



LRM
Laboratório de Robótica Móvel




Simulação Virtual de Carros em Jogos e Aplicações de Inteligência Artificial

Denis Fernando Wolf

Eduardo do Valle Simões

Fernando Santos Osório

Gustavo Pessin

Kalinka R.L.J. Castelo Branco

USP - Universidade de São Paulo - ICMC

LRM – Laboratório de Robótica Móvel

INCT – SEC: Sistemas Embarcados Críticos

SENA – Sistema Embarcado de Navegação Autônoma

FOG – *The Fellowship Of the Game*



12ª SEMANA DA COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS

Agenda

Simulação Virtual de Carros: Jogos e I.A.

- **Introdução:**
 - Infos do curso e apresentadores: INCT-SEC, FOG
 - Jogos de Corrida: Histórico, Evolução, Conceitos
- **Realismo em Jogos de Corrida**
 - Realismo Gráfico, Realismo Físico, Realismo Comportamental
- **Veículos Virtuais - Simulação / Trajetória**
 - 2D, 3D: Modelo Pontual de Partícula, Modelo Ackerman
- **Simulação Física**
 - Simulação Física de Corpos Rígidos Articulados (ODE)
- **Agentes Autônomos: Controle, Comportamento e I.A.**
- **Desafios: Jogos de Corrida e I.A.**

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
2 Agenda



LRM
Laboratório de Robótica Móvel

12ª SEMANA DA COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Missão

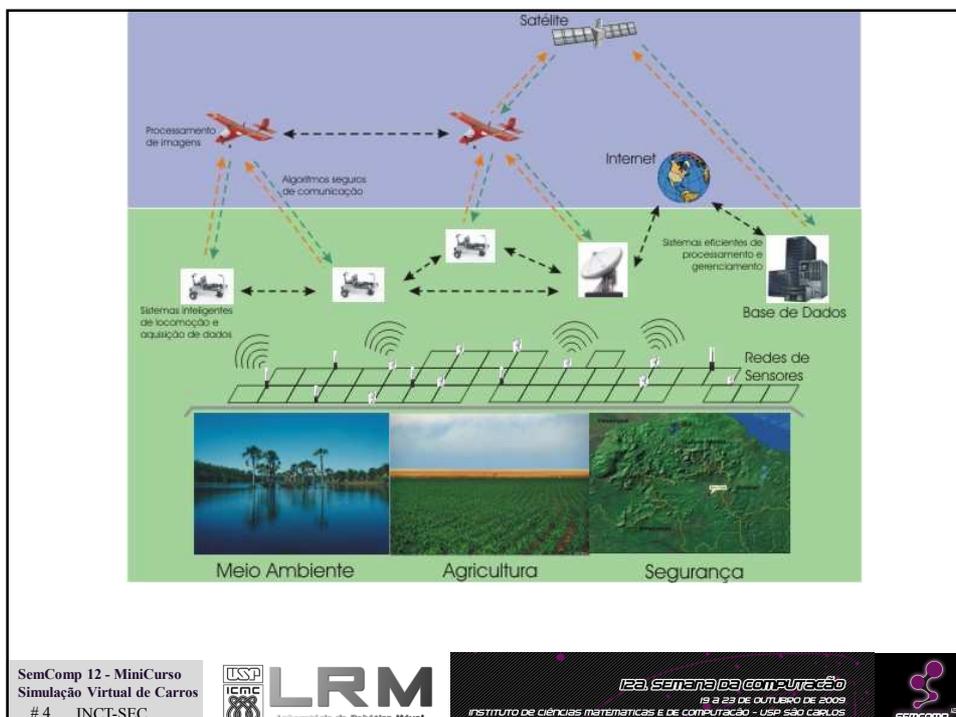
- Elevar e agregar habilidades, competências e infra-estrutura necessárias para o desenvolvimento de sistemas embarcados críticos, com ênfase para veículos autônomos móveis, de forma a capacitar a academia e a indústria brasileira no ensino, treinamento, pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico em aplicações de relevância e de alto impacto econômico-social em áreas estratégicas do país, a exemplo de aplicações na agricultura, segurança e defesa nacional, aviação e meio ambiente.

