

FUTEBOL ROBÓTICO

José Almeida
Alfredo Martins

*Laboratório de Sistemas Autónomos
Instituto Superior de Engenharia do Porto
<http://www.lsa.isep.ipp.pt>*

- **Motivação**
- **Iniciativa robocup**
- **Equipas portuguesas**
- **Equipa do ISEP - ISePorto**
- **Requisitos**
- **Projecto**
- **Arquitectura do sistema**
- **Sistema de visão**
- **Localização**
- **Controlo e coordenação**
- **Estado da equipa**
- **Conclusões**

Futebol robótico : Porquê?



- **Desenvolver ciência e tecnologia**
- **Problema complexo**
- **Multidisciplinaridade**
- **Forte impacto mediático**
- **Exemplo motivador**
- **Teste padrão para as diferentes soluções**

Projecto internacional para a promoção de Inteligência Artificial, Robótica e áreas científicas relacionadas.

Jogo de Futebol como problema padrão para desenvolver e integrar um vasto conjunto de tecnologias.

Tópico de investigação de tecnologias para aplicação em problemas de impacto social e económico

Desenvolver a tecnologia necessária para que em 2050 uma equipa de robots possa vencer a equipa humana campeã do mundo em futebol.

Desenvolver ciência e tecnologia nas diferentes áreas científicas envolvidas



Aplicações num vasto conjunto de problemas de interesse social e económico relevante.

- **Transporte industrial**
- **Inspeção de qualidade**
- **Sistemas de apoio a busca e salvamento**
- **Aplicações em ambientes hostis**
- **Inspeção remota**
- **Sistemas autónomos de monitorização**

Modalidades Robocup



- **Middle-size League (F2000)**
- **Small-size League (F180)**
- **Sony Legged**
- **Humanóides**
- **“Rescue”**
- **Simulação (futebol e “rescue”)**

Middle-size

- 4 robots
- não há sensores externos
- dimensão máxima 50x50x80 cm
- balizas azul e amarela
- bola vermelha
- campo verde (aprox. 10m x 5m)
- postes de canto azuis e amarelos
- sem paredes



Small-size F180

- 5 robots
- dimensão máxima diâmetro 18 cm
- visão global
- bola de golf laranja
- campo tamanho mesa ping-pong



Sony Legged

- 4 robots Sony Aibo
 - inexistência sensores externos
 - bola e balizas de cores definidas
 - 6 postes coloridos de auxílio a localização
- localização



Equipas Portuguesas



ISePorto Team - ISEP



5DPO - FEUP



ISocRob - IST



UMinho - Universidade do Minho

FC Portugal - FEUP e Univ. Aveiro



Equipa do ISEP
ISePorto Team

- **Investigação**

- Robótica Móvel
- Controlo de sistemas híbridos e não-lineares
- Fusão sensorial e navegação

- **Educação**

- Sistemas embebidos
- Projecto de hardware e software
- Motivação e apoio a projectos curriculares
- Elevado grau de participação dos alunos

- **Percepção do ambiente**
 - Bola
 - Estado do robot
 - Outros jogadores
- **Capacidades de locomoção**
- **Controlo de bola**
- **Mecanismo de chuto**

Opções de Projecto



- **Construir plataforma de raiz**

Projecto mecânico, electrónico e de software

- **Chutador rotacional**

Controlo de bola

Problemas de controlo interessantes

- **Arquitectura PC Linux**

- **Câmaras rotativas (de topo e fixa com o chutador)**

- **Sistema de visão baseado em câmara USB**

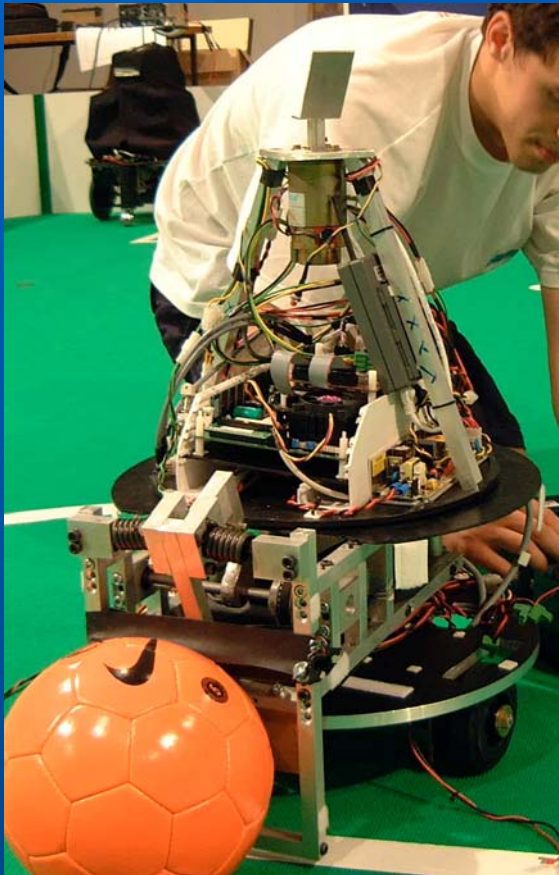
Sistema de baixo custo e arquitectura standard

