

# Introdução à Robótica (Inteligente)

Apresentação da Disciplina

Docentes

Eugénio Oliveira

Luís Paulo Reis

1

## Inteligência Artificial

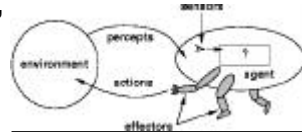
- Inteligência
  - “Capacidade de utilizar o conhecimento para resolver novos problemas e perceber como lidar com novas situações”
- Inteligência Artificial
  - “Ciência para construir máquinas para fazer coisas que requerem inteligência quando feitas pelo homem”

2

# Agentes e Sistemas Multi-Agente

- Agente

- “Sistema computacional, situado num dado ambiente, que tem a percepção desse ambiente através de sensores e age de forma autónoma nesse ambiente através de actuadores de forma a desempenhar uma dada função”



- Sistema Multi-Agente

- “Sistema em que dois ou mais agentes interagem ou trabalham em conjunto de forma a desempenhar um determinado conjunto de tarefas”

3

# Robótica Inteligente



- Robótica

- Ciência e Tecnologia de projecto, construção, programação e utilização de Robôs
- Estudo de Agentes Robóticos (com corpo)
- Complexidade Acrescida:
  - Ambientes: Dinâmicos, Inacessíveis, Contínuos e Não Determinísticos!
  - Fusão Sensorial: Percepção do Ambiente
  - Controlo do Robô: Acção
  - Arquitectura do Robô (Física / Controlo)
  - Navegação em Ambientes Desconhecido
  - Interação com outros Robôs/Humanos

4

# Definição de Robô

- Robô (Robot) deriva da palavra checa “Robota”
  - Significa: “servidão” ou “trabalho forçado”
  - Usada pelo escritor checo Karel Capek (1920)
- Definições genéricas:
  - Simples: “Máquina que se assemelha a um humano em forma, aspecto ou função”, “Máquina que opera automaticamente”...
  - “Robô é um Agente físico capaz de estabelecer uma conexão (Inteligente) entre Percepção e Acção”
  - “Robô é um dispositivo mecânico capaz de se movimentar e que pode realizar tarefas físicas.”
  - “Robô Inteligente é uma criatura mecânica que pode funcionar de modo autónomo”
  - “Agente com Corpo!”

5

# Controlo e Locomoção de Robôs

- Controlo:
  - Pode ser controlado directamente por um humano (por exemplo um braço robótico do space-shuttle)
  - Pode agir de forma autónoma baseado nas suas percepções e métodos de decisão (por exemplo um robô futebolista do RoboCup)
- Locomoção:
  - Rodas (2, 4, lagartas, etc.)
  - Pernas (Bípedes, quadrúpedes, hexapodes)
  - Snakes (cobras)
  - Estático (Manipuladores)

6

# Utilização de Robôs

- Robôs podem ser utilizados para realizar:
  - Tarefas que são muito difíceis ou perigosas para serem realizadas directamente por humanos
  - Tarefas repetitivas que podem ser realizadas de forma mais eficiente (ou barata) do que quando realizadas por humanos (por exemplo produção de automóveis)
- Tipos de Robôs (utilização):
  - Robôs domésticos (mascotes – AIBO, aspiradores)
  - Robôs de entretenimento e robôs sociais
  - Robôs industriais
  - Robôs médicos / robôs de laboratório
  - Robôs vigilantes
  - Robôs militares
  - Edifícios inteligentes
  - Veículos inteligentes (Carros, Submarinos, Aviões) e AGVs
  - Robôs educacionais

7

# Equipas de Robôs (Utilização)

- Robôs Distribuídos
  - Robôs Seguranças / Vigilantes
  - Resgate e Salvamento
  - Exploração Planetária
  - Robôs “housekeepers” em casas inteligentes
  - Veículos autónomos submarinos para exploração
  - Robôs de Guerra

8

# Tipos e Formas

- Robôs podem assumir diversas formas:
  - Humanoides (imitam a forma humana e método de movimentação)
  - Robôs móveis (veículos autónomos)
  - Industriais (aparência depende da função)
- Tipos de Robôs (forma):
  - Robôs móveis (veículos autónomos)
  - Manipuladores robóticos (robôs industriais)
  - Reconfiguráveis (mudam de forma)

