



Aplicações em Robótica Móvel desenvolvidas junto ao LRM e ao INCT-SEC*

USP - Universidade de São Paulo

ICMC – SSC - Departamento de Sistemas de Computação

Grupo de Pesquisa SEER - Sistemas Embarcados, Evolutivos e Robóticos

LRM – Laboratório de Robótica Móvel

INCT SEC – Instituto Nacional de C&T em Sistemas Embarcados Críticos

* Material da apresentação do LRM e INCT-SEC realizada no WLCR 2010



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



Fevereiro/2010



Aplicações em Robótica Móvel desenvolvidas junto ao LRM e ao INCT-SEC

Prof. Denis Fernando Wolf

Univ. de São Paulo – USP – ICMC – SSC - SEER

Prof. Eduardo do Valle Simões

Grupo de Sist. Embarcados, Evolutivos e Robóticos

Prof. Fernando Santos Osório

LRM – Laboratório de Robótica Móvel

Prof. Onofre Trindade Junior

INCT SEC – Sistemas Embarcados Críticos

Alunos de Pós-Graduação: Alberto Hata (M), Heitor Polidoro (M), Patrick Shinzato (M)
Maurício Dias (M), Leandro Couto (M), Gustavo Pessin (D), Leandro C. Fernandes (D)



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

Agenda

- **Robôs Móveis Táticos**

Pioneer, Erratic Era-Mobi, ASRLabs Robot => INCT-SEC GT1

- **Veículos Terrestres Assistidos e Autônomos (VTNTs)**

Projeto SENA – Fiat Stilo => INCT-SEC GT2

- **Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)**

Projeto ARARA, AGX, Tiriba => INCT-SEC GT3

- **Robôs com aplicações Cíveis e Militares**

Cadeira de Rodas, Robôs Educativos, Robôs com Pernas,
Robótica Social e Interação Homem-Robô

Robustez, Segurança e Autonomia + Localização e Navegação

USP - ICMC - LRM
3 Agenda



INCT
SEC

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

INCT-SEC

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança de Ambiente



USP - ICMC - LRM
4 GT1-Aplicações



INCT
SEC

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

INCT-SEC

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança de Ambiente

- **Requisitos**
 - Tele-Operação Remota
 - Semi ou Totalmente Autônomos
 - Link de Vídeo (wireless)
 - Gerenciamento de Energia
 - Capacidade de
 - . Localização e Rotas de Patrulha
 - . Navegação Autônoma
 - . Identificação de obstáculos
 - . Desvio de obstáculos
- **Desejável**
 - Visão 3D, Noturna e Termal
 - Perseguição / Cooperação Multi-robôs
 - Link de Áudio (bi-direcional)

Robôs Comerciais



Rovio da WooWee:
Excelente...
Se funcionasse bem...



PatrolBot e Seekur da MobileRobots SSS



USP - ICMC - LRM
5 GT1-Aplicações



INCT
SEC

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

INCT-SEC

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança de Ambiente

- **Pesquisa e Desenvolvimento no INCT-SEC**
 - Tele-Operação Remota
 - Semi ou Totalmente Autônomos
 - Link de Vídeo (wireless)
 - Gerenciamento de Energia
 - Capacidade de
 - . Localização e Rotas de Patrulha
 - . Navegação Autônoma
 - . Identificação de obstáculos
 - . Desvio de obstáculos
- **Desejável**
 - Visão 3D, Noturna e Termal
 - Perseguição / Cooperação Multi-robôs
 - Link de Áudio (bi-direcional)

Arquitetura de Controle
Operação Remota Segura
Câmeras Wired, Wi-Fi e RF
Segurança: Acesso e Tx-Rx
Autenticação e Criptografia
Navegação por Imagens
Mapas topológicos
Visão Monocular e Estéreo
Visão Noturna (InfraRed)

Fusão de Sensores: Laser + Vídeo
Tracking / Following: Pontos Interesse
Sistemas Multirrobóticos
Outdoor: Modelo de Terreno, GPS, ...

USP - ICMC - LRM
6 GT1-Aplicações



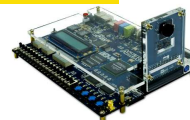
INCT
SEC

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

INCT-SEC

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança de Ambiente



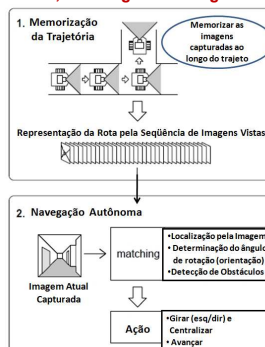
➤ Pesquisa e Desenvolvimento no INCT-SEC

Arquitetura de Controle, Operação Remota Segura, Câmeras Wired, Wi-Fi e RF, Segurança: Acesso e Tx-Rx, Autenticação e Criptografia, Navegação por Imagens, Mapas topológicos, Visão Monocular e Estéreo, Visão Noturna (InfraRed), Fusão de Sensores: Laser + Vídeo, Tracking / Following: Pontos Interesse, Sistemas Multirrobóticos,
Outdoor: Modelo de Terreno, GPS, ...