- **6 professores**

- actividade de investigação (incluída no trabalho de Mestrado e Doutoramento)
- problemas das aulas e trabalhos curriculares

- **6 estudantes**

- diferentes estágios de educação
- desde simples trabalhos até projectos de fim de curso
- interdisciplinaridade e capacidades de trabalho em grupo
- demonstração practica de temas abordados nas aulas



- **Base circular**

- **Locomoção diferencial**
- **Baterias de chumbo standard**
- **Motores DC e drives de potência**

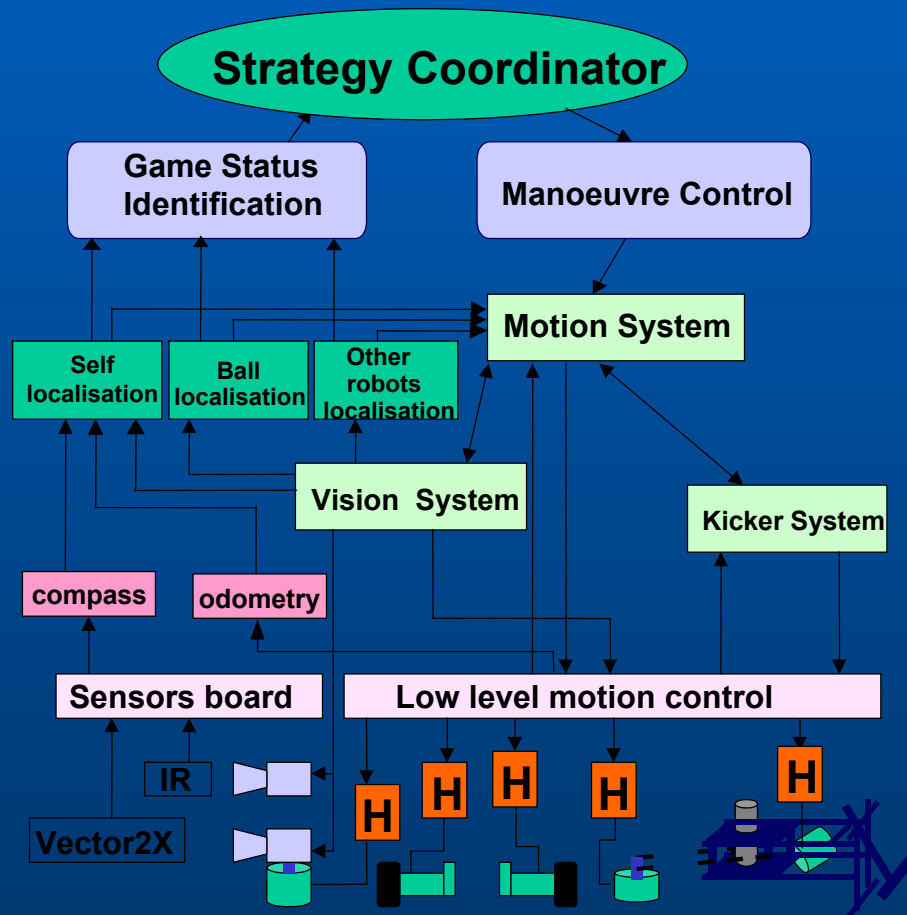
- **Módulo rotativo (chutador)**

- **Capacidade de manobras complexas**
- **Chutador com mola**
- **Anel sensor de infravermelhos**
- **Câmara de visão proxima**

- **Módulo computacional**

- **PC baseado em SBC**
- **Placa de controlo de eixos PC104**
- **Câmara rotativa**
- **Bússola magnética 2D**
- **Link rádio ethernet**

Arquitectura do sistema



- **Sistema operativo Linux**

- multi-thread e Posix soft real-time
- swap desactivada
- acesso ao código fonte do kernel e dos drivers

