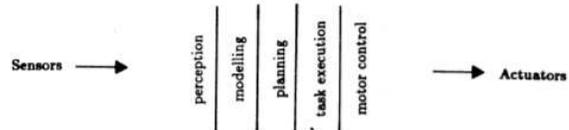
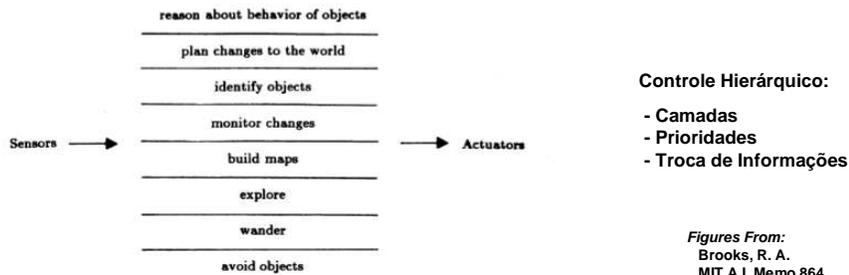


Figure 1. A traditional decomposition of a mobile robot control system into functional



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

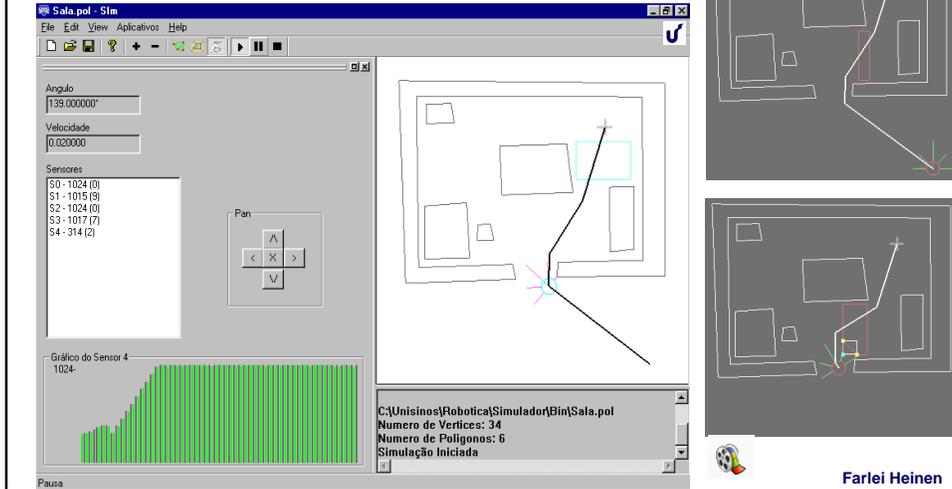
Figure 2. A decomposition of a mobile robot control system based on task achieving behaviors.

Brooks - Arquitetura Subsumption

Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

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



Farlei Heinen

Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

Mapa do Ambiente

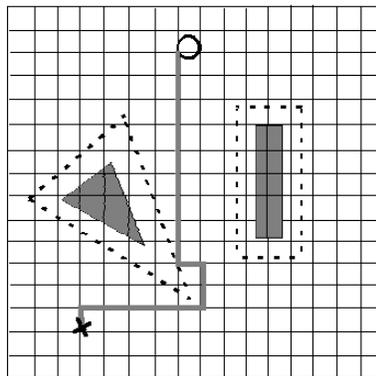
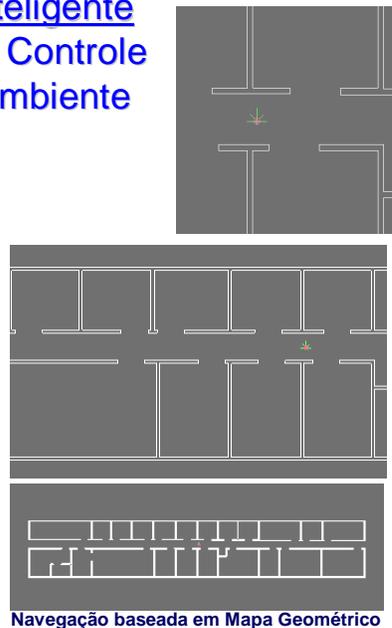