9

# Visões: Perigos e Receios

- Livros:
  - Frankenstein – 1818: Máquina (monstro) que se vira contra o seu "criador"...
  - Trabalho de Isaac Asimov sobre robôs e a sua interação com a sociedade – IRobot (leis da robótica de Asimov)
- Filmes Antigos:
  - Metropolis (1926)
  - The Day the Earth Stood Still (1951)
  - Forbidden Planet (1956)



10

# Visões: Filmes

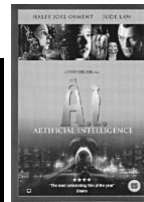
- Filmes Clássicos:
  - 2001 Odisseia no Espaço (1968)
  - Star Wars (1977)
  - Blade Runner (1982)
  - Terminator (1984)
- Filmes Recentes:
  - Matrix (1999)
  - Artificial Intelligence (2001)
  - IRobot (2004)



An epic drama of  
adventure and exploration



2001: A SPACE ODYSSEY



11

# Leis da Robótica - Asimov

- Leis da Robótica (Isaac Asimov, 1940)
  - Lei 0: Um Robô não pode ferir a humanidade (ou por inacção permitir que tal aconteça)
  - Lei 1: Um Robô não pode ferir um humano (ou por inacção permitir que tal aconteça)
  - Lei 2: Um Robô deve obedecer às ordens dadas por humanos
  - Lei 3: Um Robô deve proteger a sua própria existência



12

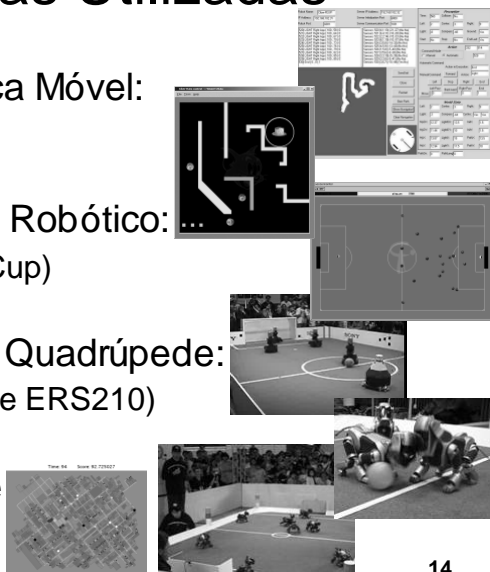
# Competições Robóticas

- DARPA Grand-Challenge
- Intelligent Ground Vehicle Competition
- AAI Grand Challenges
- RoboCup (Campeonato Mundial de Futebol Robótico)
- Futebol Robótico FIRA
- First Lego-League
- RoboOlympics
- Manitoba Robot Games
- Lutas com Robôs: BattleBots, RobotWars, Robot-Sumo
- Competições em Portugal:
  - Festival Nacional de Robótica (incluindo condução autónoma)
  - Micro-Rato / Ciber-Rato
  - Robot-Bombeiro

13

# Ferramentas Utilizadas

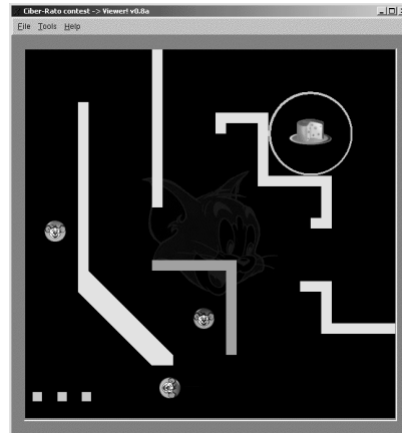
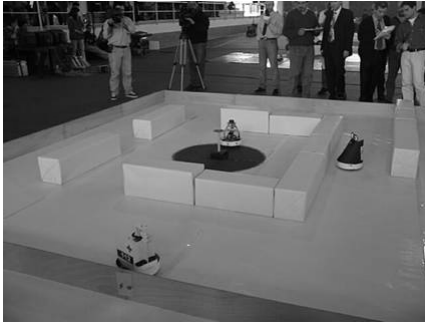
- Simulador de Robótica Móvel:
  - Ciber-Rato
- Simulador de Futebol Robótico:
  - Soccer Server (RoboCup)
- Plataforma Robótica Quadrúpede:
  - AIBO da Sony (ERS7 e ERS210)
- Simulador de Rescue



