

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 }](mailto:fosorio[at]{icmc.usp.br, gmail.com})

Web: <http://www.icmc.usp.br/~fosorio/>

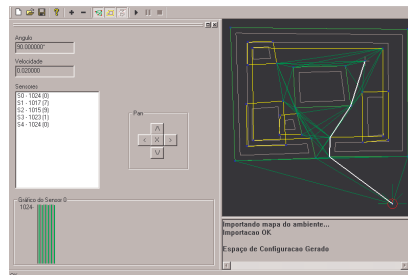
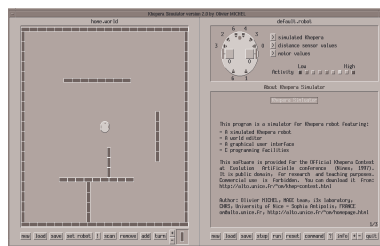
<http://www.icmc.usp.br/~lm/>

http://www.icmc.usp.br/~posgrad/sistemas_embarcados.html

Robótica Inteligente e Veículos Autônomos

Temas Principais:

- Tipos de Robôs
- Sensores e Atuadores
- Modelos Sensoriais
- Modelos Cinemáticos
- Controle Robótico:
 - Controle Reativo
 - Controle Deliberativo
 - Controle Hierárquico
- Localização
- 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

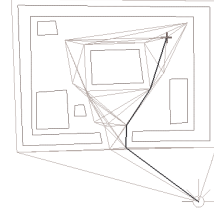
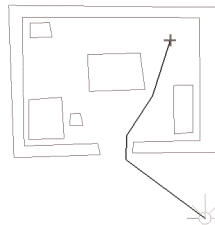
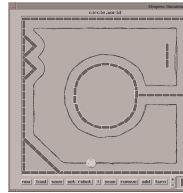
GVPA – Grupo de Pesquisas em Veículos Autônomos

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



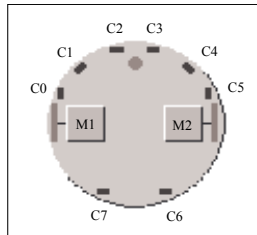
The rover goes a little too far and begins to climb Yogi (NASA)



Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

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



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)

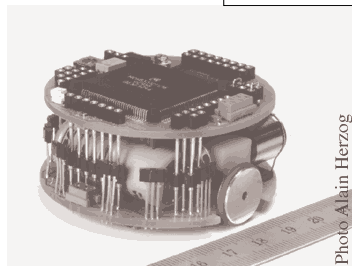
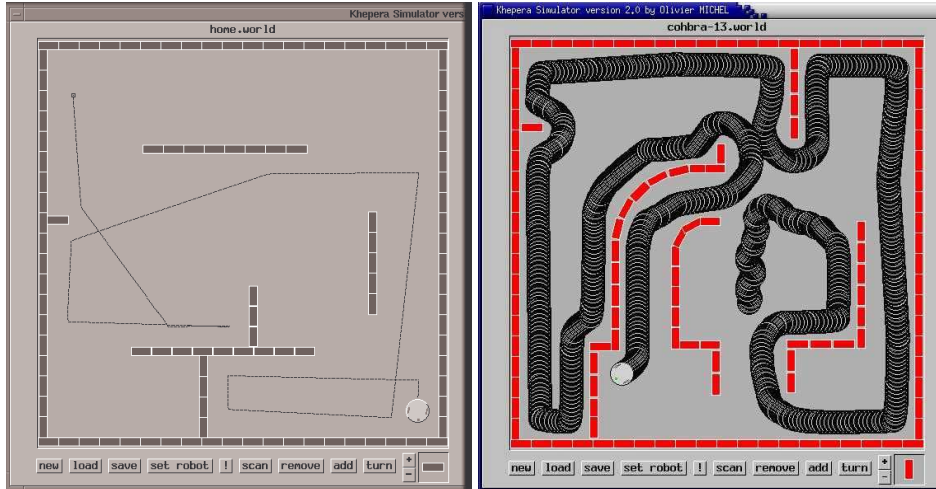