Co-Projeto Baseado em FPGA de um Sistema de Visão Computacional Embarcado para Navegação Robótica Autônoma

➤ Exame de Qualificação:
Maurício Acconcia Dias

Palavras-Chave: Profiling, Co-Design, Altera DE2-70, NCC, Match de Cor e Ptos de Referência, Multi-Core



Memória: Imagem Original



Robô: Imagem Capturada



Ações: Girar para a direita
Avançar

USP - ICMC - LRM
7 GT1-Aplicações



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

INCT-SEC

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança de Ambiente

➤ Pesquisa e Desenvolvimento no INCT-SEC

Arquitetura de Controle, Operação Remota Segura, Câmeras Wired, Wi-Fi e RF, Segurança: Acesso e Tx-Rx, Autenticação e Criptografia, Navegação por Imagens, Mapas topológicos, Visão Monocular e Estéreo, Visão Noturna (InfraRed), Fusão de Sensores: Laser + Vídeo, Tracking / Following: Pontos Interesse, Sistemas Multirrobóticos,
Outdoor: Modelo de Terreno, GPS, ...

Sistema para Navegação Robótica de Veículos Autônomos baseado em Visão Computacional por Pontos de Referência

➤ Exame de Qualificação:
Leandro Couto

Palavras-Chave: NCC, SIFT, Pontos de Referência, Localização e Navegação Fusão Laser+Visão, Visão Omni, Visão Estéreo, Leader Following



USP - ICMC - LRM
8 GT1-Aplicações



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

INCT-SEC

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança

➤ **Pesquisa e Desenvolvimento no INCT-SEC**

Arquitetura de Controle, Operação Remota Segura, Câmeras Wired, V
Autenticação e Criptografia, Navegação por Imagens, Mapas topológ
Visão Noturna (InfraRed), Fusão de Sensores: Laser + Vídeo, Trackin
Sistemas Multirrobóticos,
Outdoor: Modelo de Terreno, GPS, ...

**Estratégias Inteligentes para Formação e
Atuação Autônoma de Grupos Robóticos**

➤ **Proposta de Doutorado:
Gustavo Pessin**

*Palavras-Chave: Sistemas Multirobóticos, Esquadrões,
Comunicação, Cooperação, Colaboração, Atuação Conjunta*



USP - ICMC - LRM
9 GT1-Aplicações



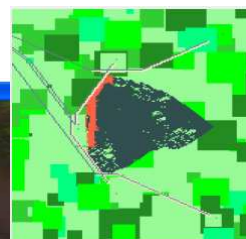
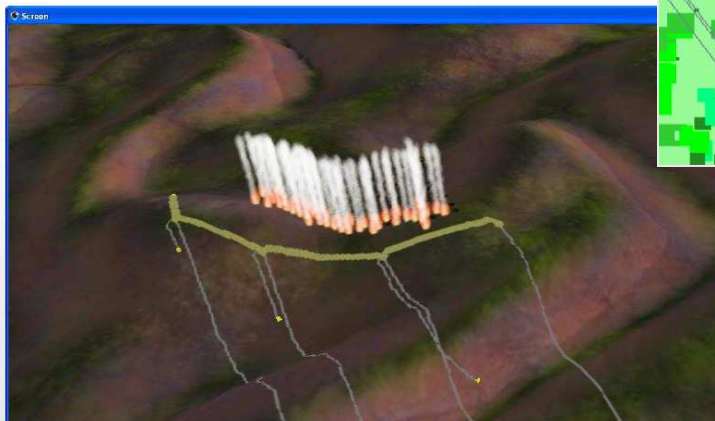
INCT
SEC

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

Esquadrão Robótico: **Simulação**

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança



Estratégia:
Definida pelo
Algoritmo
Genético

Comportamentos em Sistemas Multi-Robóticos: Robombeiros

Planejamento de Trajetórias – Otimização usando ALGORITMOS GENÉTICOS - GA

USP - ICMC - LRM
10 Aplicações



INCT
SEC

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

Esquadrão Robótico: **Simulação**

LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

GT1 – Robôs Táticos para Monitoramento e Segurança



USP - ICMC - LRM
11 Aplicações



INCT
SEC

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

INCT-SEC: Veículo Terrestre Autônomo

VTNT: Veículo Terrestre Não Tripulado

INCT-SEC - Grupo de Trabalho: Veículo Terrestre Autônomo

Parceria Projeto SENA - USP EESC/ICMC

Parceira CTI/CENPRA

Objetivo:

Desenvolvimento de
sistemas de navegação autônoma e
assistida para veículos terrestres

Denis Wolf, Fernando Osório, Eduardo Simões
Leandro Fernandes



USP - ICMC - LRM
12 GT2 - Aplicações



INCT
SEC

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

INCT-SEC: Veículo Terrestre Autônomo

Navegação assistida para veículos terrestres



Detecção de Obstáculos
e de Pedestres

Sensores:

- Laser SICK
- GPS
- Câmera de Vídeo
- Unidade Inercial (IMU)

