

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@icmc.usp.br)

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

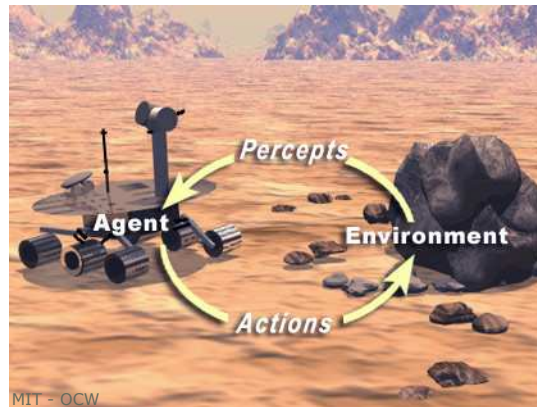
Temas Principais:

- Introdução ← Parte I
- Tipos de Robôs ← Parte II
 - Manipuladores, Robôs Móveis
 - Terrestres, Aquáticos, Aéreos, ...
- **Sensores e Atuadores** ← Parte III
- **Inteligência & Robôs**
- **Modelos Sensoriais**
- **Modelos Cinemáticos**
- Controle Robótico: ← Parte IV
 - Reativo, Deliberativo, Hierárquico
- Localização
- Mapas do Ambiente:
 - Construção de Mapas, SMPA
 - SMPA - *Sense Model Plan Act*
- Problemas: Desvio de Obstáculos, Posicionamento
- Soluções: Controle Robusto Híbrido
- Simulação - SimRob3D

Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

* Sensores: Percepção do Ambiente

* Atuadores: Ações e Movimentação do Robô



Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

* Sensores:

Distância: Luz, Som, Força _____

- Infra-Vermelho
- Sonar (ultrassom) e Radar
- Laser
- Câmeras de Vídeo - Linear / Matricial, Mono ou Binocular
- Sensor de contato (bumpers, antenas)

Outros Componentes

- > Medidor de carga da bateria
- > Temperatura, Pressão
- > Umidade
- > Fumaça, Odores, etc.

Posicionamento e Orientação

- GPS
- Bússolas
- Giroscópio
- Odômetros
- Faróis (ex. rádio) ou Câmera de Vídeo

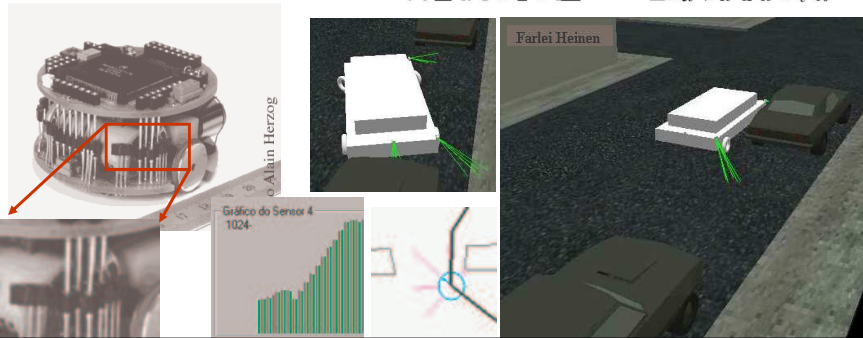
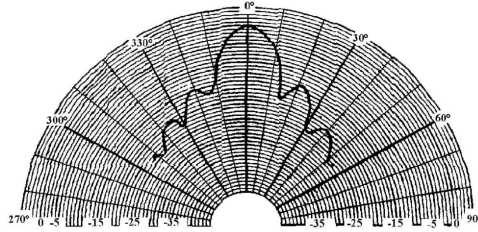
* Atuadores...

Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

*** Sensores:**

Distância: Luz, Som, Força

- Infra-Vermelho
- Sonar (ultrasom) e Radar
- Laser
- Câmeras de Vídeo
- Sensor de contato (bumpers, antenas)



Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

*** Sensores:**

Distância: Luz, Som, Força

- Infra-Vermelho
- Sonar (ultrasom) e Radar
- Laser
- Câmeras de Vídeo
- Sensor de contato (bumpers, antenas)



Outros Componentes

- > Medidor de carga da bateria
- > Temperatura, Pressão
- > Umidade
- > Fumaça, Odores, etc.