Photo Alain Herzog

Sensorial-Motor: Sentir => Agir

Robótica Inteligente Sistemas de Controle

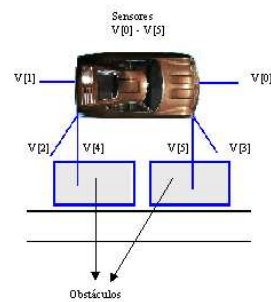
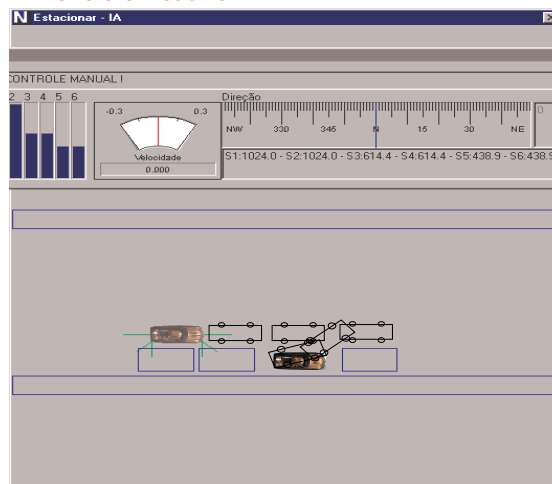
1. Controle Reativo



Sensorial-Motor: Sentir => Agir

Robótica Inteligente Sistemas de Controle

1. Controle Reativo



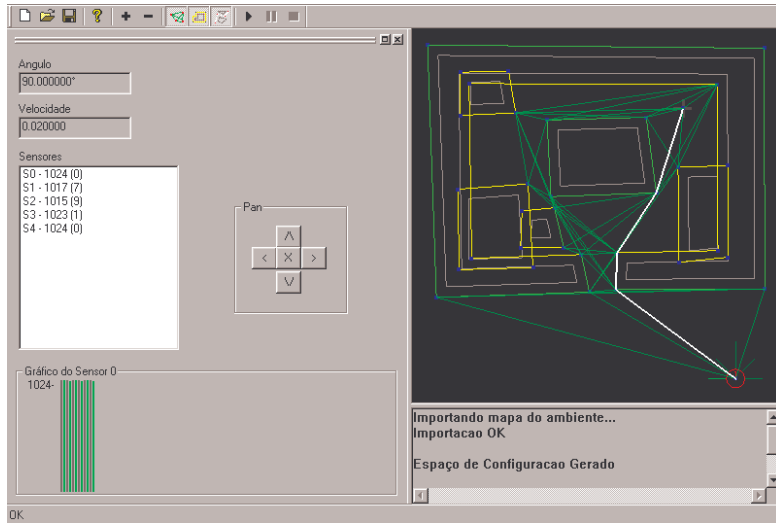
Sensorial-Motor: Sentir => Agir

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



Controle Hierárquico:

- Camadas
- Prioridades
- Troca de Informações

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

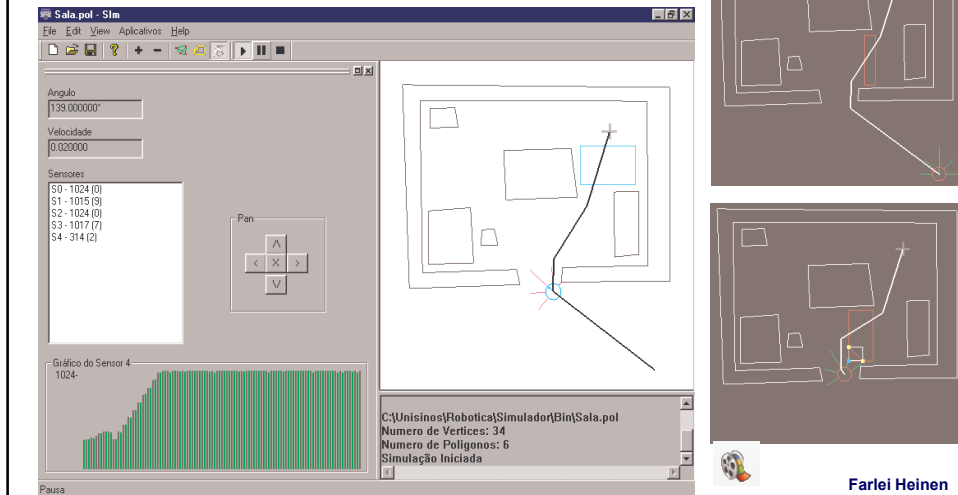
Figure 2. A decomposition of a mobile robot control system based on task achieving behaviors.

Brooks - Arquitetura Subsumption

Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

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



Robótica Inteligente

Sistemas de Controle

Mapa do Ambiente

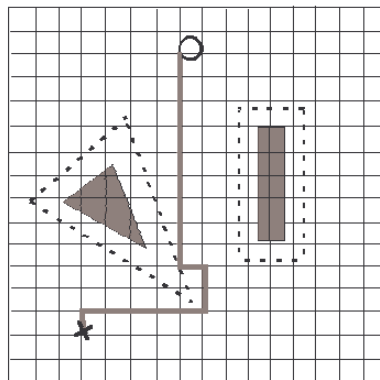
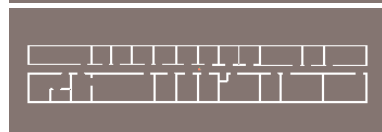
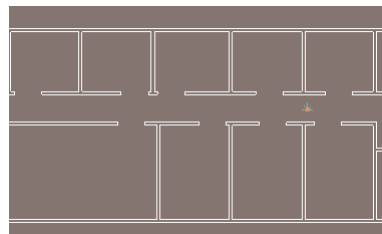
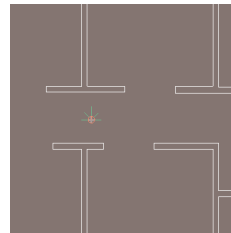


