

DISCIPLINA: Tópicos Especiais Em Sistemas Inteligentes: Robótica Evolucionária	CÓDIGO: 2ECOM.XXX
---	--------------------------

Validade: a partir do 2º Semestre de 2012

Carga Horária: Total: 60 horas-aula Semanal: 04 aulas Créditos: 04

Modalidade: Teórica

Classificação do Conteúdo pelas DCN: Profissional

Ementa:

Simulação de robôs em software versus implementação em hardware; veículos de Braitenberg; robôs baseados em comportamento (arquitetura *subsumption*); aplicação da robótica evolucionária nas engenharias e no desenvolvimento de teorias científicas; desenvolvimento minimalista de agentes robóticos (em hardware ou software) para estudo de problemas complexos (ex. relação entre dinâmicas neurais e sensório-motoras, aprendizagem em sistemas neurais completamente integrados); sistemas inteligentes isolados versus situados (*embodied, situated*); evolução de controladores para agentes autônomos; análise da dinâmica do sistema controlador-robô-ambiente (pontos de equilíbrio, atratores, dinâmicas instáveis, etc.); e desenvolvimento e análise de robôs controlados por redes inspiradas em dinâmicas neurais.

Justificativa:

O conteúdo da disciplina Robótica Evolucionária trata de temas inovadores na área de “Sistemas Inteligentes” que podem ser utilizados no desenvolvimento de mecanismos de controle na área de Engenharia e, principalmente, no estudo de mecanismos adaptativos em sistemas vivos. Desta maneira, ao cursar a disciplina o aluno desenvolverá sua capacidade de: i) solucionar problemas de engenharia com a utilização das técnicas que serão estudadas, e ii) compreender e abordar problemas científicos (particularmente na área de dinâmicas neurais no contexto de coordenações sensório-motoras) através da elaboração e análise de modelos computacionais.

No contexto do curso de Engenharia de Computação esta disciplina contribui para o aperfeiçoamento do aluno na área de sistemas inteligentes por apresentar técnicas para o desenvolvimento e análise de modelos computacionais onde o “mecanismo inteligente” opera em uma dinâmica contínua com o robô e o ambiente no qual ele se insere.

Em um escopo mais amplo, esta disciplina contribui para iniciar a formação de futuros pesquisadores na área de ciências cognitivas (neurociência computacional, neurociência teórica, psicologia ecológica e ambiental, filosofia das ciências cognitivas, etc.). Esta área de pesquisa é bastante carente no meio acadêmico brasileiro, enquanto que na comunidade Européia ela vêm recebendo grandes investimentos e se consolidando rapidamente (ex.: <http://esmcs.eu/> e <http://www.eucognition.org/>).

Curso (s)	Período	Eixo	Natureza
Engenharia de Computação	A partir do 4º	Sistemas Inteligentes	Optativa

Departamento/Coordenação: Departamento de Computação (DECOM)

Professor: Bruno André Santos

INTERDISCIPLINARIEDADES

Pré-requisitos
- Métodos Numéricos Computacionais; - Calculo III
Co-requisitos
Disciplinas para as quais é pré-requisito
Disciplinas para as quais é co-requisito
Transdisciplinariedade (inter-relações desejáveis)

Objetivos:

- Apresentar ao aluno os fundamentos teórico-conceituais e da robótica evolucionária, suas limitações e aplicações.
- Apresentar técnicas utilizadas na robótica evolucionária.
- Apresentar técnicas para análise de sistemas dinâmicos contínuos.
- Desenvolver o raciocínio crítico para análise e discussão dos modelos computacionais no âmbito das engenharias e, principalmente, no contexto científico.