→ **Fundamental a cooperação entre os parceiros.**

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
3 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



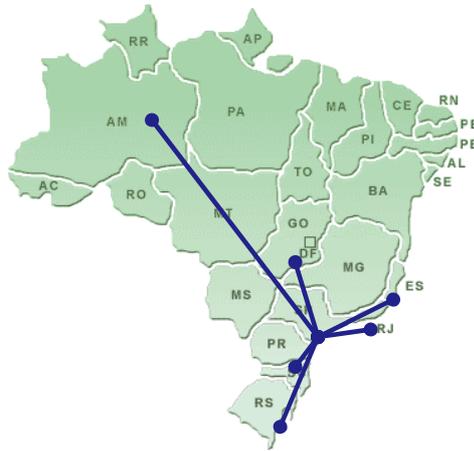
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
4 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Parceiros



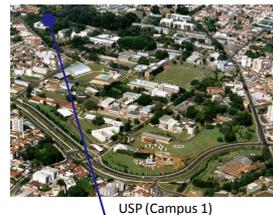
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
5 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



USP - São Carlos



SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
6 INCT-SEC



Campus 1 USP - São Carlos
12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



ICMC/USP: Cursos

- Quatro cursos de pós-graduação, incluindo Mestrado e Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional
- Sete cursos de graduação, incluindo Ciências de Computação, Informática e Engenharia de Computação

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
7 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS
SEMCOMP

ICMC/USP: Pesquisa

- Áreas de pesquisa em Ciências de Computação:
 - Inteligência Computacional
 - Computação Gráfica e Processamento de Imagem
 - Banco de Dados
 - Sistemas Distribuídos e Programação Concorrente
 - Sistemas Embarcados, Evolutivos e Robótica
 - Sistemas Interativos, Web e Multimídia
 - Engenharia de Software e Sistemas de Informação

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
8 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS
SEMCOMP

INCT-SEC: Síntese Anterior

Instituição	N. Pesquisadores	N. Alunos
EACH	2	
EESC/USP	3	15
ICMC/USP	25	88
POLI/USP	3	6
PUC/RS	15	34
UEM	2	6
UFAM	4	
UFG	2	3
UFSCar	18	26
UNESP	1	4
IEASC	2	
Aeroálcool	1	
AGX	2	
Airship	1	
Depto de Fomento e Incubação de Empresas	1	
Emgepron (Marinha do Brasil)	1	
EMBRAPA	1	
Inova	1	
ORBISAT	1	1

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
9 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Síntese Atual

Instituição	Número Pesquisadores	Número de Alunos
EACH/USP	3	
EESC/USP	8	17
ICMC/USP	25	95
POLI/USP	8	6
PUC/RS	15	34
UEM	5	6
UFAM	6	
UFG	6	6
UFSCar	20	26
UNESP	1	8
IEASC	2	
Aeroálcool	1	
AGX	2	
Airship	1	
Depto de Fomento e Incubação de Empresas	1	
Emgepron (Marinha do Brasil)	1	
EMBRAPA	1	
Inova	1	
ORBISAT	1	1
CTI	4	

