

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

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

**Fernando Osório** - [osorio@exatas.unisinos.br](mailto:osorio@exatas.unisinos.br)  
**Farlei Heinen** - [farlei@exatas.unisinos.br](mailto:farlei@exatas.unisinos.br)

**Colaboradores:**

**Adelmo Cechin** - [cechin@exatas.unisinos.br](mailto:cechin@exatas.unisinos.br)  
**Christian Kelber** - [kelber@eletrica.unisinos.br](mailto:kelber@eletrica.unisinos.br)  
**Adiléa Wagner** - [adilea@exatas.unisinos.br](mailto:adilea@exatas.unisinos.br)



**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

## 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

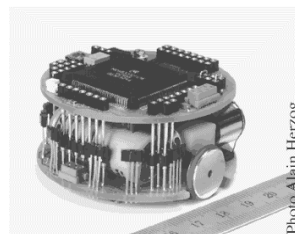
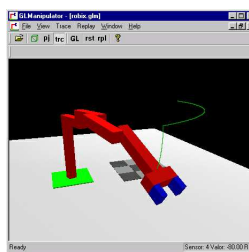


Photo Alain Herzog

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

- \* Robôs Manipuladores:  
Braços Robóticos de Base Fixa



- \* Robôs Móveis...

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

- \* Robôs Móveis:

### 1. Veículos Móveis

- Veículos Terrestres / Indoor
- Veículos Terrestres / Outdoor
- Veículos de Exploração Espacial
- Veículos Aquáticos / Barcos e Submarinos
- Veículos Aéreos / Dirigíveis, Aviões e Helicópteros

### 2. Humanóides

### 3. Animats

---

#### A. Robôs Móveis Tele-Comandados

#### B. Robôs Móveis Semi-Autônomos

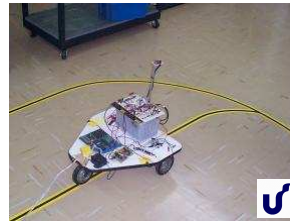
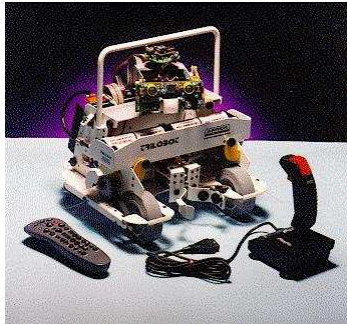
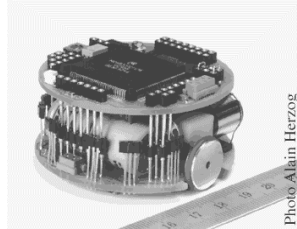
#### C. Robôs Móveis Autônomos

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

### \* Robôs Móveis:

#### 1. Veículos Móveis

- Veículos Terrestres / Indoor
- Veículos Terrestres / Outdoor
- Veículos de Exploração Espacial
- Veículos Aquáticos / Barcos e Submarinos
- Veículos Aéreos / Dirigíveis, Aviões e Helicópteros

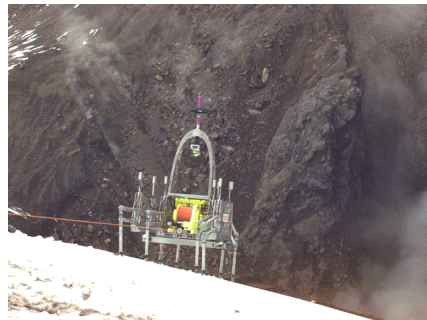


## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

### \* Robôs Móveis:

#### 1. Veículos Móveis

- Veículos Terrestres / Indoor
- Veículos Terrestres / Outdoor
- Veículos de Exploração Espacial
- Veículos Aquáticos / Barcos e Submarinos
- Veículos Aéreos / Dirigíveis, Aviões e Helicópteros



## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

\* Robôs Móveis:

### 1. Veículos Móveis

- Veículos Terrestres / Indoor
- Veículos Terrestres / Outdoor
- Veículos de Exploração Espacial
- Veículos Aquáticos / Barcos e Submarinos
- Veículos Aéreos / Dirigíveis, Aviões e Helicópteros



## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

\* Robôs Móveis:

### 1. Veículos Móveis

- Veículos Terrestres / Indoor
- Veículos Terrestres / Outdoor
- Veículos de Exploração Espacial
- Veículos Aquáticos / Barcos e Submarinos
- Veículos Aéreos / Dirigíveis, Aviões e Helicópteros



## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

### \* Robôs Móveis:

#### 1. Veículos Móveis

- Veículos Terrestres / Indoor
- Veículos Terrestres / Outdoor
- Veículos de Exploração Espacial
- Veículos Aquáticos / Barcos e Submarinos
- Veículos Aéreos / Dirigíveis, Aviões e Helicópteros



## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

### \* Robôs Móveis:



#### 2. Humanóides

#### 3. Animats

---

#### A. Robôs Móveis Tele-Comandados

#### B. Robôs Móveis Semi-Autônomos

#### C. Robôs Móveis Autônomos

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

\* Robôs Móveis:



### 3. Animats

---

- A. Robôs Móveis Tele-Comandados
- B. Robôs Móveis Semi-Autônomos
- C. Robôs Móveis Autônomos

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

\* Robôs Móveis:



- 
- A. Robôs Móveis Tele-Comandados
  - B. Robôs Móveis Semi-Autônomos
  - C. Robôs Móveis Autônomos

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

\* Robôs Móveis:



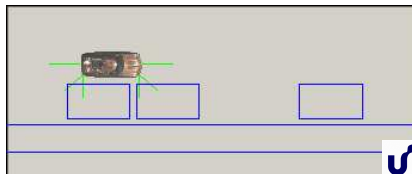
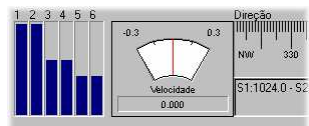
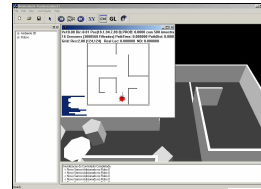
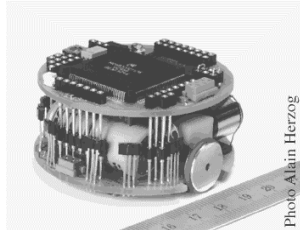
B. Robôs Móveis Semi-Autônomos => AGV

C. Robôs Móveis Autônomos

## Robótica Inteligente Tipos de Robôs

\* Robôs Móveis:

>> Robôs Móveis Autônomos <<



## Robótica Inteligente

### Tipos de Robôs

#### \* Robôs Móveis:

>> Robôs Móveis Autônomos <<



## Robótica Inteligente

### Sensores e Atuadores

#### \* Sensores:

Distância: Luz, Som, Força \_\_\_\_\_

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

Posicionamento e Orientação

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

Outros Componentes

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

#### \* Atuadores...



## Robótica Inteligente 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

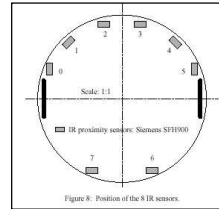


Figure 8: Position of the 8 IR sensors

### 3.1 The Khepera miniature robot

#### 3.1.1 Overview

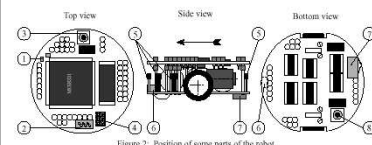


Figure 2: Position of some parts of the robot.