Figura 4.3 Navegação baseada em *Grid*

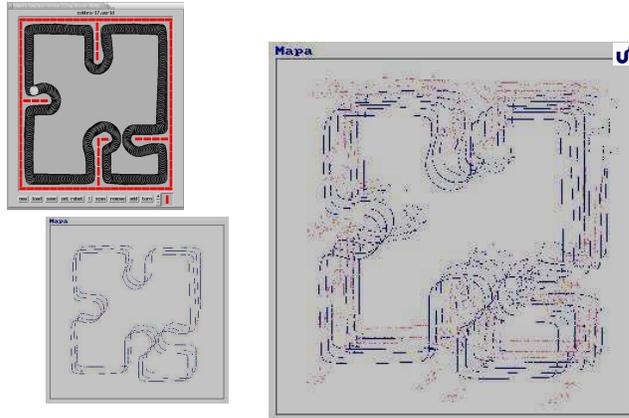


Navegação baseada em Mapa Geométrico

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

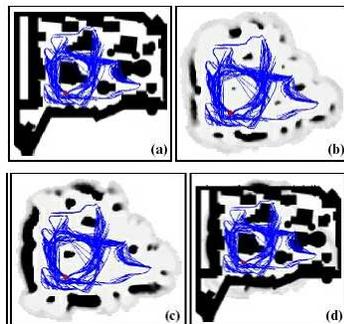


Fig. 9. Integrating multiple maps: (a) CAD map of the museum ($21 \times 20m^2$) modeling only the static obstacles, (b) laser map, (c) sonar map, and (d) the integrated map used for path planning.

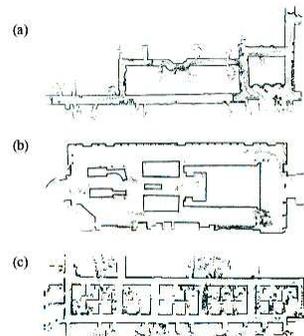
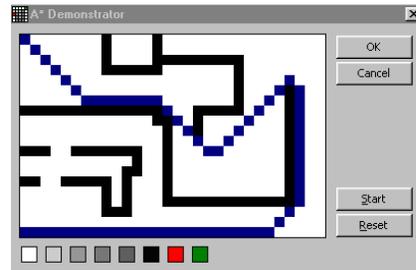
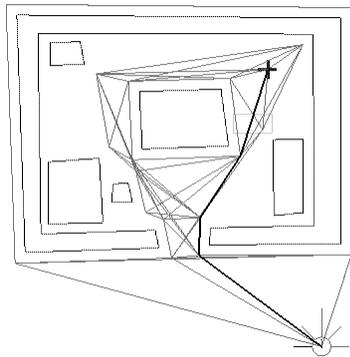


Figure 5: Maps generated in other large-scale environments of sizes (a) 75m, (b) 45m, and (c) 50m. In some of these runs, the cumulative odometric error exceeds 30 meters and 90 degrees.

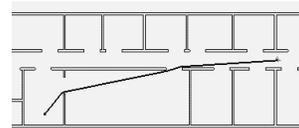
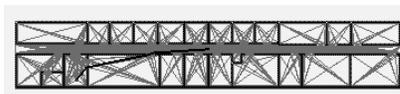
Sebastian Thrun / CMU

Robótica Inteligente Sistemas de Controle Planejamento de Trajetórias

SMPA - SENSE / MODEL / PLAN / ACT



PLAN: A*, Dijkstra, ...



Robótica Inteligente Sistemas de Controle Execução de Tarefas

PROBLEMAS:

*** Desvio de Obstáculos**

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

*** Posicionamento**

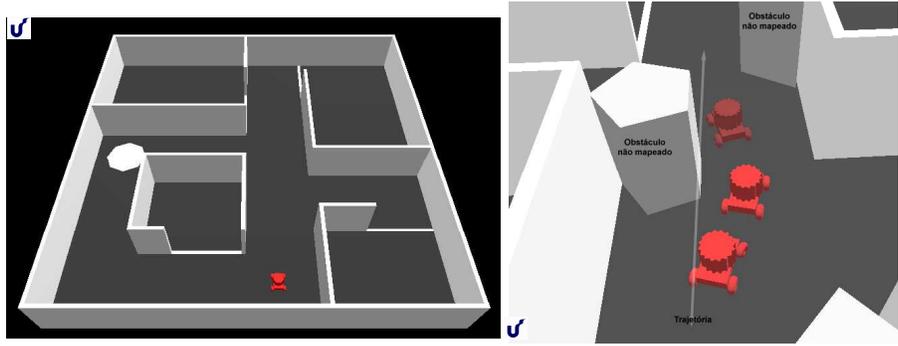
- Qual a posição atual do robô?
- Como garantir que após me deslocar ainda sei onde o robô está?
- Erro e Imprecisão: Translação / Rotação

