

Sistemas Multiagentes

Claudio Cesar de Sá
claudio.sa@udesc.br

Departamento de Ciência da Computação
Centro de Ciências e Tecnologias
Universidade do Estado de Santa Catarina

23 de fevereiro de 2017

Sumário

O Curso

- Ferramentas
- Metodologia e avaliação
- Dinâmica
- Referências

Introdução aos SMAs

- Motivação aos SMAs
- Os Elementos de SMAs

Agentes Racionais

- Tipos de Agentes
- Agentes Racionais

Estratégias de Jogos

Coordenação

- Exemplos de Coordenação SMAs

Teoria de Jogos Aplicado a SMA

Projetos de SMAs

- Implementação de SMAs

Conclusão

Disciplina

Sistemas Multiagentes – OSIM001

- **Turma:**
- **Professor:** Claudio Cesar de Sá
 - `claudio.sa@udesc.br`
 - Sala 13 Bloco F
- **Carga horária:** 72 horas-aula • Teóricas: 36 • Práticas: 36
- **Curso:** BCC
- **Requisitos:** Vários – IA, LMA, TEC, SO, PRP, ...
- **Período:** 1º semestre de 2017
- **Horários:**
 - 6ª 10h10 (2 aulas) - F-104 – aula expositiva
 - 6ª 18h00 (2 aulas) - F-306 – lab

Ementa

Ementa

Motivação do paradigma. Agentes reativos e cognitivos. Teoria e arquitetura de agentes. Sistema multiagentes (SMA) reativo e cognitivo. Linguagens e protocolos de comunicação. Coordenação e negociação. Metodologias para desenvolvimento de SMAs. Ambientes de desenvolvimento.

Objetivos (1)

- **Geral:** Apresentar o conceito de inteligência artificial distribuída: desenvolvimento de agentes e abordagens para coordenação de sistemas multiagentes, permitindo ao aluno ser capaz de modelar problemas de forma a modularizar sua solução de forma distribuída.

Objetivos (2)

■ *Específicos:*

- Descrever o histórico e quadro atual da Inteligência Artificial – Moderna.
- Compreender a noção de Teoria de Problemas, computabilidade e complexidade na ótica de IA e IAD.
- Diferencia IAD (orientação a divisão de problemas) versus SMA (orientação a coordenação de agentes)
- Conhecer diferentes arquiteturas de agentes
- Modelar problemas computacionais através de aplicação de agentes.
- Descrever o processo de tomada de decisão e aprendizagem computacional baseado em sistemas multiagentes.
- Conceber, projetar e construir sistemas computacionais capazes de aplicar sistemas multiagentes como técnica de resolução.

Conteúdo programático

- Conceitos de SMA (há muitos correlacionados há áreas diversas)
- Ferramentas: Netlogo e Picat
- Aplicação: vocês escolhem
- Um artigo \equiv projeto
- Um artigo OUTRO da área a ser apresentado: ficha técnica

Ferramentas

- PICAT (com suporte)
- NETLOGO <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>
(escondido in WEB)

Metodologia e avaliação (1)

Metodologia:

As aulas serão expositivas e práticas. A cada novo assunto tratado, exemplos são demonstrados utilizando ferramentas computacionais adequadas para consolidar os conceitos tratados. As aulas nas sextas-feiras a tarde poderão ser realizadas, também, na forma de estudo dirigido.

Metodologia e avaliação (2)

Avaliação

- Duas provas (conceituais) – 25%
 - P_1 : 25/mar
 - P_2 : 25/maio
- Exercícios de laboratório – 10%
- Implementação de um protótipo – 20%
- O artigo (resultados da implementação) – 30%
- Para o artigo: muito material será fornecido em \LaTeX ...
- Apresentação de um artigo estudado sobre SMA – 15%
- Presença e participação

Dinâmica de Aula

- Teoria na parte da manhã – 10:00 hrs – K-107
- *Ralação* a tarde – LAB – estudar o NetLogo – vídeo-aulas

Bibliografia (1)

Básica:

- ALVARES, L. O., SICHMAN, J. *Introdução aos Sistemas Multiagentes*, Anais do EINE – Escola de Informática do Nordeste, Sociedade Brasileira de Computação – SBC, Brasil, 1997.
- FERBER, J. *Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. Harlow, England, Addison-Wesley, 1999.
- WOOLDRIDGE, M.. *An introduction to MultiAgent Systems*, John Wiley, 2001
- https://github.com/claudiosa/CCS/tree/master/https://github.com/claudiosa/CCS/tree/master/sistemas_multiagentes

Complementar:

- Nikos Vlassis, *A Concise Introduction to Multiagent Systems and Distributed Artificial Intelligence* Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning 2007, 71 pages – guia dos tópicos destes slides
- O'HARE, G.; JENNINGS, N. (Editors) *Foundations of distributed artificial intelligence*, New York, NY: John Wiley, 1996.
- WEISS, G. *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. London, MIT Press, 2001.
- Russell, S., Norvig, Peter; "Inteligência Artificial", Ed. Campus-Elsevier; Brasil, 2010 – em inglês.

Bibliografia (2)

- Bittencourt, G.; "Inteligência Artificial, ferramentas e teorias"; 3. ed. UFSC; Florianópolis, SC; 2006.
- Barreto. J.M.; "Inteligência Artificial, uma abordagem híbrida"; 3a. ed.; RoRoRo; Florianópolis, SC; 2001
- Eberhart, R; Simpson, P.; Dobbins, R.; "Computational Intelligence PC Tools"; AP Professional; 1996; ISBN 0-12-228630-8.
- Fausett, Laurene; Fundamentals of Neural Networks; Prentice Hall Ind.; N. Jersey; 1994.
- Freeman, J. A.; Skapura, D. M.; "Neural networks – Algorithms, Applications and Programming Techniques"; Addison- Wesley Pub. Co.; New York; 1991.
- Luger, George F.; Inteligência Artificial; Artmed Ed. S.A.; P. Alegre; 2004.
- Mitchell, M.; "An introduction to genetic algorithms"; The MIT press; London; 1966.
- Rabuske, R. A.; Inteligência Artificial; UFSC; Florianópolis; 19??
- Resende, Solange O., Sistemas Inteligentes - Fundamentos e aplicações, Ed. Manole (www.manole.com.br), 200?
- Rich, E.; "Artificial Intelligence"; McGraw-Hill Book Company; USA; 1983.
- Material didático disponível em: www.inf.ufsc.br/~falqueto

Capítulo 1 – Contexto e Motivação aos SMAS

Histórico e Contexto da IA versus IAD versus SMA

- IA cresceu muito nos anos 70 → 80... modelando a inteligência individual.
- Advento das redes de computadores modificou as necessidades!
- Inteligência como a integração dos processos de *raciocinar*, *decidir*, *aprender* e *planejar*.
- O *Modelo de Agente* aparece então como catalisador...

Em verdade:

- Mundo onde informações e conhecimentos crescem (e mudam) rápido demais!
- O crescimento da Internet trás desafios constantes que incluem:
 - Acesso a informações relevantes
 - Identificação de oportunidades
 - Ação no momento preciso
 - Manipulação de grandes volumes de informação
- Ubiquidade, Gerenciamento e Inteligência

Encaminhando aos SMAs

- Vários problemas não podem mais serem tratados de modo **centralizado**, por exemplo:
 - Controle de linha de trens (Brasil) metrô (hum SP talvez)
 - Monitoramento de Redes de Computador
 - Diagnóstico Médico
 - Compra e Venda

Encaminhando aos SMAs

- Vários problemas não podem mais serem tratados de modo **centralizado**, por exemplo:
 - Controle de linha de trens (Brasil) metrô (hum SP talvez)
 - Monitoramento de Redes de Computador
 - Diagnóstico Médico
 - Compra e Venda
- Como Resolvê-los?