Figura 4.3 Navegação baseada em Grid

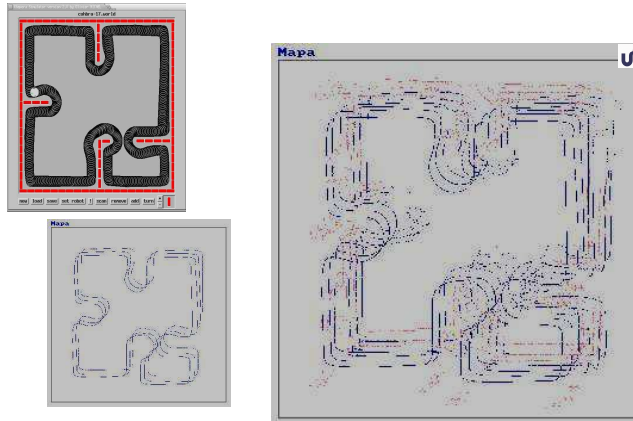


Navegação baseada em Mapa Geométrico

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

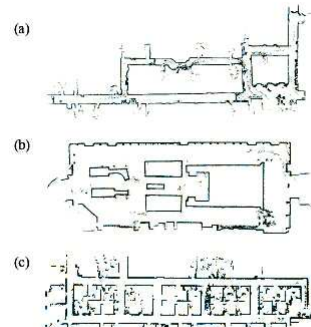
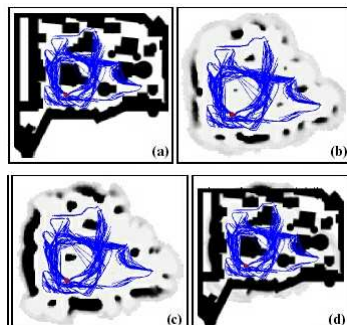


Figure 5: Maps generated in other large-scale environments of sizes (a) 75m, (b) 45m, and (c) 50m. In some of these runs, the cumulative odometric error exceeds 30 meters and 90 degrees.

Fig. 9. Integrating multiple maps: (a) CAD map of the museum (21 × 20m²) modeling only the static obstacles, (b) laser map, (c) sonar map, and (d) the integrated map used for path planning.

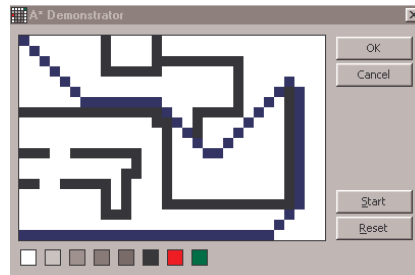
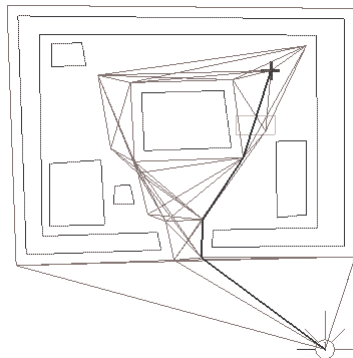
Sebastian Thrun / CMU

Robótica Inteligente

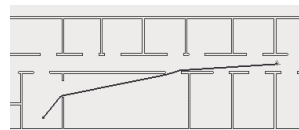
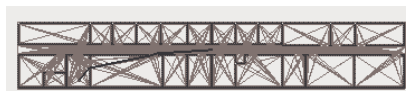
Sistemas de Controle