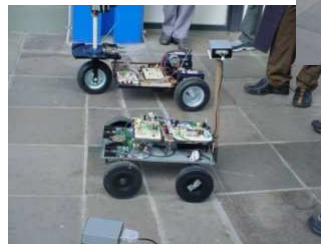
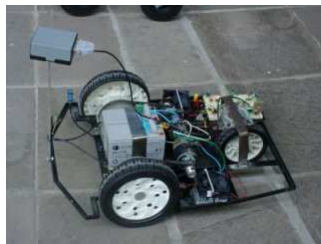


Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

* Sensores:

Posicionamento e Orientação

- GPS
- Bússolas
- Giroscópio
- Odômetros
- Faróis (ex. rádio)
- Câmera de Vídeo

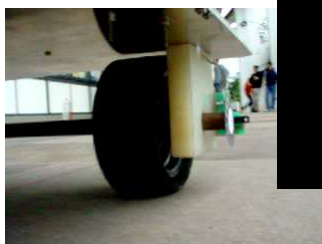
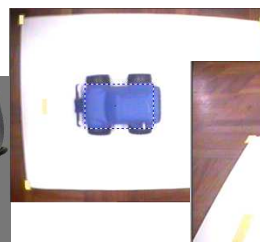


Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

* Sensores:

Posicionamento e Orientação

- GPS
- Bússolas
- Giroscópio
- Odômetros
- Faróis (ex. rádio)
- Câmera de Vídeo



Robótica Autônoma Sensores e Atuadores

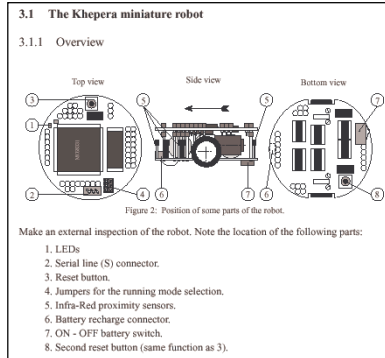
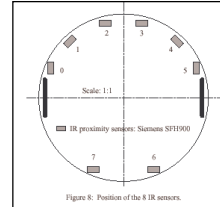
* Atuadores:

Locomoção:

- Motor de Passo: rodas, esteiras - velocidade, direção, rotação
- Pernas e pés (problema do equilíbrio)
- Propulsão (submarino, aéreo)

Manipulação:

- Garras e Pinças (grippers)
- Braço robótico



Robótica Autônoma Inteligente Inteligência e Robótica

- * Planejamento das Ações
 - * Capacidade de Agir
 - * Capacidade de Sentir o Ambiente
 - * Reação: Integração Sensorial-Motora
 - * Previsão: Ambiente, Comportamento, Interação
 - * Aprendizado e Adaptação
 - * Robustez: Situações Imprevistas
- => Por onde começar?

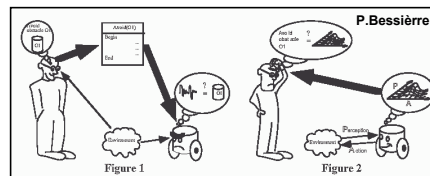
Robótica Autônoma Inteligente Inteligência e Robótica

- * Planejamento das Ações
 - * Capacidade de Agir
 - * Capacidade de Sentir o Ambiente
 - * Reação: Integração Sensorial-Motora
 - * Previsão: Ambiente, Comportamento, Interação
 - * Aprendizado e Adaptação
 - * Robustez: Situações Imprevistas
- => Por onde começar?



Robótica Autônoma Inteligente Inteligência e Robótica

- * Planejamento das Ações
 - * Capacidade de Agir
 - * Capacidade de Sentir o Ambiente
 - * Reação: Integração Sensorial-Motora
 - * Previsão: Ambiente, Comportamento, Interação
 - * Aprendizado e Adaptação
 - * Robustez: Situações Imprevistas
- => Por onde começar?