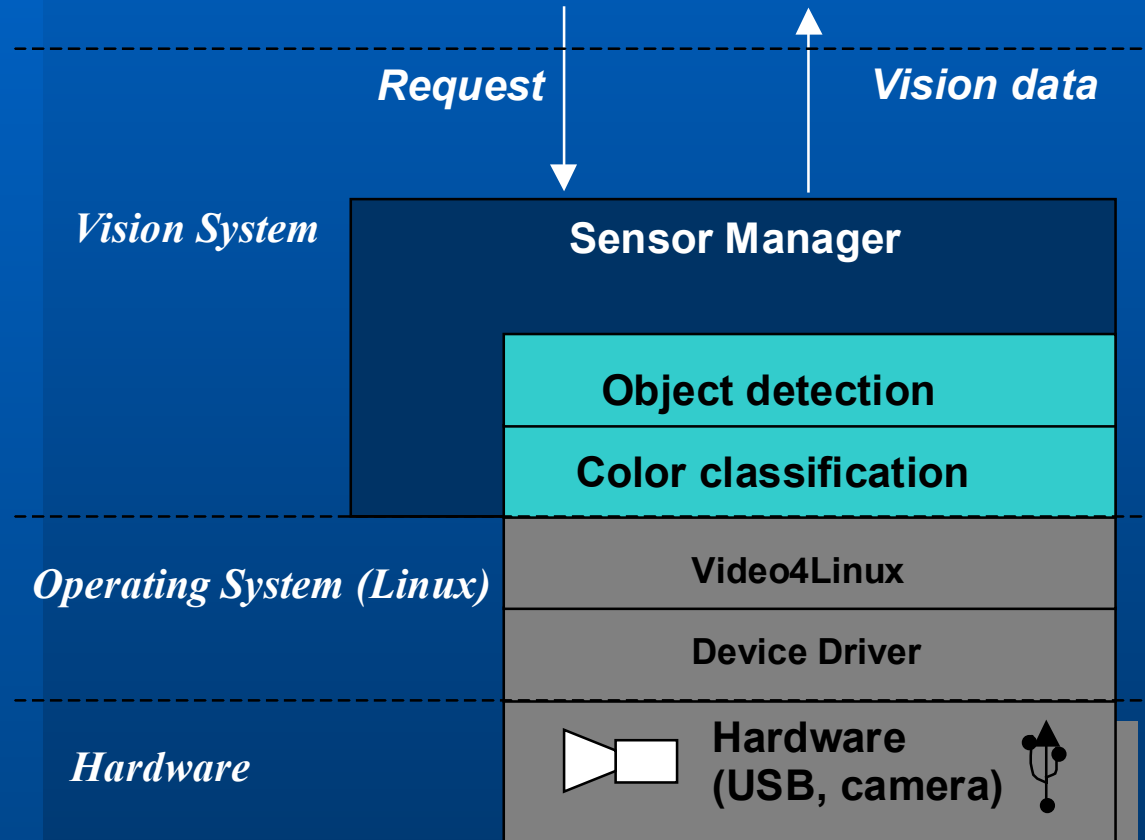
- **Boot do sistema**

- root sobre NFS
- Disco local flash

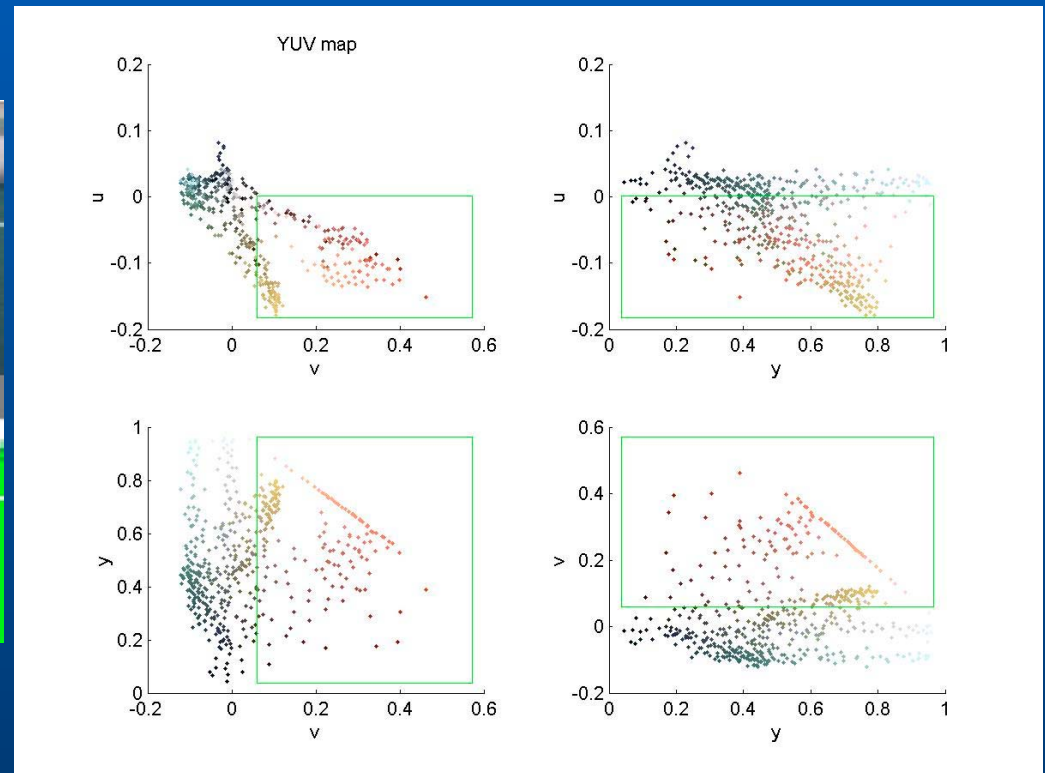
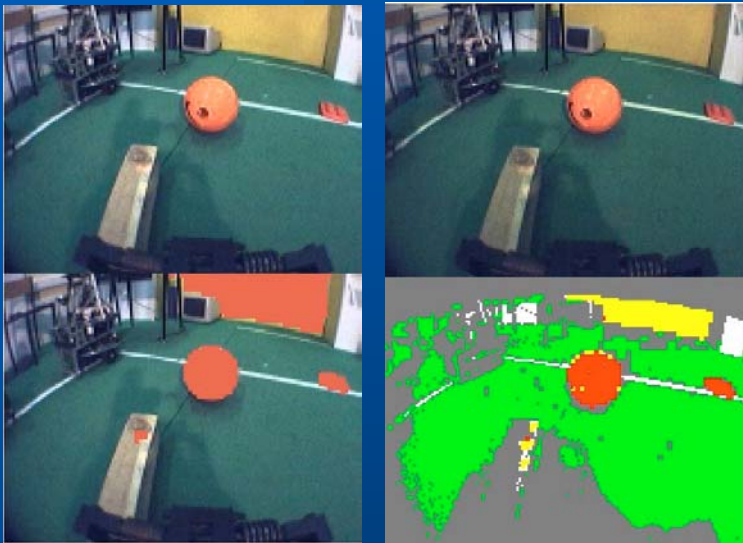
- **Ferramentas de debug**

- ferramentas nativas de debug