Planejamento de Trajetórias

SMPA - SENSE / MODEL / PLAN / ACT



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

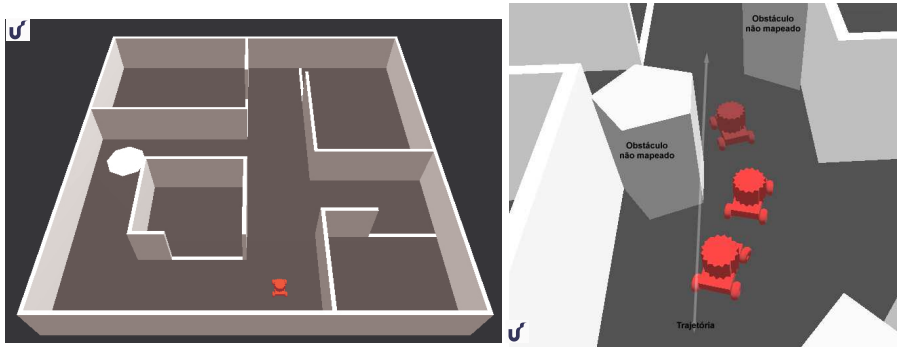
- Qual a posição atual do robô?
- Como garantir que após me deslocar ainda sei onde o robô está?
- Erro e Imprecisão: Translação / Rotação

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

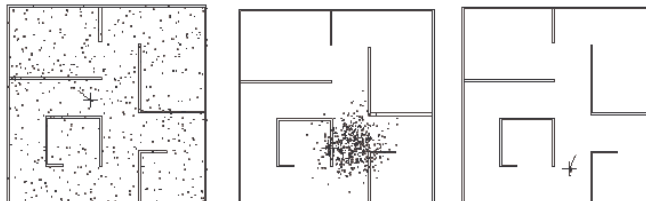


Fig. 2. Seqüência de imagens mostrando a evolução da distribuição das partículas durante a localização do robô móvel utilizando o algoritmo Monte Carlo.

Farlei Heinen

Robótica Inteligente

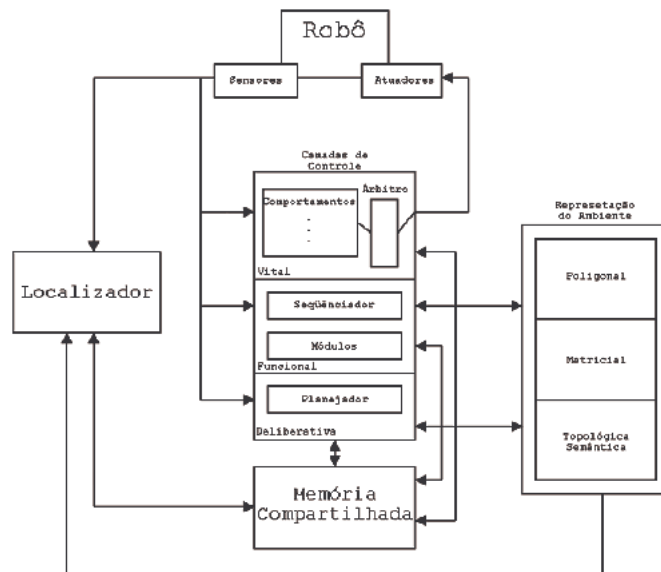
Temas Principais:

- 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**

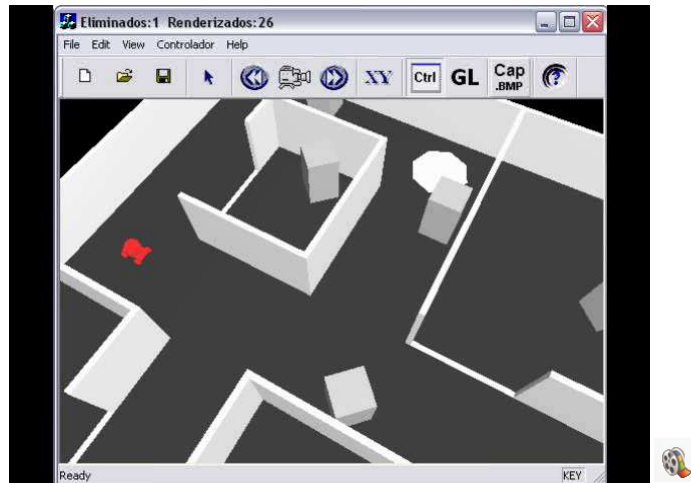


Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D



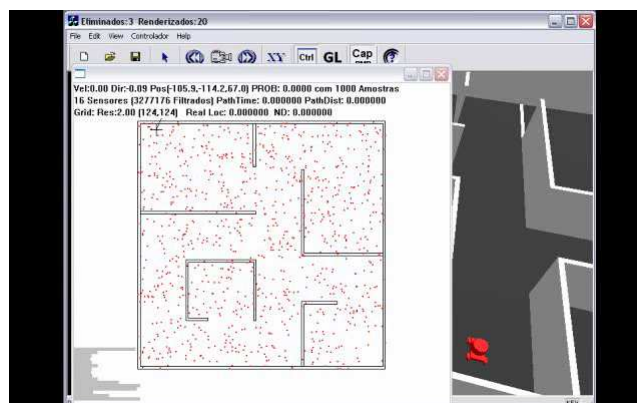
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação com o SimRob3D