14

# Simulador Ciber-Rato

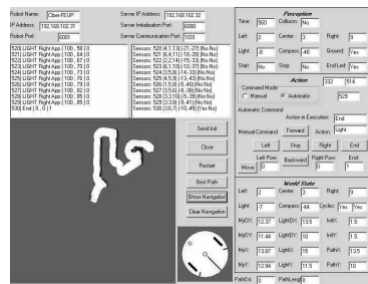
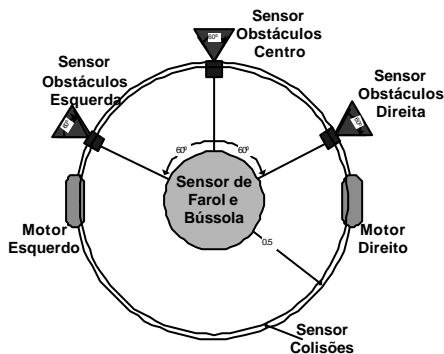
- Robôs virtuais num labirinto!



15

# Simulador de Robótica Móvel Ciber-Rato

- Robô com diversos sensores e actuadores tem de atingir o farol e regressar ao ponto de partida



16

## Simulador de Robótica Móvel Ciber-Rato

- Exemplos de Labirintos Simples



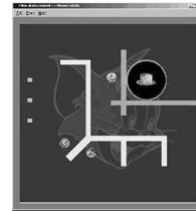
**Manga 1**



**Manga 2**



**Manga 3**



**Final**

17

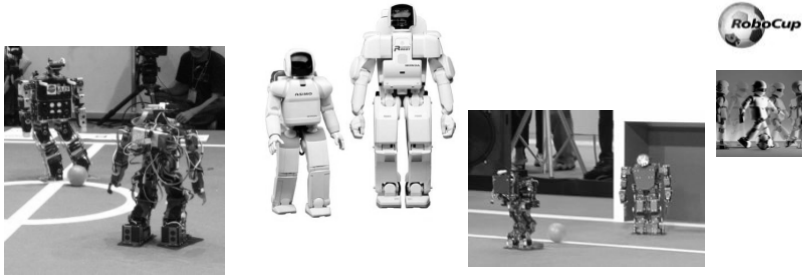
## Futebol Robótico Simulado - RoboCup

- Projecto Internacional
  - Robótica Inteligente
  - Inteligência Artificial (Distribuída)
- Futebol - tópico central de investigação:
  - Jogo colectivo complexo e atractivo
  - Enorme leque de tecnologias:
    - Agentes Autónomos, Sistemas Multi-Agente, Cooperação, Robótica, Comunicação, Fusão Sensorial, Raciocínio em Tempo-Real, Aprendizagem, etc.

18

# Futebol Robótico Simulado - RoboCup

- Objectivo do Projecto:
  - “Que em 2050, uma equipa de Robôs consiga vencer a equipa humana campeã do mundo!”



19

## Ligas do RoboCup

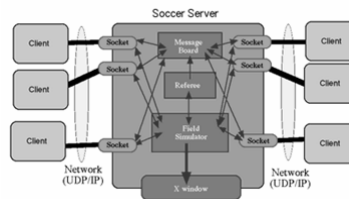
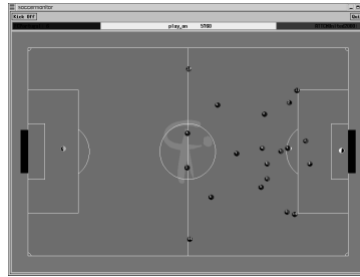
- Modalidades do RoboSoccer
  - Simulação - SoccerServer
  - Robôs Pequenos
  - Robôs Médios
  - Robôs com Pernas (Aibo da Sony)
  - Robôs Humanoides
- Desafios Associados
  - Visualizadores 3D
  - Comentador Inteligente
  - Treinador de Futebol
  - Robocup Rescue