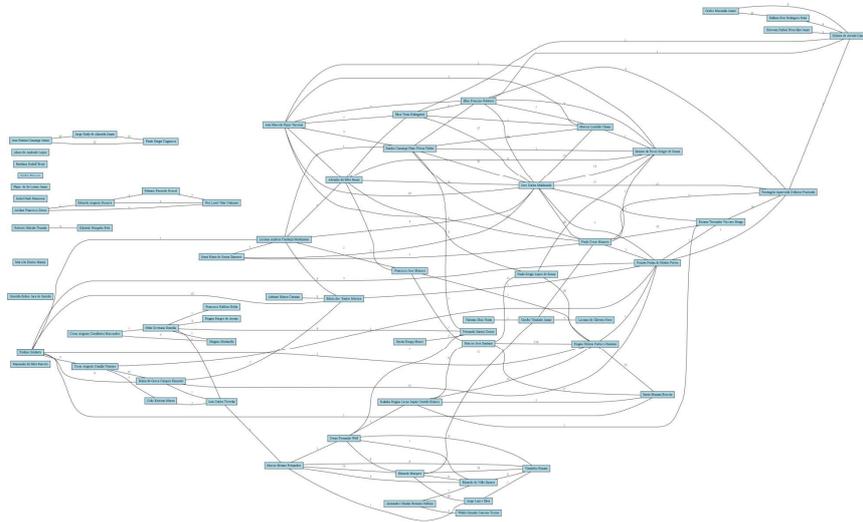
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
10 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Árvore de Colaboração



SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
11 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Estrutura Organizacional

- Estrutura Organizacional
 1. Comitê Gestor
 2. Divisão de P&D
 3. Divisão Operacional
 4. Divisão Administrativa
 5. Divisão Parcerias Empresariais

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
12 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Estrutura Organizacional

1. Comitê Gestor

- José Carlos Maldonado (coordenador)
- Itana Maria de Souza Gimenes (UEM)
- Paulo Cruvinel (CNPDIA – Embrapa)
- Márcio Merino (UFSCAR)
- Raimundo da Silva Barreto (UFAM)
- João Batista Camargo Jr (Poli-USP)
- Avelino Francisco Zorzo (PUC-RS)
- João Roberto Moreira Neto (Orbisat)

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
13 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Estrutura Organizacional

2. Divisão de P&D (Edson dos Santos Moreira e Cesar Marcondes)

- DEH - Departamento de Engenharia de Hardware
- DES - Departamento de Engenharia de Software
- DSD - Departamento de Sistemas Distribuídos e de Comunicação
- DRS - Departamento de Robótica e Sensores Inteligentes
- DEN - Departamento de Engenharia de Segurança e Certificação
- DME - Departamento de Metodologias para Ensino e Treinamento

3. Divisão Operacional (Kalinka Castelo Branco)

- DGP - Departamento de Gerência de Projetos
- DOR - Departamento de Ouvidoria e Relacionamento
- DFR - Departamento de Formação de Recursos Humanos
- DIO - Departamento de Infraestrutura Operacional

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
14 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Estrutura Organizacional

4. Divisão Administrativa (José Carlos Maldonado)

- DFI - Departamento Financeiro
- DRH - Departamento de R&H
- DCO - Departamento Comercial

5. Divisão Parcerias Empresariais (Onofre Trindade Junior)

- Departamento de Fomento e Incubação de Empresas
- Aeroálcool (James R. Waterhouse)
- AGX (Luciano de Oliveira Neris)
- Airship (Christian L. Amaral)
- Embraer (Andrea Barp)
- Emgepron (Marinha do Brasil)
- Orbisat (João Moreira)
- Inova (Penido Stahlberg Filho)

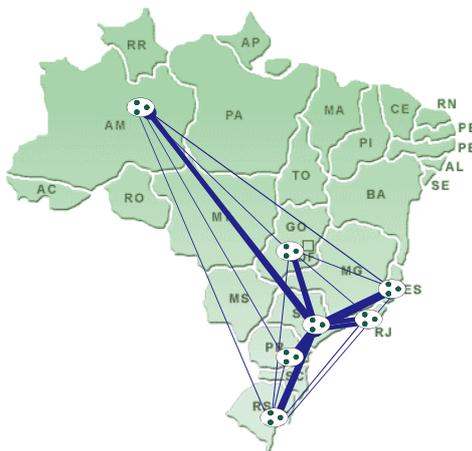
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
15 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Rede INCT-SEC



→ Estabelecer
referencial nacional
e latino americano
em Sistemas
Embarcados Críticos