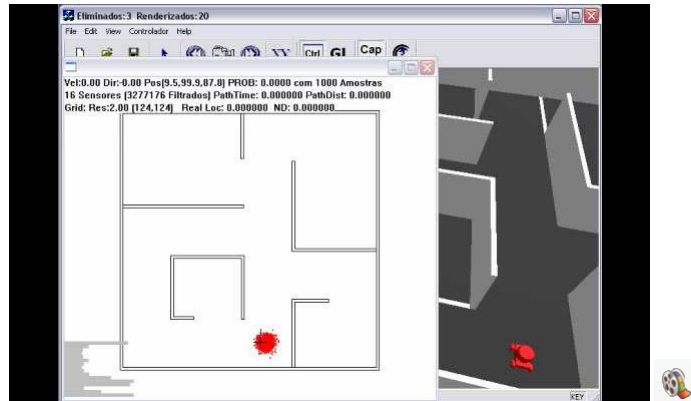
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Estático com Localização Monte Carlo



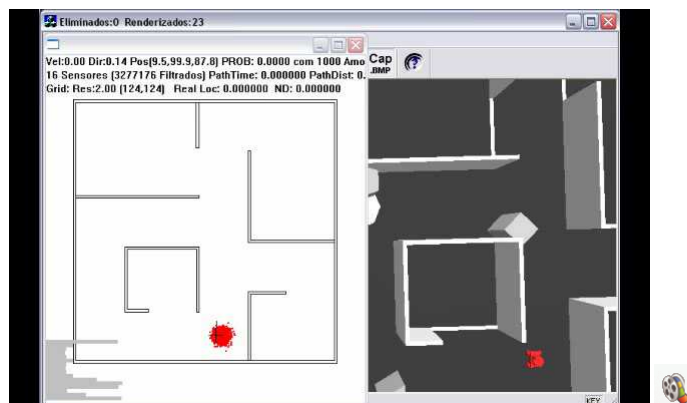
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Estático com Localização Monte Carlo



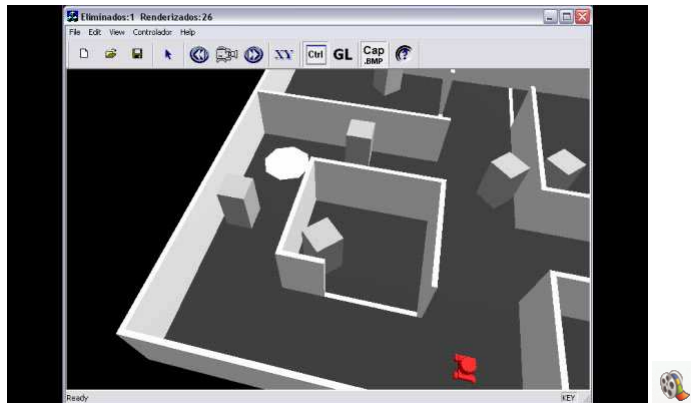
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente Alterado em Relação a Representação Interna



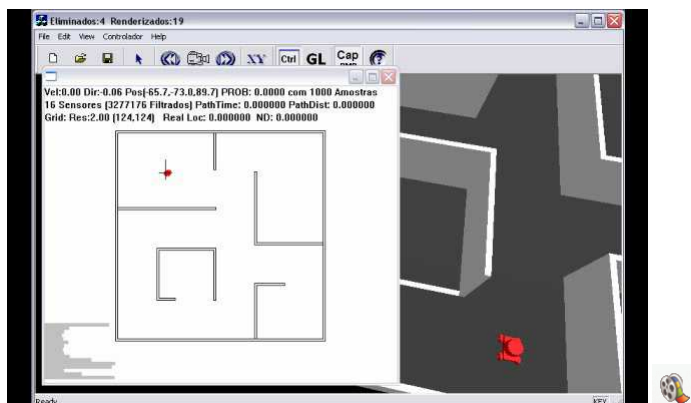
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Simulação em Ambiente com Obstáculos Móveis



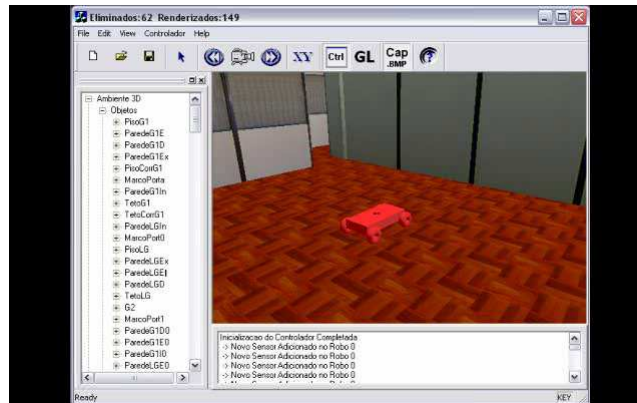
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Relocalização com Monte Carlo