Make an external inspection of the robot. Note the location of the following parts:

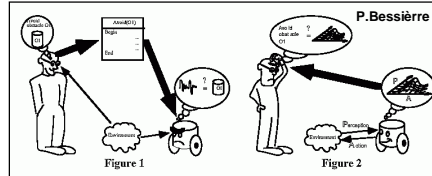
1. LEDs
2. Serial line (S) connector.
3. Reset button.
4. Jumpers for the running mode selection.
5. Infra-Red proximity sensors.
6. Battery recharge connector.
7. ON - OFF battery switch.
8. Second reset button (same function as 3).

## Robótica 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 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?

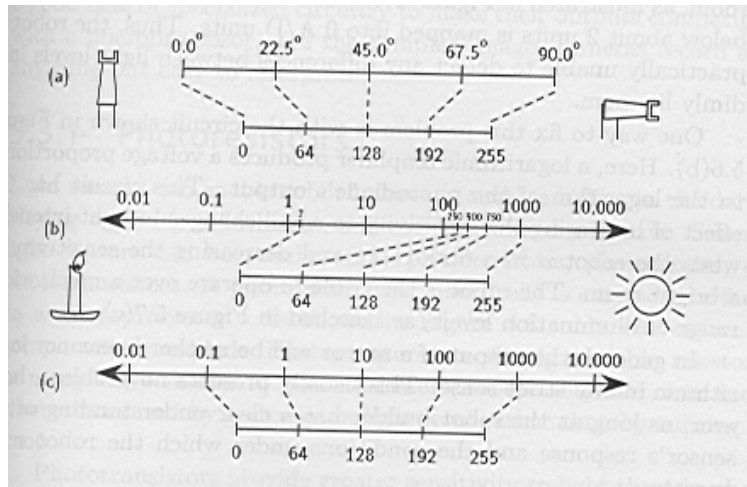
1. Modelar os sensores, atuadores e comportamento do robô
2. Simular o robô, validando os modelos
3. Controlar o robô real em um ambiente real



## Robótica Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

### SENSORES

- Sensibilidade e Intervalo de Valores...



## Robótica Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

•Características dos Sensores Infra-Vermelho do Khepera:

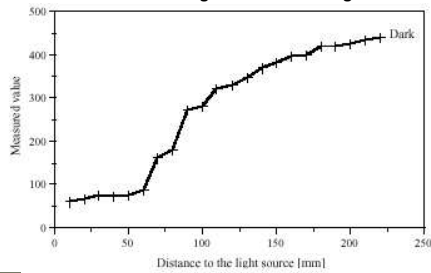
Sensibilidade a luz ambiente/ Reflexão da Luz

Distância: 50 a 500mm (aproximadamente)

Valor lido: 0..450 (aproximadamente)

Dependente de: Potência = 1 Watt

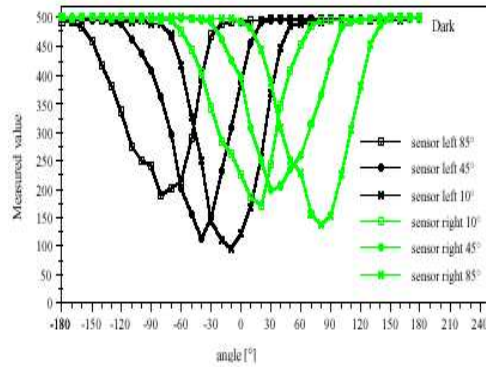
Ângulo = -180 a +240 graus



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 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)