20

# Liga de Simulação

- Robôs Virtuais
- Campo virtual com 105\*68m
- Robôs controlados por computadores ou processos distintos
- Simulador envia percepções e recebe ações dos agentes
- Equipas de 11 jogadores (+ treinador)



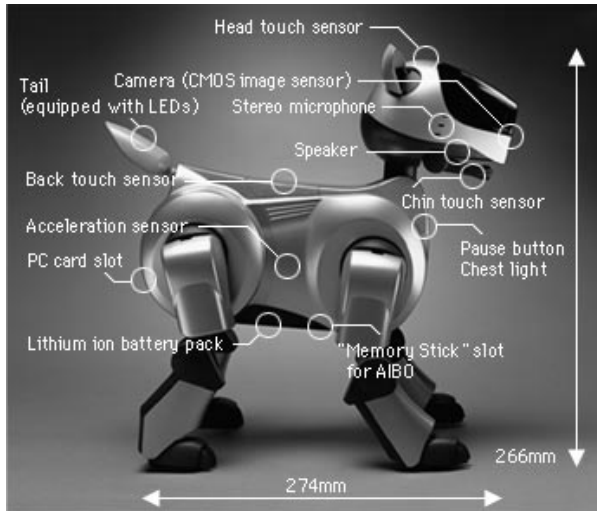
21

# RoboCup – Futebol Robótico



22

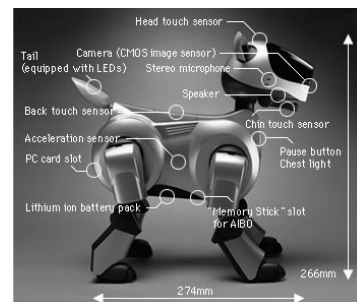
# Plataforma Robótica AIBO



23

# Plataforma Robótica AIBO

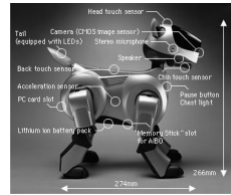
- Câmara Vídeo
- Microfone Stéreo
- Speaker
- Luzes (Leds)
- Bateria de Lítio
- Comunicação Wireless
- Sensores de Aceleração, Toque, Proximidade, Temperatura e Vibração
- Actuadores com 20 Graus de Liberdade: 1 - Boca, 3-Cabeça, 2-Cauda, 1\*2-Orelhas, 3\*4-Pernas



24

# Plataforma Robótica AIBO

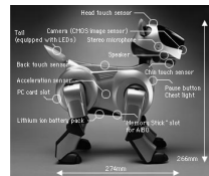
- OPEN-R:
  - Interface standard para robôs de entretenimento da Sony
- OPEN-R SDK (OPEN-R Software Development Kit)
  - Ambiente de desenvolvimento baseado no gcc (C++)
  - Permite construir programas que correm no ERS-210
  - Ferramentas de acesso livre
  - Arquitectura modular de Hardware e Software
  - Suporte para comunicação Wireless



25

# Futebol com AIBOS – Legged League

- Visão - Processamento e Análise de Imagem
- Metodologias de Localização
- Detecção e Seguimento de Robôs
- Locomoção/Ações
- Decisão Individual
- Comunicação e Percepção Inteligentes
- Coordenação: Tácticas, Formações, etc.



26

# RoboCup Rescue

- Resgate e Salvamento em Catástrofes Urbanas

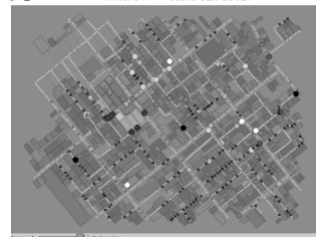


27

# RoboCup Rescue

- Competição no âmbito do RoboCup
- Desastre urbano – Terramoto:
  - Civis soterrados
  - Edifícios em chamas
  - Ruas bloqueadas
  - Comunicações não fiáveis
- Equipas de Robôs simulados:
  - Bombeiros, Polícias e Ambulâncias

Time: 94 Score: 92.725027



28



## Programa da Disciplina (2)

- Geração Automática de Planos:
  - Análise Meios-Fins, Planeamento Linear, Não-Linear, Hierárquico e Parcialmente Ordenado.
- Algoritmos de navegação em ambientes conhecidos/Desconhecidos:
  - Diagramas de Voronoi, Algoritmos A\* e D\*, decomposição celular.
- Planeamento e Aprendizagem:
  - Generalização de Planos.
- Robótica cooperativa:
  - Introdução à cooperação entre robôs para a realização de tarefas em equipa.