Alerta em
Situações de Perigo

USP - ICMC - LRM
13 Aplicações



LRM
Laboratório de Robótica Móvel

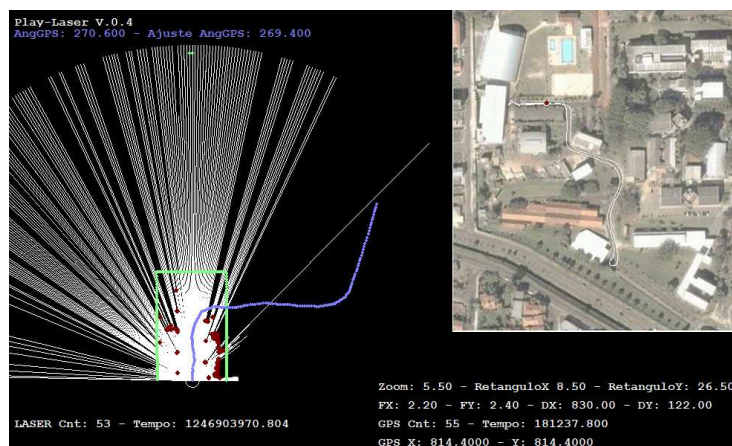
INCT
SEC

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

INCT-SEC: Veículo Terrestre Autônomo

Navegação assistida para veículos terrestres

Detecção de Obstáculos



Sensores: Laser SICK, GPS, Câmera de Vídeo

USP - ICMC - LRM
14 Aplicações



LRM
Laboratório de Robótica Móvel

INCT
SEC

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

Veículo Terrestre Autônomo

Navegação assistida para veículos terrestres

Detecção de Obstáculos e Pedestres
Alertas de Perigo





Sensores: Laser SICK, GPS, Câmera de Vídeo

USP - ICMC - LRM # 15 Aplicações

LRM Laboratório de Robótica Móvel

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

Veículo Terrestre Autônomo







Inspiração: Darpa Grand Challenge,
Darpa Urban Challenge,
AxionRacing ©

USP - ICMC - LRM # 16 Aplicações

LRM Laboratório de Robótica Móvel

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

Veículo Terrestre Autônomo

Versão 1: Laser Sick LMS 2xx + GPS + Câmera



GPS
Camera
Laser

USP - ICMC - LRM
17 Aplicações



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Veículo Terrestre Autônomo

Versão 2: Laser Sick LMS (2 Lasers: Superior + Frontal)
IMU + Bússola + GPS + Câmera



- (a) GPS Garmin
- (b) Laser Sick LMS
- (c) Câmera de Vídeo
- (d) Unidade Inercial IMU - MicroStrain



USP - ICMC - LRM
18 Aplicações

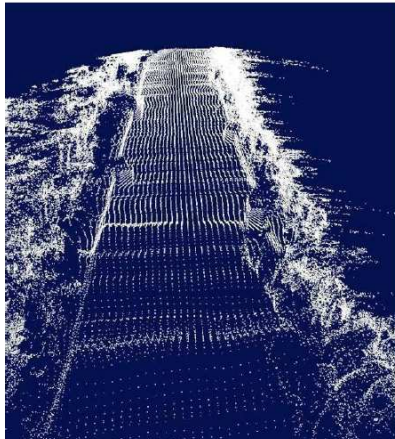


Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos

Veículos Autônomos: **Reconstrução de Terrenos**

Classificação do Terreno: Navegável / Não Navegável

Denis Wolf, Alberto Hata



USP - ICMC - LRM
19 Aplicações

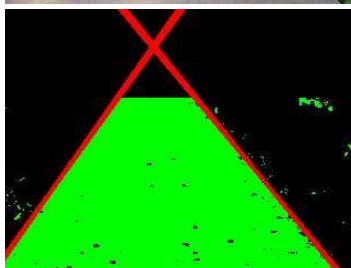


Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em **Sistemas Embarcados Críticos**

Veículos Autônomos: **Visão Computacional**

Classificação do Terreno: Navegável / Não Navegável

Denis Wolf
Patrick Shinzato



USP - ICMC - LRM
20 Aplicações



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

INCT-SEC: Veículo Aéreo Autônomo

VANTs – Veículos Aéreos Não Tripulados
LRM – ICMC – USP / INCT-SEC

Onofre Trindade Jr.



AGPlane
AGX Tecnologia

Projeto
ARARA

YouTube: Search AGPLANE - MEMBECA 2008

USP - ICMC - LRM
21 GT3-Aplicações



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

OBRIGADO!



LRM

Laboratório de Robótica Móvel

[Http://www.icmc.usp.br/~lrm](http://www.icmc.usp.br/~lrm)

Denis Wolf , Eduardo do Valle Simões, Fernando S. Osório, Onofre Trindade Jr
{ denis, simoes, fosorio, otjunior } @ icmc.usp.br

Leandro Couto, Maurício Dias, Patrick Shinzato, Gustavo Pessin, Leandro Fernandes
lrm-usp@googlegroups.com

USP - ICMC - LRM
22 FINAL



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