- ferramentas dedicadas para debug do jogo em rede
(log, visualização, interacção)

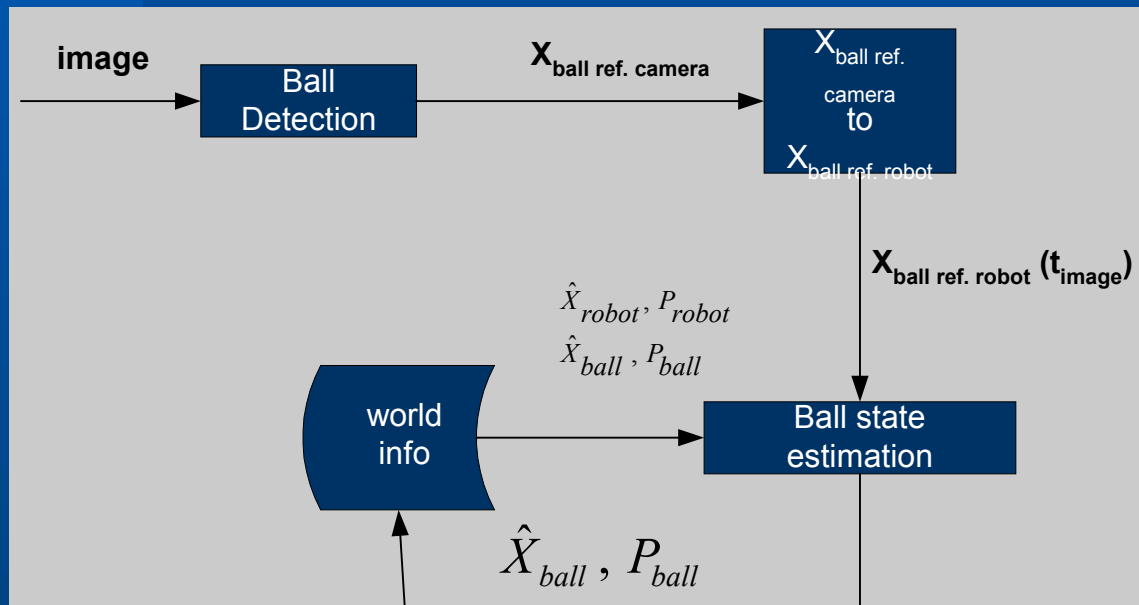
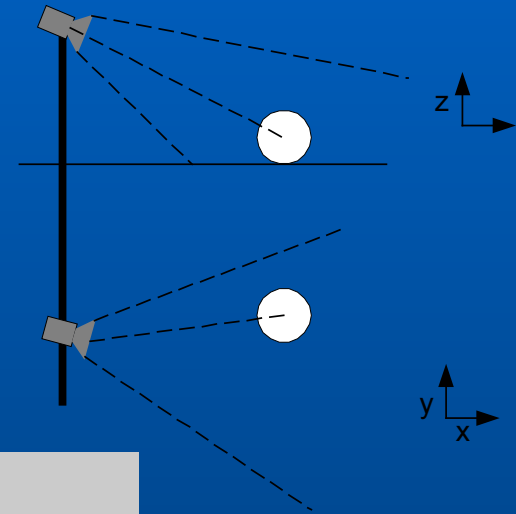
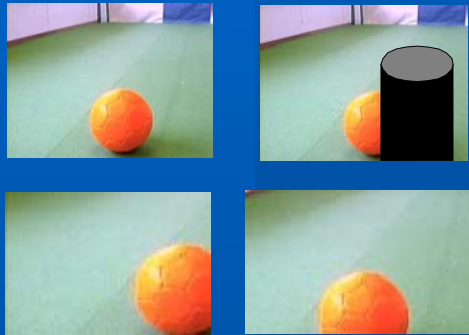
Sistema de visão