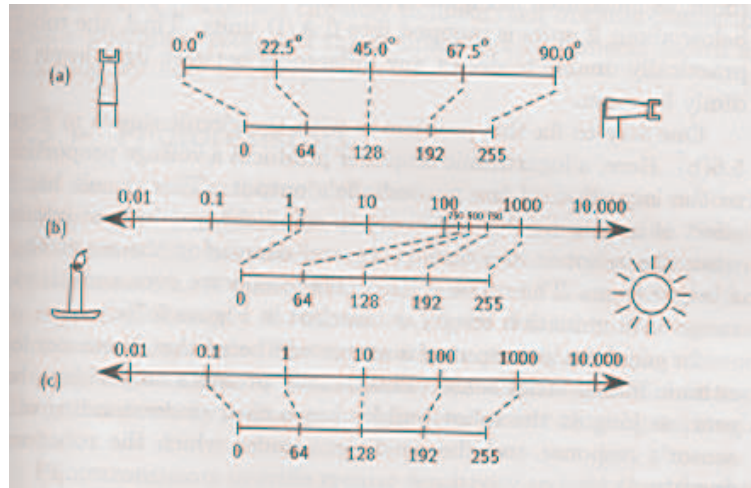


1. Modelar os sensores, atuadores e comportamento do robô
2. Simular o robô, validando os modelos
3. Controlar o robô real em um ambiente real

Robótica Autônoma Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

SENSORES

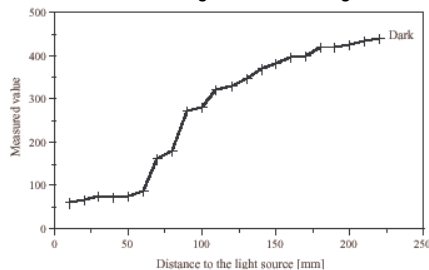
- Sensibilidade e Intervalo de Valores...



Robótica Autônoma Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

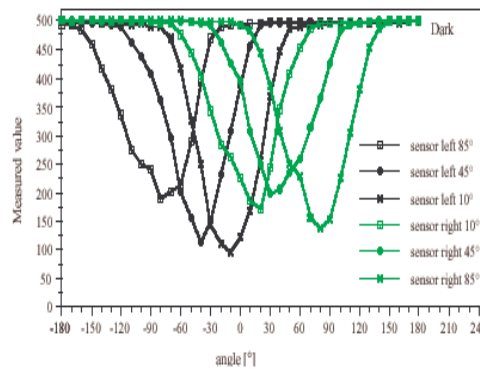
- Características dos Sensores Infra-Vermelho do Khepera:

Sensibilidade a luz ambiente/ Reflexão da Luz
Distância: 50 a 500mm (aproximadamente)
Valor lido: 0..450 (aproximadamente)
Dependente de: Potência = 1 Watt
Ângulo = -180 a +240 graus



Typical measurement of the ambient light versus the distance of a light source of 1 Watt.
 As it can be seen, the measured value decreases when the intensity of the light increases. The standard value in the dark is around 450.

The measurement of the ambient light versus the angle between the forward direction of the robot and the direction of the light has the shape illustrated in figure 10.



Resposta do sensor em função do do ângulo deste em relação a fonte de luz

Robótica Autônoma Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

Características dos sensores infra-vermelhos do Khepera:
Medida de distância de um obstáculo: 0..1024 - Resposta em função do tipo de material
(reflexão da luz depende do material)

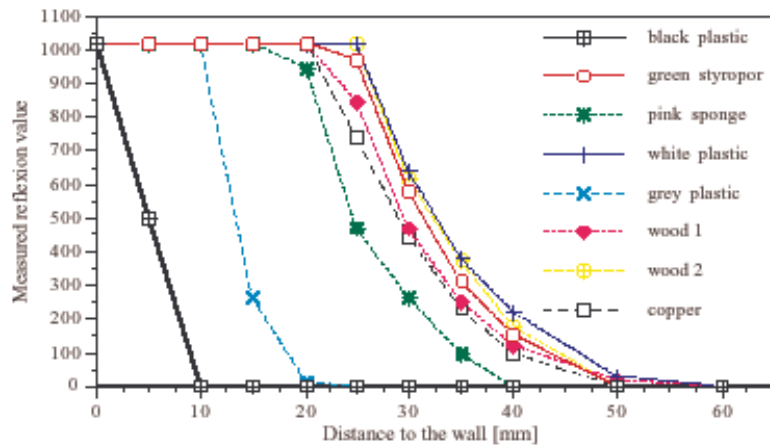


Figure 11: Measurements of the light reflected by various kinds of objects versus the distance to the object.