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

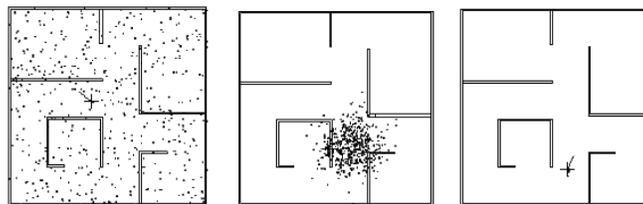


Fig. 2. Seqüência de imagens mostrando a evolução da distribuição das partículas durante a localização do robô móvel utilizando o algoritmo Monte Carlo.

Farlei Heinen

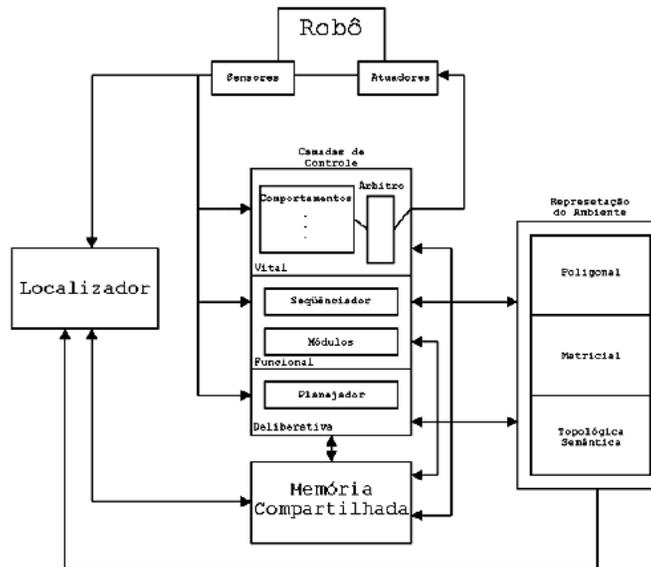
GIA-PIPCA Robótica Inteligente

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**

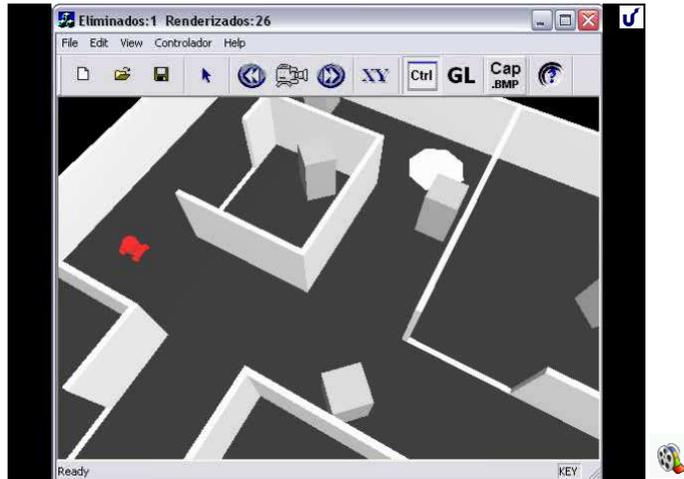


Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D



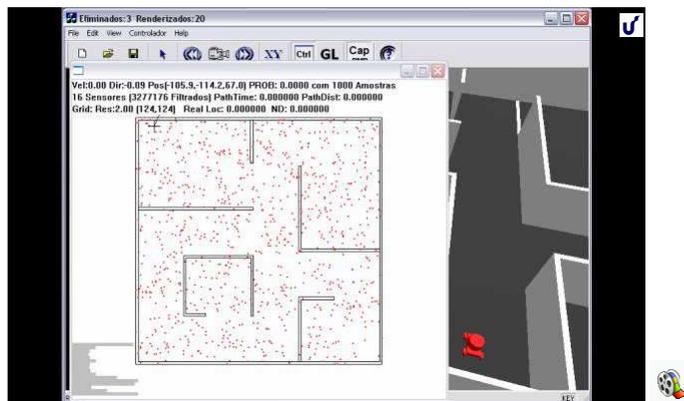
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação com o SimRob3D



