

SSC-712 Programação de Robôs Móveis

Prof. Denis F. Wolf
denis@icmc.usp.br

SSC-712 Programação de Robôs Móveis

Oportunidade de:

- Desenvolver projetos complexos e multi-disciplinares
- Ter contato prático com equipamentos e sensores altamente sofisticados
- Orientar o projeto de acordo com a área de interesse

SSC-712 Programação de Robôs Móveis

Avaliação:

Média Final = Projeto * 0.7 + Participação * 0.3

Obs: Participação = presença nas aulas + participação nas práticas

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em Sistemas Embarcados Críticos

Robótica



INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em Sistemas Embarcados Críticos

Robôs Móveis - Aplicações



Guia de museu



Mapeamento de minas



Verificação da qualidade da água



Navegação autônoma

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em Sistemas Embarcados Críticos

Robô Guia em Museu



INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Direção Autônoma Grand Challenge 2004

Premio de **US\$1.000.000,00**
Desafio: Percorrer **224km** no deserto de forma **autônoma**

106 equipes inscritas e 25 finalistas

Melhor resultado: Red team (12km)

"Nobody won. Nobody even came close" - CNN




INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Direção Autônoma Grand Challenge 2005

Premio de **US\$2.000.000,00**

195 equipes inscritas,
23 finalistas
5 terminaram o percurso

Vencedor:
Stanley
(Stanford University)
6h 53m






INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Direção Autônoma Urban Challenge 2007

Urban Challenge

- City Driving
 - Obey traffic laws
 - Safe entry into traffic flow
 - Safe passage through busy intersections
 - Safe following or passage of moving vehicles
 - Safe passage of a stopped vehicle
 - Drive an alternate route when the primary route is blocked
 - Safe U-turn
- Taxicab Algorithm
- Supply Mission on the City

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Direção Autônoma Urban Challenge 2007

"none of the winning teams had taken any demerits for traffic violations, and that the winners had all been selected based on their finishing times "

"Tartan's vehicle averaged about 14 miles per hour throughout the course, which covered about 55 miles. Stanford averaged out 13 miles per hour, and Virginia Tech averaged a bit less than that "

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Direção Autônoma Urban Challenge 2007



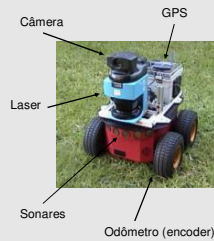
INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Robô Móvel Modelo Básico



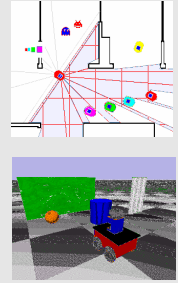
Robô Móvel Sensores e Atuadores

- **Sensores internos:** observam o estado do robô (odometria, GPS, giroscópios).
- **Sensores externos:** observam o estado do ambiente (câmeras, sonares, lasers).
- **Atuadores:** alteram o estado do robô e do ambiente (rodas, pernas, garras).



Controle e Simulação

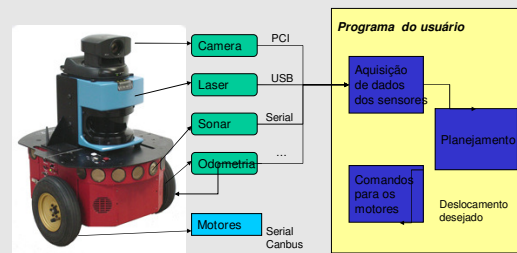
- **Player**
 - Sistema para controle de robôs móveis
 - Suporta diversos tipos de robôs e sensores
- **Stage**
 - Simulador de robôs móveis e sensores
 - Ambientes bidimensionais
 - Compatível com Player
- **Gazebo**
 - Simulador de alta fidelidade
 - Ambientes em 3 dimensões
 - Compatível com Player



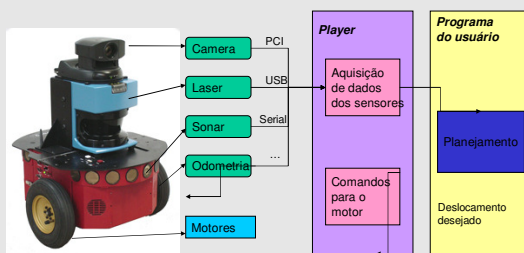
Características do Player

- Software livre
- Modelo Cliente/Servidor
- Desenvolvido para sistemas Linux/Unix
- Comunicação baseada em sockets
- Clientes em: C, C++, Java, Python etc
- Interface de alto nível para acesso ao hardware
- Suporta grande quantidade de plataformas robóticas e sensores comerciais