Robótica Autônoma Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

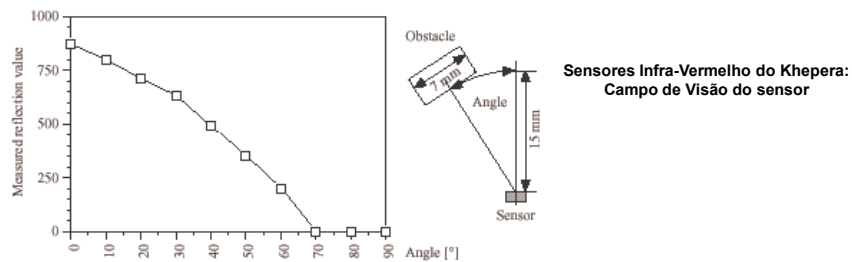
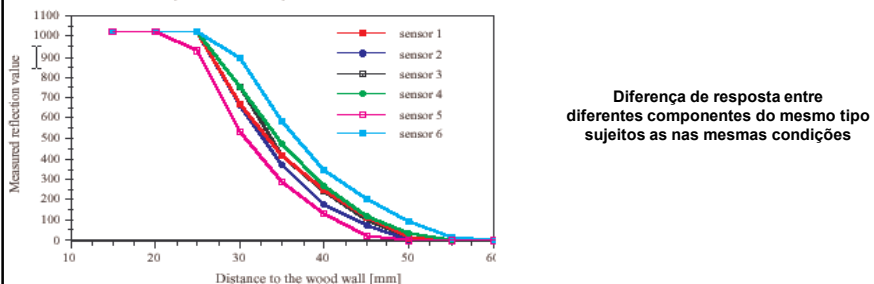


Figure 12: Typical response of a proximity sensor for an obstacle (7 mm in width) at a distance of 15 mm. The measurement is given versus the angle between the forward orientation of the robot and the orientation



Diferença de resposta entre diferentes componentes do mesmo tipo sujeitos as nas mesmas condições

Robótica Autônoma Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

ATUADORES

- Aceleração
- Limite de Velocidade
- Inércia

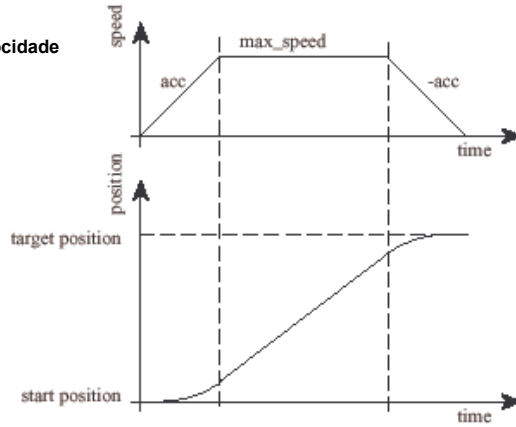
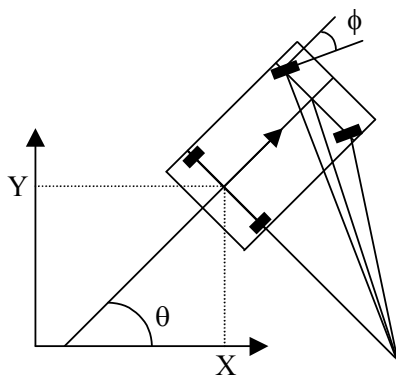


Figure 7: Speed profile used to reach a target position with a fixed acceleration (acc) and a maximal speed (max speed).

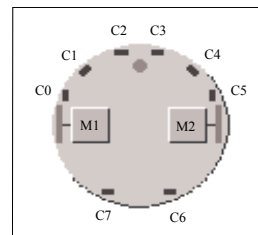
Robótica Autônoma Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

Modelo Cinemático:

- Diferencial
- Ackerman



Diferencial

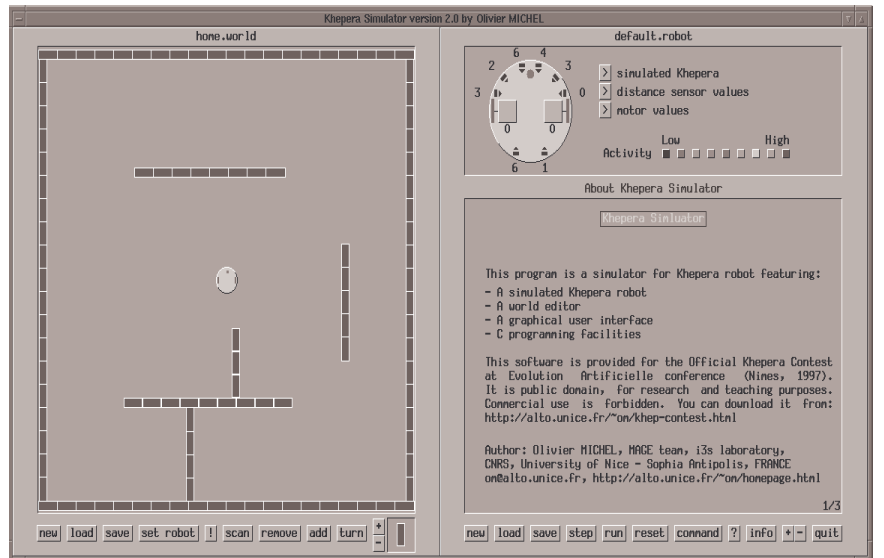


Ackerman

$$\begin{aligned} \theta &= V / L * \sin (\Phi) \\ X &= V * \cos (\Phi) * \cos (\theta) \\ Y &= V * \cos (\Phi) * \sin (\theta) \end{aligned}$$

Robótica Autônoma Inteligente Simuladores

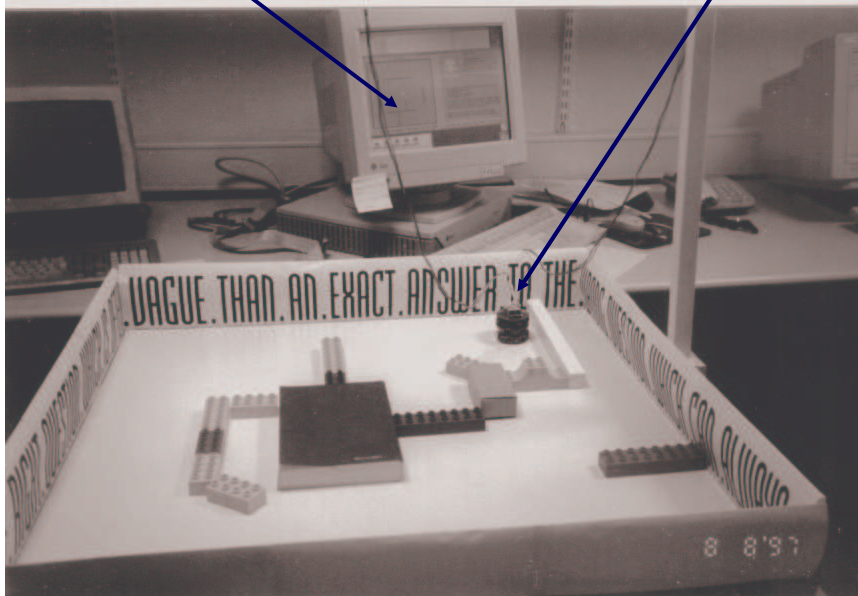
Simulador do Khepera / SIM 2.0 Unix / Olivier Mitchell / INRIA Sophia Antipolis



Robótica Autônoma Inteligente Simuladores

Simulador do Khepera

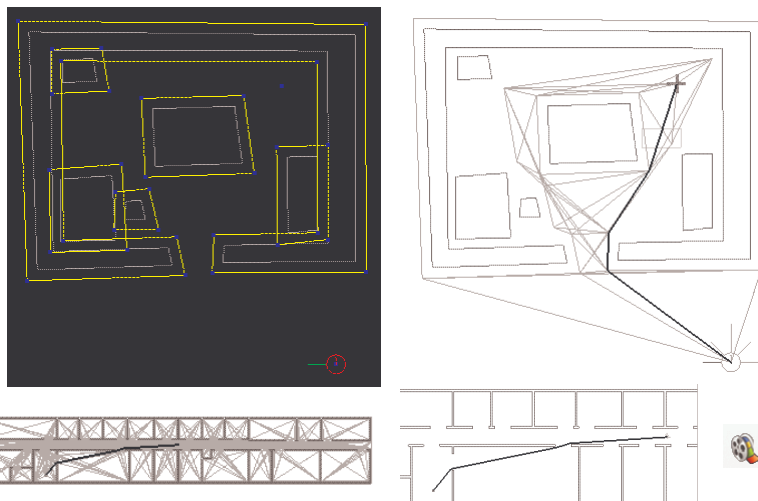
Robô Khepera



Robótica Autônoma Inteligente Simuladores

Referência: Farlei Heinen. Robótica Autônoma: A integração entre planificação e comportamento reativo. 2000.