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	<p>Introdução à robótica evolucionária.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Histórico, definição e objetivos. • Simulação de robôs em software versus implementação em hardware. • Aplicação da robótica evolucionária nas engenharias e no desenvolvimento de teorias científicas. • Desenvolvimento minimalista de agentes robóticos (em hardware ou software) para estudo de problemas complexos (ex. relação entre dinâmicas neurais e sensório-motoras, aprendizagem em sistemas neurais completamente integrados). 	2
2	<p>Veículos de Braitenberg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação em hardware e software. • Análise dinâmica do sistema. • Discussão teórica: relação entre mecanismos de controle e comportamentos no ambiente. 	10
3	<p>Robôs baseados em comportamento (arquitetura <i>subsumption</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação em hardware e software. • Análise dinâmica do sistema. • Discussão teórica. 	8
4	<p>Abordagem de sistemas dinâmicos para implementação de mecanismos de coordenação sensorio-motora em robôs situados (<i>situated robotics</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução aos algoritmos genéticos com ênfase no <i>Microbial genetic algorithm</i>. • Rede neural recorrente de tempo contínuo (continuous-Time recurrent neural network). • Evolução de robôs com uso de algoritmos genéticos. • Análise da dinâmica do processo evolutivo (desenvolvimento filogenético). • Simulação de diferentes tarefas (navegação em ambientes com desvio de obstáculos, foto táxis, quimo táxis, 	20

	<p>percepção categórica de objetos, navegação em labirinto com utilização de memória).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolução de robôs utilizando ambientes simulados e transposição para ambientes reais. 	
5	<p>Abordagem de sistemas dinâmicos para implementação de mecanismos de coordenação sensorio-motora em robôs situados (<i>situated robotics</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análise da dinâmica do controlador desacoplado do robô e ambiente (análise da dinâmica autônoma do controlador). • Análise da dinâmica do sistema acoplado controlador-robô-ambiente. Estudo dos atratores, pontos instáveis, ciclos limites, estabilidade, etc. 	10
6	<p>Desenvolvimento e análise de robôs controlados por redes inspiradas em dinâmicas neurais oscilatórias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução à dinâmica neural (operação de um neurônio, grupos neuronais, áreas sensoriais e motoras do sistema nervoso, etc.). • Visão geral do código neural (sincronia, taxa de pulsos em janelas de tempo, tempo do primeiro pulso neural em relação à estimulação sensorial, etc). • Redes neurais de osciladores acoplados por fase. • Implementação de robôs em ambientes simulados e controlados por redes oscilatórias. • Análise de dinâmicas oscilatórias. 	10
Total		60

Bibliografia Básica

1	Nolfi, Stefano; Floreano, Dario. Evolutionary Robotics: the biology of and intelligence, and technology of self-organizing machines . Bradford Book. 2000.
2	Pfeifer, Rolf; Scheier, Christian. Understanding Intelligence . MIT Press. 2001
3	Pfeifer, R. How the Body Shapes the Way We Think: A New View of Intelligence . MIT Press, 480 pages, 2006.

Bibliografia Complementar

1	• Peter Dayan. Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems . MIT Press, 576 pages. 2005.
2	• Thomas Trappenberg. Fundamentals of Computational Neuroscience . OUP Oxford, 2 edition, 416 pages, 2009.
3	• Fred Rieke . Spikes: Exploring the Neural Code . MIT Press, 414 pages, 1999.



4	<ul style="list-style-type: none">• Mario Negrello. Invariants of Behavior: Constancy and Variability in Neural Systems. Springer; 1st Edition. 251 pages. 2011.
5	<ul style="list-style-type: none">• Esther Thelen. A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action. MIT Press. 402 pages. 1996.
6	<ul style="list-style-type: none">• Strogatz, Steven H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering. Perseus Books, 512 pages, 2000.
7	<p>Artigos científicos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Beer, R. A dynamical systems perspective on agent-environment interaction. <i>Artificial Intelligence</i>. v.72. p. 173-215. 1995.• Beer, R. The dynamics of active categorical perception in an evolved model agent. <i>Adaptive Behavior</i>. v.11. p. 209-243. 2003.• Molioli, R.; Vargas, P. Husbands, P. Exploring the Kuramoto model of coupled oscillators in minimally cognitive evolutionary robotics tasks. In. <i>IEEE World Congress on Computational Intelligence</i>. 2010.• Harvey, I., Paolo, E. D., Wood, R., and Quinn, M. Evolutionary robotics: A new scientific tool for studying cognition. <i>Artificial Life</i>, 11:79–98. 2005.• Harvey, I. The Microbial Genetic Algorithm. In: <i>Proceedings of the Tenth European Conference on Artificial Life</i>. Springer LNCS. 2009.