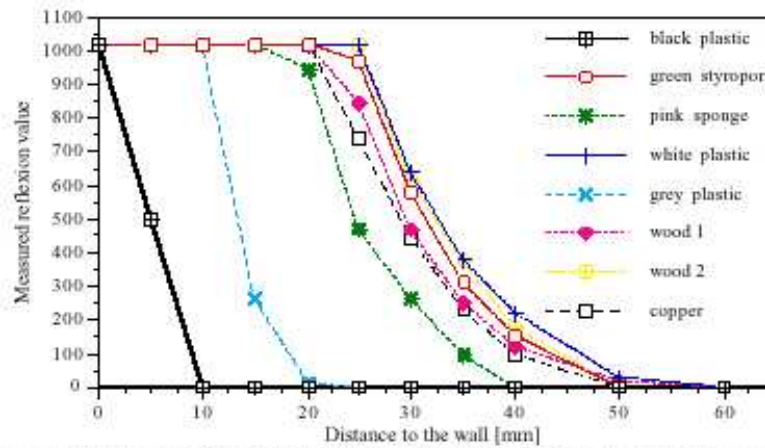


Figure 11: Measurements of the light reflected by various kinds of objects versus the distance to the object.

## Robótica Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

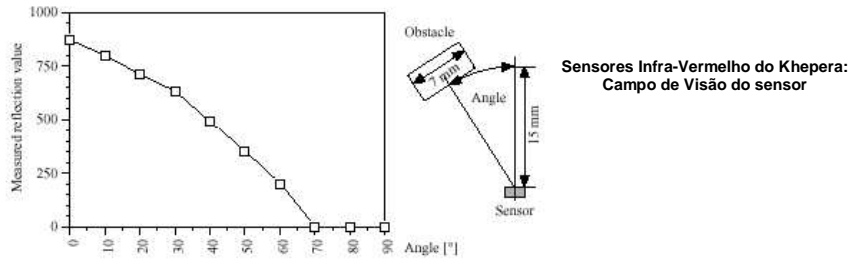
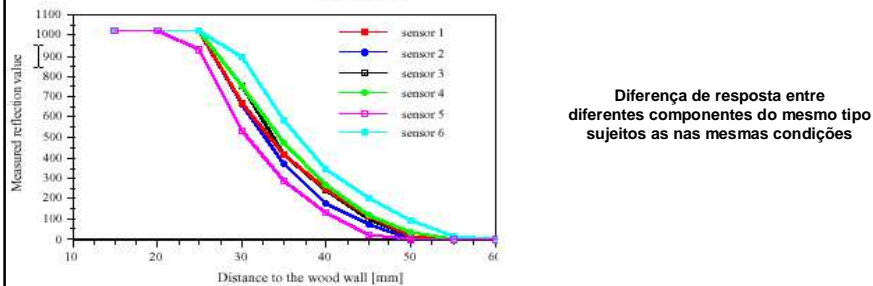


Figure 12: Typical response of a proximity sensor for an obstacle (7 mm in width) at a distance of 15 mm. The measurement is given versus the angle between the forward orientation of the robot and the orientation



## Robótica Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

### ATUADORES

- Aceleração
- Limite de Velocidade
- Inércia

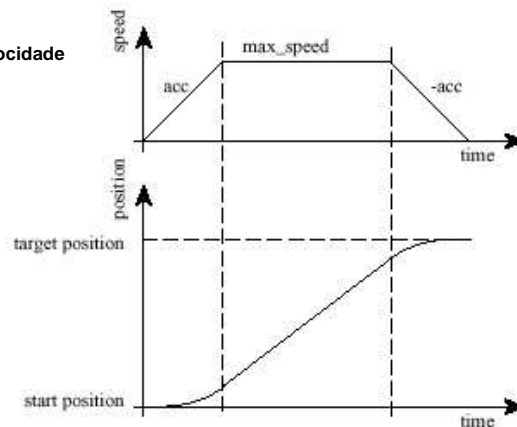
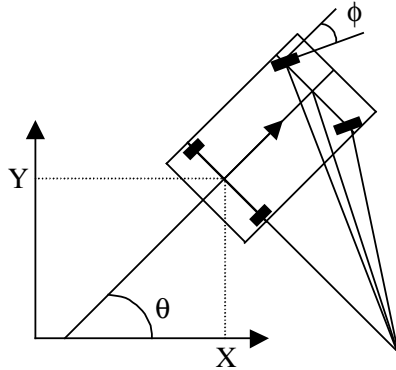


Figure 7: Speed profile used to reach a target position with a fixed acceleration (acc) and a maximal speed (max speed).