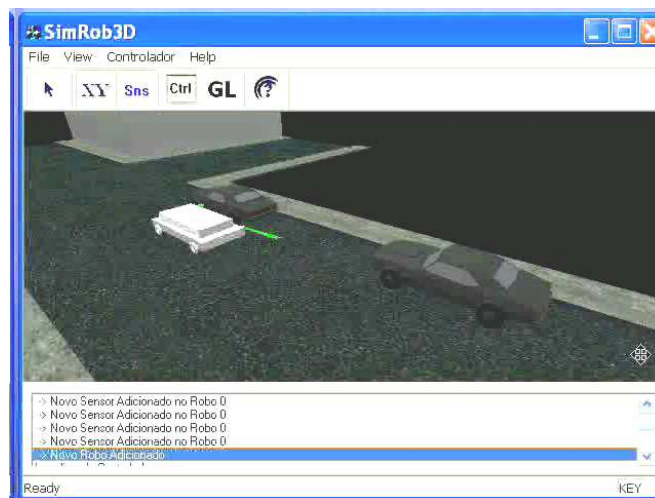
Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Ambiente Tridimensional Complexo com Texturas



Robótica Inteligente Controle Robusto Híbrido - SimRob3D

Ambiente Tridimensional Complexo com Texturas



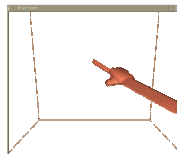
Robótica Inteligente
 Pesquisas em Desenvolvimento...
 Visão Computacional / Veículos Inteligentes



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 →

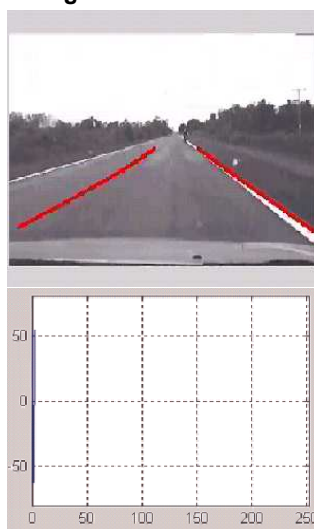


Robótica Inteligente Visão Computacional

Detecção das Bordas da Pista – Prof. Cláudio Jung

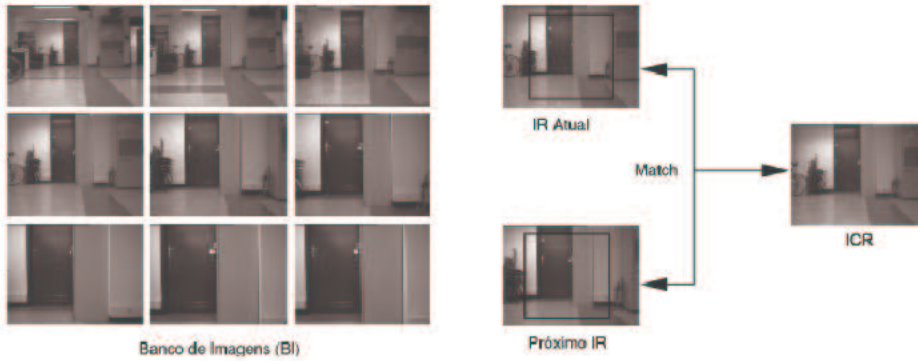


Lane Follow



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

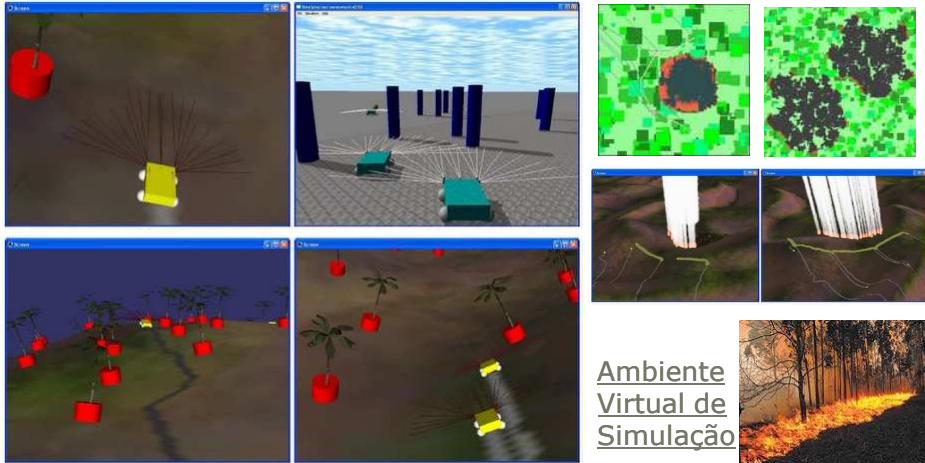
Robótica Inteligente Sistemas Multi-Robóticos