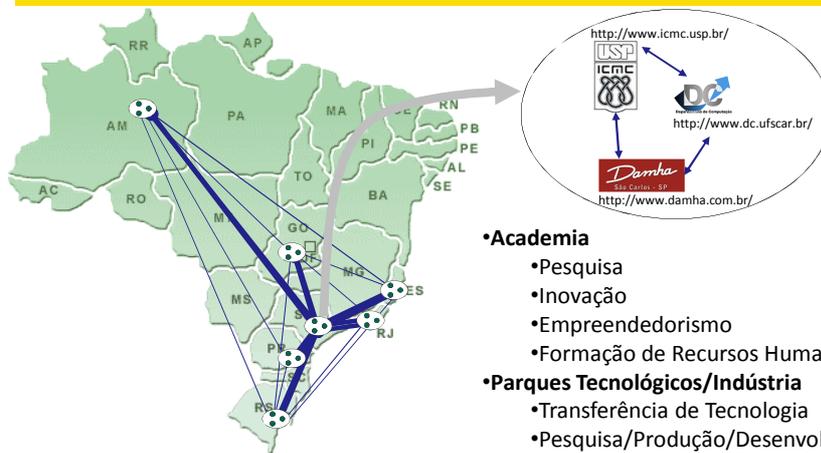
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
16 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Rede INCT-SEC



- **Academia**
 - Pesquisa
 - Inovação
 - Empreendedorismo
 - Formação de Recursos Humanos
- **Parques Tecnológicos/Indústria**
 - Transferência de Tecnologia
 - Pesquisa/Produção/Desenvolvimento Científico Tecnológico Conjunto

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
17 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



INCT-SEC: Direções

- Parceiros na indústria
 - Embraer
 - Embrapa
 - INPE
 - IPT
- Parceiros no governo
 - Ministérios
 - CTI
- Instituições internacionais
 - Projeto QualiPSo (Centros de Competência em Software Livre)

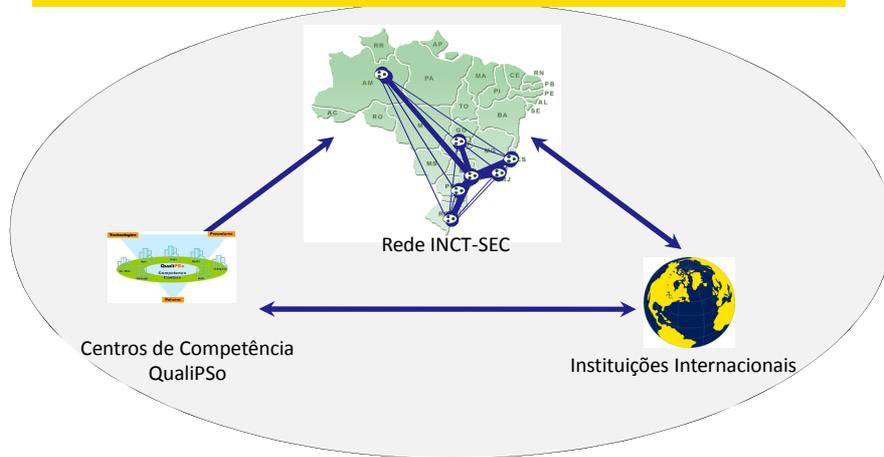
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
18 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Integração de Redes



SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
19 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Grupos de Trabalho

- **GT1 - Desenvolvimento de Robôs Táticos Para Ambientes Internos** - desenvolver esquadrões de Robôs Táticos.
 - i) realizar operações em ambientes fechados (e.g. prédios, instalações civis e/ou militares);
 - ii) compor esquadrões usados em aplicações de segurança, envolvendo tarefas de monitoramento, detecção de incidentes e resposta a incidentes (e.g. invasão não autorizada; detecção de situações de perigo e anomalias);
 - iii) atuar de forma individual ou formando um esquadrão capaz de atuar de modo colaborativo e coordenado a fim de cumprir suas tarefas; e iv) atuar em missões críticas, onde os robôs terão que realizar tarefas arriscadas, sem colocar em perigo vidas humanas, e cumprindo a missão com um alto grau de confiabilidade frente às mais diversas situações.