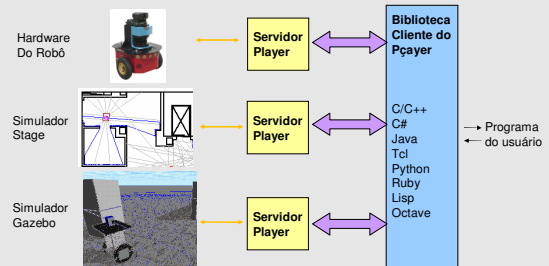
Interface com o Hardware



Interface com o Hardware



Abstração de Hardware



INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Modelo Cliente/Servidor

- Clientes podem se conectar a múltiplos servidores
- Servidores aceitam conexão de múltiplos clientes
- Diferentes programas/processos/threads podem processar dados de diferentes sensores do mesmo servidor.
- Operação remota

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

GT1 - DESENVOLVIMENTO DE ROBÔS TÁTICOS PARA AMBIENTES INTERNOS "Indoor Security Robots"

LRM – Profs. Fernando Osório, Denis Wolf, Eduardo Simões, Onofre Trindade Jr.

USP – ICMC - EESC

Preliminary Results

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Prototype

Robots and Sensors

- Pioneer DX and AT
- Laser SICK LMS
- Erratic Robot
- Laser Hokuyo
- Cameras on-board with pan-tilt
- Wireless Camera
- ASR Labs Robot (Under development at São Carlos)

Erratic – Era Mobi

Pioneer DX

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Remote Security Control

Experiments

- Remote Controlling: Pioneer Robot

Robots located at São Carlos, SP (USP)
Control located at Porto Alegre, RS (PUC/RS)

- Send Sensorial Data (Video, Sonar, Laser)
- Receive Control Commands

It works!

September 2009:
Distance learning course: How to program robots
USP – ICMC and PUC/RS

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Remote Security Control

INCT SEC
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

GT2 - DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS TERRESTRES AUTÔNOMOS "Autonomous Vehicle"

LRM – Profs. Fernando Osório, Denis Wolf, Eduardo Simões, Onofre Trindade Jr.
SENA – Profs. Marcelo Becker, Glauco Caurin, Valdir Grassi, Daniel Magalhães

USP – ICMC - EESC

Preliminary Results

Prototype



Prototype



GPS
Camera
Laser

Computer Assisted Driving

Obstacle Detection and Alarm



Computer Assisted Driving

Obstacle Detection and Alarm



- Laser Obstacle Detection
- Avoid False Alarms
- Suggest reaction:
 - * Speed reduction
 - * Steering



Computer Assisted Driving

Obstacle Detection and Alarm

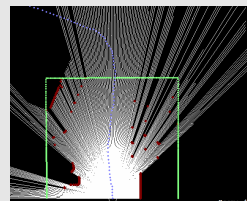


Static and Indoor Tests...



Computer Assisted Driving

Obstacle Detection and Alarm
OutDoorTests...



INCT SEC Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em **Sistemas Embarcados Críticos**

Computer Assisted Driving

Obstacle Detection and Alarm
OutDoorTests...

Real Laser Data (Grey Lines)
Real GPS Data (Blue Dots)
Focus of Attention Window (Green)

INCT SEC Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em **Sistemas Embarcados Críticos**

Computer Assisted Driving

Obstacle Detection and Alarm
OutDoorTests...

Real Laser Data (Grey Lines)
Real GPS Data (Blue Dots)
Focus of Attention Window (Green)

Detect False Alarms:
- Trees
- Buildings

INCT SEC Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em **Sistemas Embarcados Críticos**

GT3 - DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO-TRIPULADOS (VANTs) "UAV – Unmanned Aerial Vehicle"

LRM – Profs. Onofre Trindade Jr.

USP – ICMC

Preliminary Results

INCT SEC Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em **Sistemas Embarcados Críticos**

AGplane 2

INCT SEC Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em **Sistemas Embarcados Críticos**

AGplane 2 - Takeoff

INCT SEC Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em **Sistemas Embarcados Críticos**

Points of Interest

Points of Interest



Agriculture



Robôs



Sensores



(a) GPS Garmin



(b) Câmera de vídeo estéreo



(c) Unidade Inercial



(d) Câmeras de Vídeo



(e) Sensores laser