SWARM ROBOTICS



ROBOMBEIROS

Arquiteturas Computacionais: Robombeiros *Esquadrão de Robôs de combate a incêndio em Florestas*

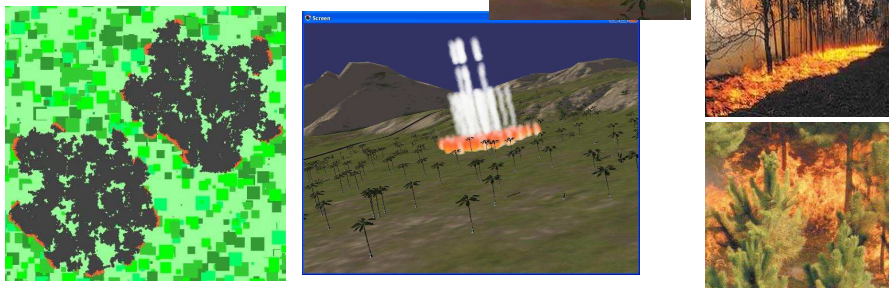


ROBOMBEIROS

Arquiteturas Computacionais: Robombeiros

Simulação de Incêndios

- Modelos de vegetação;
- Propagação do fogo: tipo de vegetação, topografia do terreno, direção do vento;
- Simulador 2D (grade) e Visualização 3D.

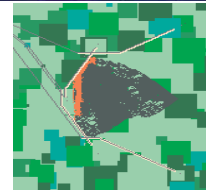


ROBOMBEIROS

Arquiteturas Computacionais: Robombeiros

Planejamento da Estratégia

- Simulação 2D e Ambiente Virtual 3D (OSG/ODE);
- Otimização das posições-chave de combate ao incêndio:
Criação de um aceiro (zona livre de vegetação), visando bloquear a propagação do fogo;
- Considera o erro de posicionamento GPS na criação do aceiro;
- Uso de Algoritmos Genéticos.



Algoritmo Genético: Fitness

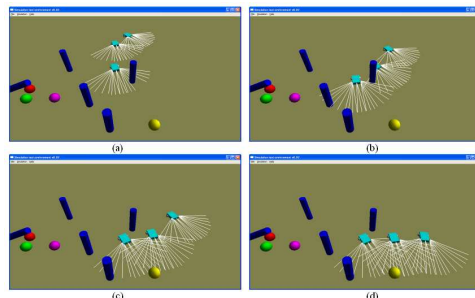
- * **Total de área queimada**: busca minimizar a área queimada;
- * **Total de área com aceiro**: busca minimizar a área de trabalho dos robôs, e;
- * **Distribuição de tarefas**: busca minimizar a diferença entre a média geral de aceiros úteis em relação ao aceiro útil de cada indivíduo, assim, os tamanhos das áreas de trabalho individuais tendem a se equilibrar.

ROBOMBEIROS

Robombeiros

Navegação no Terreno 3D

- Ambiente Virtual 3D (OSG);
- Simulação física com biblioteca ODE;
- Seguir a trajetória definida até atingir a posição-chave estabelecida;
- Robôs-bombeiros com sensores:
 - > GPS: posição e orientação
 - > Sonares: proximidade de obstáculos
 - > Sensor de temperatura
- Desvio de obstáculos, mantendo a trajetória em direção a posição-alvo;
- Uso de Redes Neurais Artificiais.



Seqüências de uma simulação com navegação e desvio satisfatórios



Perspectivas Futuras

Perspectivas
Futuras

Perspectivas Futuras

Perspectivas Futuras

SCIENTIFIC AMERICAN

NOVEMBER 2007

NOVEMBER 2007

DAWN OF THE AGE OF ROBOTS

Bill Gates writes that
every home will soon have
smart mobile devices



If This is a
PLANET,
Then Why
Isn't Pluto?



A ROBOT IN EVERY HOME

The leader of the PC revolution
predicts that the next hot field
will be robotics

By Bill Gates

It might seem like a bold prediction, but Bill Gates is
right: the next hot field will be robotics. In his
latest column, Gates predicts that the next hot field
will be robotics.