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
20 INCT-SEC

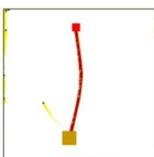
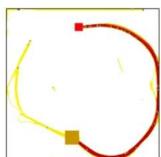


12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



GT1 - Desenvolvimento de Robôs Táticos Para Ambientes Internos

Hardware



Software

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
21 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Grupos de Trabalho

- **GT2 - Desenvolvimento de Veículos Terrestres Autônomos** – desenvolver sistemas de navegação autônoma e assistida para veículos terrestres.
 - i) ampliar a capacidade cognitiva do condutor auxiliando-o de forma cooperativa a melhorar sua capacidade e qualidade de direção, alertando-o da existência de situações de risco, e, eventualmente, atuando em conjunto com o mesmo para evitar essas situações; e
 - ii) conduzir o veículo de maneira autônoma, baseado nas informações obtidas por sensores acoplados ao veículo.

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
22 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



GT2 - Desenvolvimento de Veículos Terrestres Autônomos



Grupos de Trabalho

- **GT3 - Desenvolvimento de Sistemas Aéreos Não Tripulados** - desenvolver sistemas aéreos não tripulados.
- i) desenvolvimento da aeronave (parte física) e de metodologias para sistemas embarcados críticos;
- ii) desenvolvimento de software certificado; e
- iii) operacionalização das aeronaves por meio de estações de base otimizadas.

GT3 - Desenvolvimento de Sistemas Aéreos Não Tripulados



SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
25 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Grupos de Trabalho

- GT4 - **Aplicações Integradoras** - é importante demonstrar em que áreas os produtos gerados pelos grupos anteriores possam ser utilizados para o benefício da sociedade.
 - Assim, o objetivo é levantar e descrever os domínios de aplicação em que esses produtos podem ser utilizados. Esses domínios serão utilizados para realização de estudos experimentais e avaliação das técnicas e ferramentas produzidas.

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
26 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Linhas de Pesquisas

ENGENHARIA DE SOFTWARE

- c1. Metodologia para o Desenvolvimento de Sistemas de Software Críticos

SISTEMAS DISTRIBUIDOS e REDES

- c2. Comunicação em Sistemas Críticos
 - c2.1. Segurança e análise de risco em sistemas críticos
 - c2.2. Redes Móveis e Gerenciamento de Mobilidade
 - c2.3. Redes de Sensores
 - c2.4. Modelagem de tráfego de Tempo-Real em Sistemas Embarcados Críticos

ARQUITETURA (HARDWARE), PIS

- c3. Metodologia para o Desenvolvimento de Sistemas Embarcados de Hardware Críticos
- c4. Sistemas de computação de alto desempenho para processamento de sinais e imagens em tempo real
- c7. Desenvolvimento de Sistemas Robóticos Embarcados

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
27 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Linhas de Pesquisas

CONTROLE, IA e TOMADA DE DECISÃO

- c6. Sistemas de Controle Inteligente para Sistemas Embarcados
- c8. Sistemas de Aplicação orientados a dados dinâmicos: Aquisição, tratamento e visualização de contextos em sistemas complexos de monitoramento
- c9. Ambientes inovadores de treinamento para forças de segurança na preparação e resposta a emergências

DESEMPENHO e CERTIFICAÇÃO

- c5. Certificação da Inclusão de Veículos Aéreos Não Tripulados – VANTs
- c10. Avaliação de Desempenho de Sistemas Embarcados Críticos

EDUCACIONAL

- c11. Mecanismos de Apoio ao Ensino e Treinamento

1. ENGENHARIA DE SOFTWARE
2. SISTEMAS DISTRIBUIDOS E REDES
3. ARQUITETURA (HARDWARE) E PIS
4. CONTROLE, IA e TOMADA DE DECISÃO
5. DESEMPENHO e CERTIFICAÇÃO
6. EDUCACIONAL

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
28 INCT-SEC



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



FoG – *Fellowship of the Game*

- Grupo de alunos da graduação
- Cerca de dois ano de existência formal
- Pesquisa e desenvolvimento na área de jogos eletrônicos
- Integração entre disciplinas de computação



SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
29 FOG



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



FoG – *Fellowship of the Game*

Motor FoG

Motor FoG é um jogo de corrida com altas emoções.



SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
30 FOG



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



Referências

Material On-Line

- **Tutorial SBGames 2009 / Mini-curso SemComp 2009**
 “Simulação Virtual de Carros: Jogos e I.A”
Web: <http://www.icmc.usp.br/~fosorio/>
- **Mini-curso JAI – Congresso da SBC 2009**
 “Robótica Móvel Inteligente: Da Simulação às Aplicações no Mundo Real”
Web: <http://osorio.wait4.org/palestras/jai2009.html>
- **TORCs**
Web: <http://torcs.sourceforge.net/> ou <http://www.torcs.org>
- **CIG - Simulated Car Racing**
Web: <http://www.ieee-cig.org/competitions/#scr>

SemComp 12 - MiniCurso
 Simulação Virtual de Carros
 # 31 Referências On-line



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
 19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



OBRIGADO!



LRM
Laboratório de Robótica Móvel

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

Denis Fernando Wolf - denis@icmc.usp.br
 Eduardo do Valle Simões - simoes@icmc.usp.br
 Fernando Santos Osório - fosorio@icmc.usp.br
 Gustavo Pessin - pessin@gmail.com

SemComp 12 - MiniCurso
 Simulação Virtual de Carros
 # 32 Colaboradores



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
 19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



OBRIGADO!



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

INCT – SEC: [Http://inct-sec.org/](http://inct-sec.org/)

Denis Fernando Wolf - denis@icmc.usp.br
Eduardo do Valle Simões - simoes@icmc.usp.br
Fernando Santos Osório - fosorio@icmc.usp.br
Gustavo Pessin - pessin@gmail.com
Kalinka R.L.J. Castelo Branco - kalinka@icmc.usp.br

Coord. do INCT: José Carlos Maldonado / USP - ICMC
Grupo de Trabalho: Desenvolvimento de Veículos Terrestres Autônomos

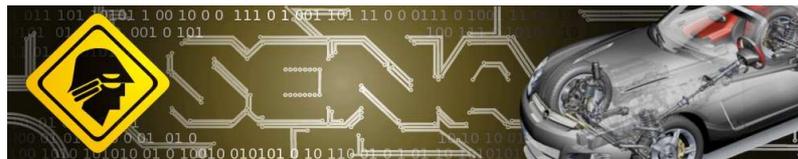
SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
33 Colaboradores



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



OBRIGADO!



Sistema Embarcado de Navegação Autônoma
[Http://www.eesc.usp.br/sena/](http://www.eesc.usp.br/sena/)

EESC - Glauco Caurin
Marcelo Becker

Valdir Grassi Jr.
Daniel Varela Magalhães

ICMC - Denis Fernando Wolf
Eduardo do Valle Simões
Fernando Santos Osório
Gustavo Pessin

Alberto Hata
Leandro Couto
Leandro Carlos Fernandes
Patrick Shinzato
Maurício Dias

SemComp 12 - MiniCurso
Simulação Virtual de Carros
34 Colaboradores



12ª SEMANA DE COMPUTAÇÃO
19 a 23 DE OUTUBRO DE 2009
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO - USP SÃO CARLOS



OBRIGADO!

FoG - The Fellowship of the Game
[Http://fog.icmc.usp.br/](http://fog.icmc.usp.br/)

ICMC – Coordenador: Alexandre Rosenfeld

Grupos de Trabalho:

- > Pesquisa e Desenvolvimento
- > Marketing
- > RH (Recursos Humanos)

Apoio de Professores:

Kalinka R.L.J. Castelo Branco
Fernando Osório



SemComp 12 - MiniCurso
 Simulação Virtual de Carros
 # 35 Colaboradores