31

## Programa da Disciplina (3)

- Competições Robóticas Nacionais e Internacionais:
  - RoboCup, RoboOlympics, Fira Cup, Festival Nacional de Robótica, Micro-Rato, Robô Bombeiro.
- Simuladores robóticos:
  - Soccerserver 2D e 3D, RoboCup Rescue, Ciber-Rato.
- Plataformas Robóticas:
  - MindStorms, ERS210A e ERS-7 (AIBOS da Sony): Arquitecturas de Hardware e Software.
- Programação de Robôs:
  - Linguagem RCODE e OPEN-R SDK e Linguagem C++

32

## Objectivos da Disciplina

- Compreender Fundamentos de:
  - Robótica
  - Percepção/Decisão/Ação
  - Navegação Robótica
  - Planeamento
  - Robótica Cooperativa
- Aplicação Prática de Conhecimentos utilizando:
  - Simuladores
  - Plataformas Robóticas
- Participação em Competições Robóticas:
  - Nacionais
  - Internacionais

33

## Avaliação da Disciplina

- Nota Final:
  - Mini-Projectos (50%)
  - Exame Final (50%)
- Trabalhos Práticos:
  - Futebol Robótico:
    - Simulação 2D/3D e Robôs com Pernas
  - Plataforma Robótica AIBO (ERS210/ERS7)–Sony
  - Participação em Competições Robóticas
    - Condução autónoma, micro-rato, robot-bombeiro
  - Simuladores: RoboCup Rescue e Ciber-Rato

34

# 1º Mini-Projecto - Apresentação

## Tema

Elaboração de uma apresentação PowerPoint sobre um Tema Actual da Robótica

## Descrição Geral

- Elaboração de uma apresentação PowerPoint 15-20 minutos, (15-30 slides) sobre um dos temas sugeridos (grupos 1/2 pessoas).
- Esclarecimentos adicionais e bibliografia sobre os temas podem ser obtidos junto dos docentes da disciplina.
- Apresentações serão efectuadas na Aula teórica de Quinta-Feira, dia 9 de Março de 2006, no horário 17h00m-20h00m.

35

# 1º Mini-Projecto - Temas

- *Tema 1: Robôs Humanóides: Asimo, Cog e outros*
- *Tema 2: Desenvolvimento do Robô Humanóide SDR-4X e QRIO*
- *Tema 3: O Kit Lego MindStorms e Outros Kits Robóticos*
- *Tema 4: Lojas On-line de Material Robótico e Plataformas Robóticas: Com rodas e pernas*
- *Tema 5: Mascotes Robóticas ("Robotic Pets"): Tamagotchi, Furby, Techno, Poo-Chi, Furby2 e Outros*
- *Tema 6: Automóveis Robóticos Inteligentes, Condução Autónoma e o DARPA Grand Challenge*
- *Tema 7: RoboOlympics, Manitoba Robot Games e Eventos Semelhantes*
- *Tema 8: Robots de Combate (Battlebots RobotWars e Outras Competições Robóticas Semelhantes)*
- *Tema 9: Competições de Futebol Robótico FIRA*
- *Tema 10: Visões de Filmes e Livros sobre Robótica Inteligente no Futuro*
- *Tema 11: Simuladores de Robótica Móvel*

36

## Ênfase da Disciplina de Robótica (Inteligente)

- Robótica Inteligente
  - Ênfase na Programação de Máquinas Inteligentes
- Utilização de Simulação
  - Senão?
    - Electrónica + Sistemas Digitais + Electricidade + Controlo
- Competições Robóticas
  - Construir Robôs / Equipas de Robôs “Competitivos”

37

Robótica no Futuro... Ou será no presente?



38