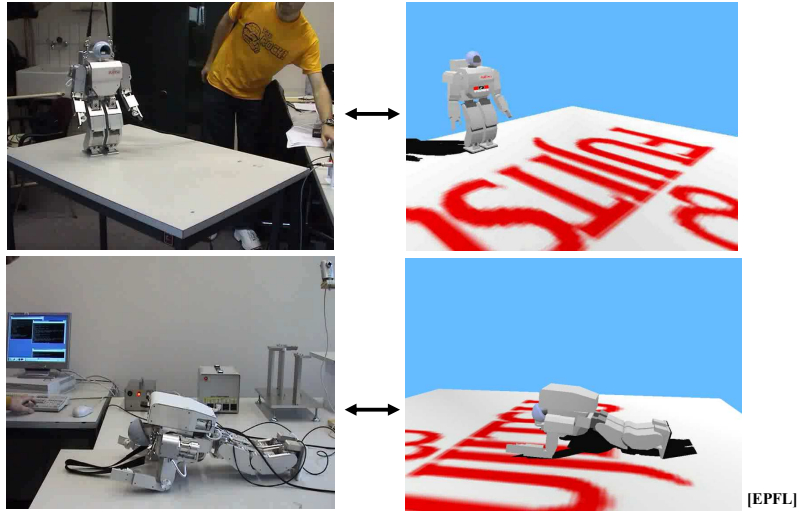


COMPUTER TEST-DRIVE of a mobile device in a three-dimensional virtual environment helps robot builders analyze and adjust the capabilities of their designs before trying them out in the real world. Part of the Microsoft Robotics Studio software development kit, this tool simulates the effects of forces such as gravity and friction.

Perspectivas
Futuras

Perspectivas Futuras

HUMANOIDS



Perspectivas
Futuras

Perspectivas Futuras

http://www.toyota.co.jp/en/vision/emerging_tech/robot/details.html

Inf-Unisinos MyUnis Unisinos Wikipedia Bookmarks Google-BMs IEEE Xplore JEMS Lattes B.Bice-ERxEU SBGa
ICT Results -Softwa... TOYOTA: Company ... PRIME homepage TOYOTA: Company ... TOYOTA: Comp

Partner Robots

Details

Mountable model
"i-foot"

Features
Development objective
Technologies
Design concept
Main Specifications
Partner Robot TV

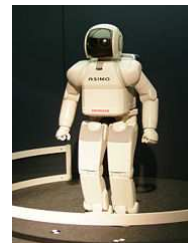
Main Specifications

Height (mm)	2,360
Weight (kg)	200
Degree of joint freedom of movement (degree of freedom of movement)	12
Weight that can be carried (kg)	60
Walking speed (km/h)	1.35

Walking model Rolling model Details TOP Wire-operated model

**HUMANOIDS
DROIDS
FICTION?**

**Toyota i-foot
Honda Asimo**



Perspectivas
Futuras

Perspectivas Futuras

DARPA CHALLENGE (2005 Desert, 2007 Urban)

driverless cars



Tartan Racing is united to catalyze a technical, cultural and industrial revolution for a new class of robotics to advance the state-of-the-art in driver safety.

Perspectivas
Futuras

Perspectivas Futuras

New Trends - NANOROBOTS

A 3D Fax Machine based on Claytronics

Padmanabhan Pillai, Jason Campbell
Intel Research Pittsburgh
Pittsburgh, PA 15213

Gautam Kedia, Shishir Moudgal, Kaushik Sheth
Carnegie Mellon University
Pittsburgh, PA 15213

Abstract—This paper presents a novel application of modular robotic technology. Many researchers expect manufacturing technology will allow robot modules to be built at smaller and smaller scales, but movement and actuation are increasingly difficult as dimensions shrink. We describe an application — a 3D fax machine — which exploits inter-module communication and computation without requiring self-reconfiguration. As a result, this application may be feasible sooner than applications which depend upon modules being able to move themselves.

In our new approach to 3D faxing, a large number of sub-millimeter robot modules form an intelligent “clay” which can be reshaped via the external application of mechanical forces. This clay can act as a novel input device, using intermodule localization techniques to acquire the shape of a 3D object by casting. We describe software for such digital clay. We also describe how, when equipped with simple inter-module latches, such clay can be used as a 3D output device. Finally, we evaluate results from simulations which test how well our approach can replicate particular objects.

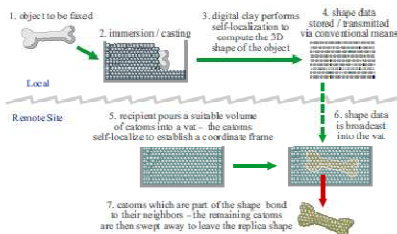


Fig. 1. An overview of the 3D fax scenario

[Published at IROS2006]
IEEE Intelligent Robot and Systems Conference

Claytronics – Nanotech
<http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/>