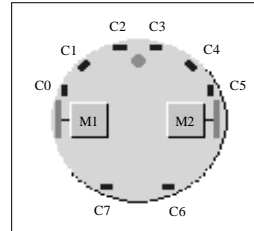
## Robótica Inteligente Modelo Sensorial e Modelo Cinemático

**Modelo Cinemático:**

- Diferencial
- Aeckerman



Diferencial



Aeckerman

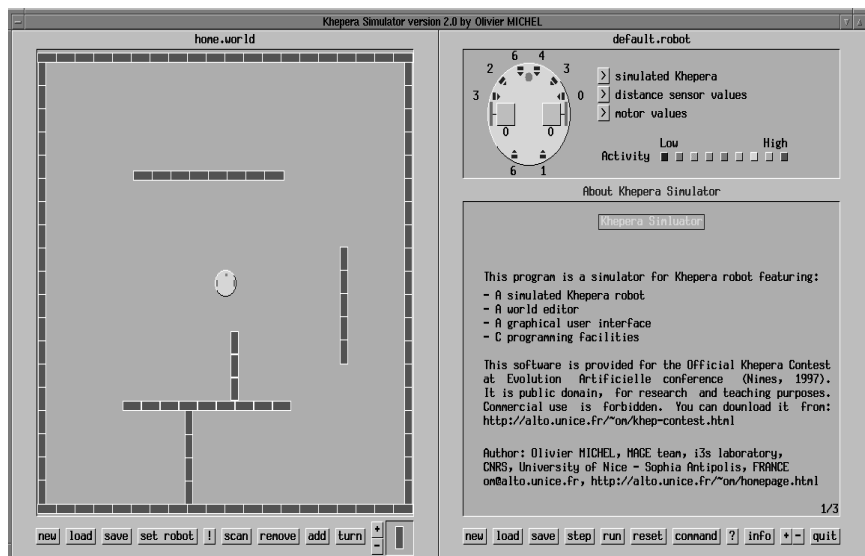
$$\theta = V / L * \text{Sin} (\Phi)$$

$$X = V * \text{Cos} (\Phi) * \text{Cos} (\theta)$$

$$Y = V * \text{Cos} (\Phi) * \text{Cos} (\theta)$$

## Robótica Inteligente Simuladores

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



## Robótica Inteligente Simuladores

Simulador do Khepera

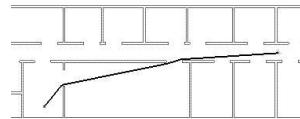
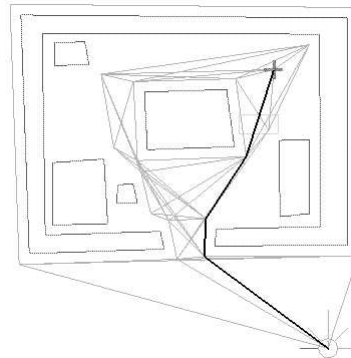
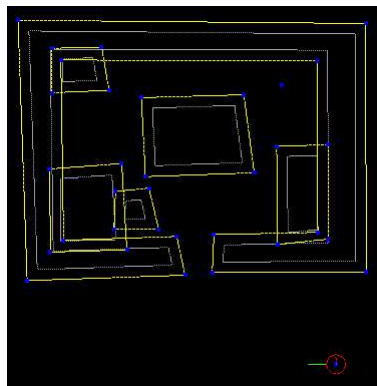
Robô Khepera



## Robótica Inteligente Simuladores

**Referência:** Farlei Heinen. Robótica Autônoma: A integração entre planificação e comportamento reativo. Editora Unisinos - 2000.

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



## Robótica 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**