Web: <http://ncg.unisinos.br/robotica/>



Robótica Autônoma Inteligente Simuladores

Referência:

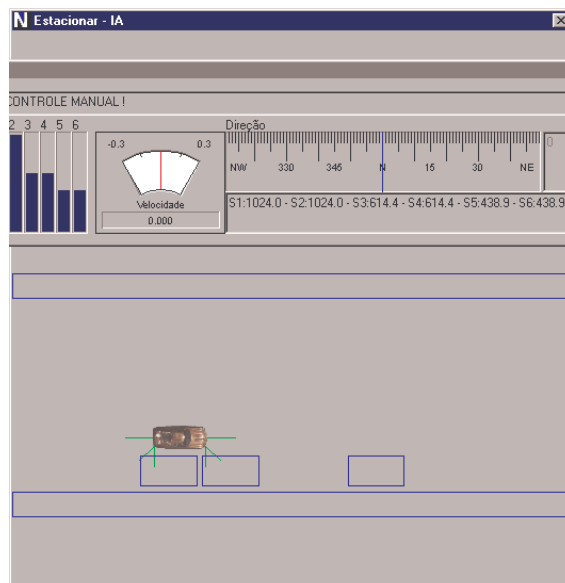
SEVA
Simulador de
Estacionamento de
Veículos
Autônomos

SEVA-A (Autômato)
Farlei Heinen

SEVA-N (Neural)
Farlei Heinen
Fernando Osório
Luciane Fortes

Publicações:

SEMINCO 2001 - FURB
SBRN 2002



Robótica Autônoma Inteligente Simuladores

Referência:

SEVA
Simulador de Estacionamento de Veículos Autônomos



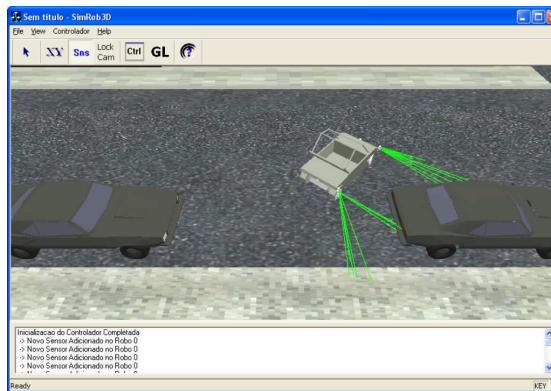
SEVA-A (Autômato)
Farlei Heinen

SEVA-N (Neural)
Farlei Heinen
Fernando Osório
Luciane Fortes

SEVA-3D
Farlei Heinen
Milton Heinen
Fernando Osório

Publicações:

IEEE IJCNN



Robótica Autônoma Inteligente Simuladores

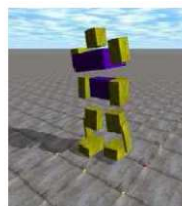
LEGGEN

BigDog
LegGen

Humanóides
Fujitsu Hoap



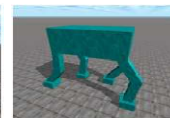
(a) Robô real



(b) Robô simulado



(a) Heval-3J



(b) TetraL3J



The Sony Dream Robot in the real world



The Sony Dream Robot simulated into Webots



[Boston Dynamics](http://www.bostondynamics.com)

Robótica Inteligente e Veículos Autônomos

Temas Principais:

- Introdução ← Parte I
- Tipos de Robôs ← Parte II
 - Manipuladores, Robôs Móveis
 - Terrestres, Aquáticos, Aéreos, ...
- **Sensores e Atuadores** ← Parte III
- **Inteligência & Robôs**
- **Modelos Sensoriais**
- **Modelos Cinemáticos**
- Controle Robótico: ← Parte IV
 - Reativo, Deliberativo, Hierárquico
- Localização
- Mapas do Ambiente:
 - Construção de Mapas, SMPA
 - SMPA - *Sense Model Plan Act*
- Problemas: Desvio de Obstáculos, Posicionamento
- Soluções: Controle Robusto Híbrido
- Simulação - SimRob3D