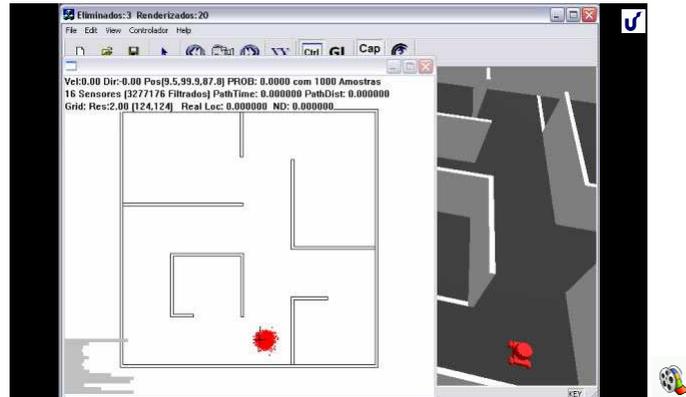
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Estático com Localização Monte Carlo



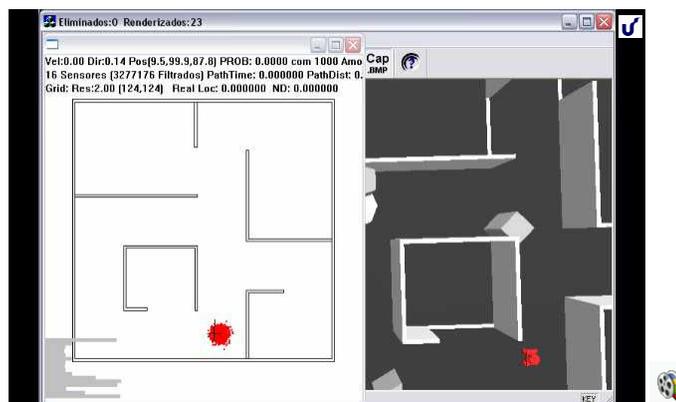
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Estático com Localização Monte Carlo



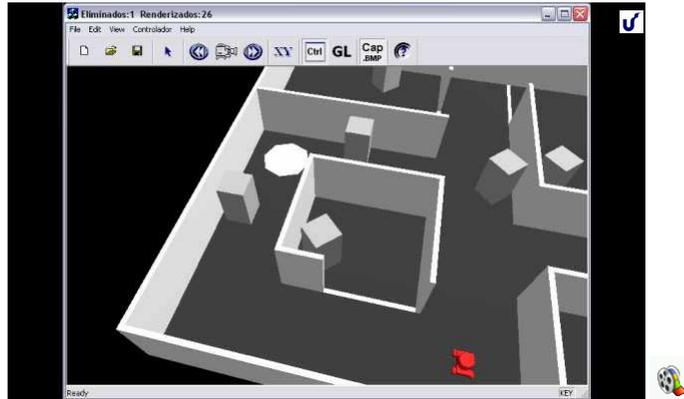
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Alterado em Relação a Representação Interna



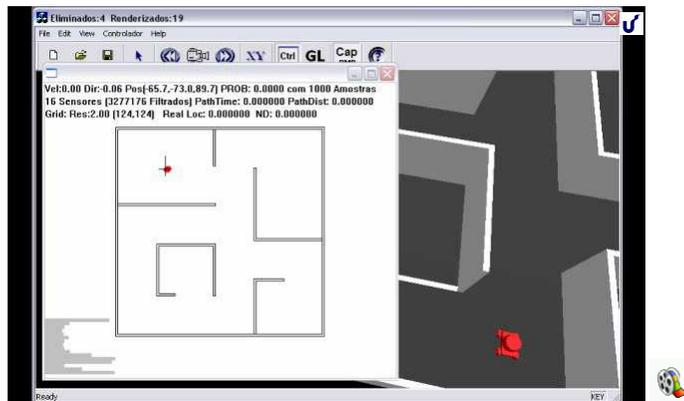
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente com Obstáculos Móveis



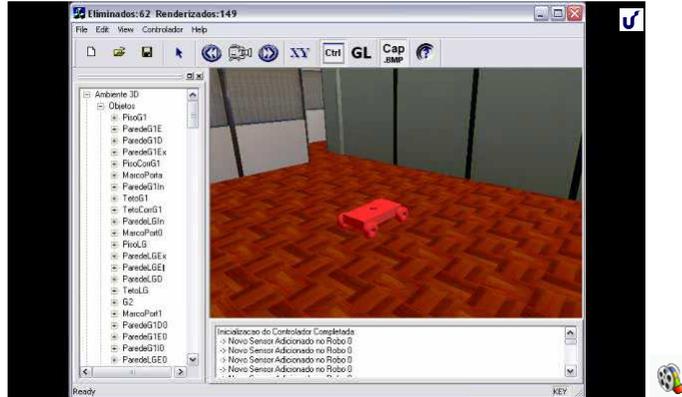
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Relocalização com Monte Carlo



Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Ambiente Tridimensional Complexo com Texturas



Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Ambiente Tridimensional Complexo com Texturas



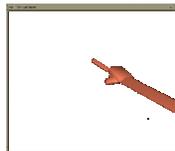
Robótica Inteligente
 Pesquisas em Desenvolvimento... GIA / GPVA
 Visão Computacional / Veículos Inteligentes



Robótica Inteligente
 Veículos Inteligentes

Mini-Baja Buggy: **Interfaces** – Profs. Kelber e Osório

Joystick



Telefone Celular

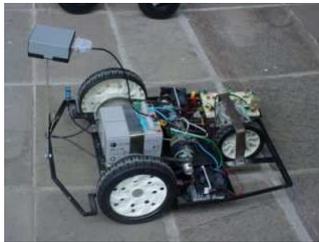


Data Glove →
 Reconhecimento de Gestos

Robótica Inteligente Veículos Inteligentes

Veículos Móveis: **Protótipos** - Prof. Kelber

Rally de Veículos Móveis Autônomos →

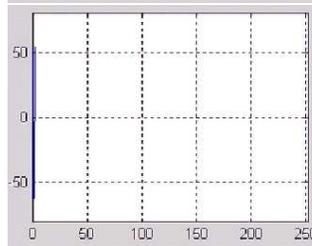


Robótica Inteligente Visão Computacional

Detecção das Bordas da Pista – Prof. Cláudio Jung

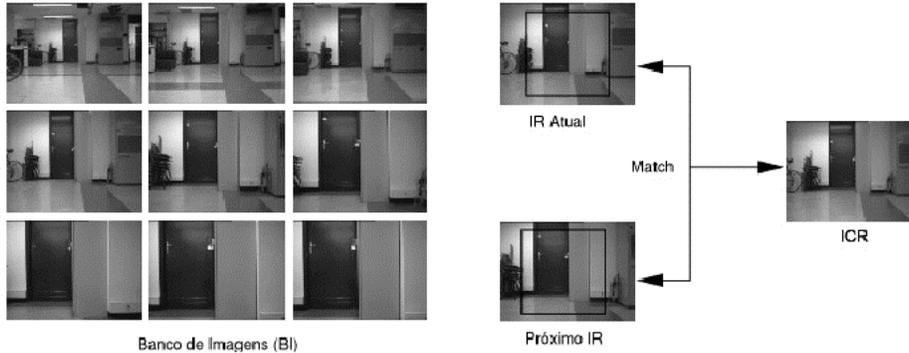


Lane Follow



Robótica Inteligente Visão Computacional

Navegação Visual – Prof. Fernando Osório



Sequência de Imagens previamente Armazenadas
(Rota de Navegação Visual)

Correlação entre Imagens da BI e ICR
Geração de Comando (*set-point*):
Esquerda, Direita ou Avançar

Robótica Inteligente e Veículos Autônomos

GIA- Grupo de Inteligência Artificial

GVPA – Grupo de Pesquisas em Veículos Autônomos

Prof. Dr. Fernando Osório - <http://inf.unisinos.br/~osorio/>
Prof. MSc Farlei Heinen - <http://ncg.unisinos.br/robotica/>
Prof. Dr. Christian Kelber - <http://www.eletrica.unisinos.br/~autonom/>
Prof. Dr. Cláudio Jung

Robótica, Visão e Automação Inteligente - Níveis de Controle

- Comando / Acionamento “Drive by Wire”

Exemplos: Joystick, Celular, Data Glove comandando

- Controle / Apoio ao Motorista

Exemplos: AGV, ACC, Lane Follow, Collision Avoidance

- Condução / Dirigir Autonomamente

Exemplos: Estacionar, ACC + Follow + Collision Avoidance,
Navegação autônoma



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/gia-pipca.html](http://www.inf.unisinos.br/gia-pipca.html)

Grupo de Pesquisas em Veículos Autônomos:

Web: <http://www.eletrica.unisinos.br/~autonom/>



GIA / PIPCA
GPVA - Unisinos