Classificação de cor



Localização da bola



- **Systema hodométrico** (2 encoders ópticos, 12083 ticks / rotação de roda)
Bom para posição relativa - boa taxa de update e precisão
Sensível a derrapagem
- **Bússola magnetica**
+- 2 graus de precisão, aprox. 5 Hz
Muito sensível a perturbações de campo magético
Medidas de orientação absoluta
- **Visão**
Medidas absolutas de elementos fixos do campo no referencial do robot
(balizas, cantos, linhas do solo)

- **Controlo de movimento baseado em manobras**
 - controlador híbrido realimentado
 - parametrizado pelo nível de coordenação
 - seleccionado de acordo com o estado de jogo e com o papel do jogador
- **Exemplos de manobras**

Sem bola

- Bloquear caminho de golo
- Evitar obstaculos
- Aproximar da bola

Com bola

- Recepção suave da bola
- Condução de bola
- Intercepção

- **Observador de estado de jogo**
 - Fase do jogo
 - Posse de bola
 - Topologia formação corrente
- **Decisão do papel do robot no jogo**
- **Seleccção/controlo autómató híbrido da manobra**
- **Posicionamento táctico da equipa**
- **Controlo global do jogo**
 - API para o arbitro (início /pausa/fim jogo, pontapé de baliza, lançamentos, etc)

- **Plataforma de hardware estável**
 - Estrutura mecânica
 - Drives de potência e controlo de motores
 - Chutador
 - Interface de sensores
- **Software estável**
 - Distribuição S. O. embebida e interface com hardware
 - Comunicações com os robots
 - Arquitectura de software Multi-threaded
 - Funcionalidades básicas de movimento
 - Localização da bola com ambas as câmaras
 - Localização parcial do robot

- **Robótica 2001 (Guimarães)**
- **Encontro nacional no IST (Lisboa)**
- **Feira da Ciência e Tecnologia (Exponor, Porto)**
- **German Open 2002 (Paderborn, Alemanha)**
- **Robótica 2002 (Aveiro)**

Próximos passos



- **Localização global do robot**
- **Localização dos adversários**
- **Localização da bola com fusão sensorial entre a equipa**
- **Observador de estado de jogo**
- **Classificação da topologia da formação das equipas**
- **Síntese de manobras complexas**
- **Melhoramento das ferramentas de debug**
- **Controlo de jogo do árbitro (API)**

Um ano, muito trabalho,

e...

ainda um longo caminho a
percorrer!

LSA Contactos:

Alfredo Martins

amartins@dee.issep.ipp.pt

Eduardo Silva

eaps@dee.issep.ipp.pt

José Almeida

jma@dee.issep.ipp.pt

SITE: <http://www.lsa.issep.ipp.pt>