Encaminhando aos SMAs

- Vários problemas não podem mais serem tratados de modo **centralizado**, por exemplo:
 - Controle de linha de trens (Brasil) metrô (hum SP talvez)
 - Monitoramento de Redes de Computador
 - Diagnóstico Médico
 - Compra e Venda
- Como Resolvê-los?
Inteligência Coletiva \Rightarrow IA Distribuída \Rightarrow
 - Resolução Distribuída de Problemas (RDP)
 - Sistemas Multiagentes (SMA) \Leftarrow **foco deste curso**

Motivando aos SMAs

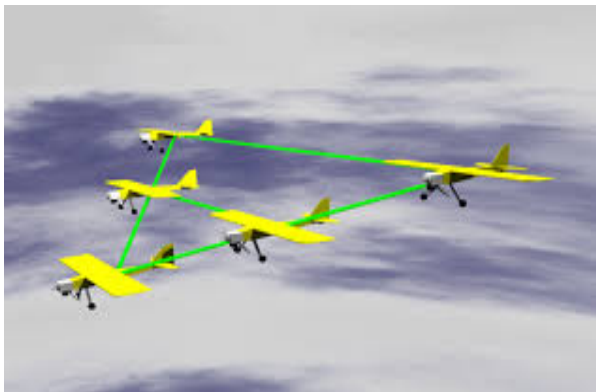
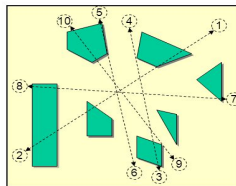
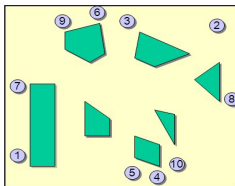


Figura: Observe o sentido das flechas – e o foco da missão

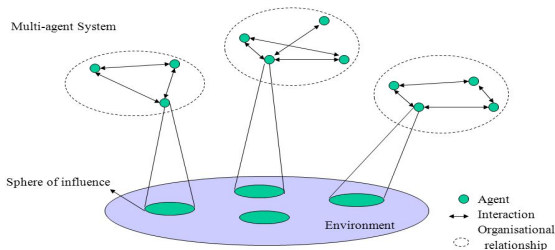
Motivando aos SMAs

Path Planning for Multiple Robots



Motivando aos SMAs

Multi-agent Systems (MAS)



8

Figura: Arquitetura clássica – comunidade de agentes \equiv SMA

Motivação I

Projetar e construir sistemas multiagentes é uma tarefa difícil, pois:

Motivação I

Projetar e construir sistemas multiagentes é uma tarefa difícil, pois:

- Apresenta todos os problemas já conhecidos dos sistemas distribuídos e concorrentes.

Motivação I

Projetar e construir sistemas multiagentes é uma tarefa difícil, pois:

- Apresenta todos os problemas já conhecidos dos sistemas distribuídos e concorrentes.
- Dificuldades adicionais surgem da flexibilidade e complexidade das interações

Exemplificando a complexidade por um DFD por **agentes** \times **ações**:

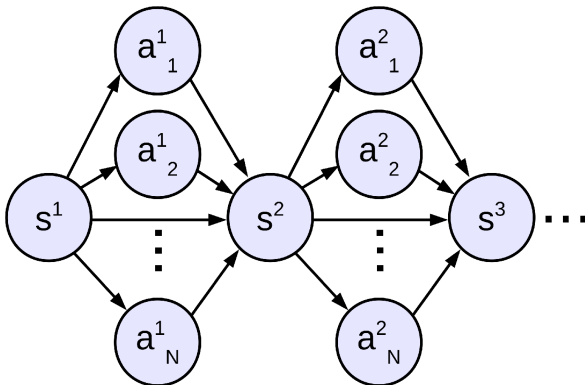


Figura: Complexidade via DFD de um SMA (agentes) \times ações \equiv um único estado

Motivação II

Dois principais impedimentos técnicos, pois:

Motivação II

Dois principais impedimentos técnicos, pois:

- Inexistência de uma metodologia sistemática para claramente especificar e estruturar aplicações SMA.

Motivação II

Dois principais impedimentos técnicos, pois:

- Inexistência de uma metodologia sistemática para claramente especificar e estruturar aplicações SMA.
- Inexistência de ferramentas e ambientes de desenvolvimento de SMA com qualidade industrial.

Os Elementos de SMAs (1)

O que abordaremos neste curso:

Projeto de Agente:

Ambiente:

Percepção:

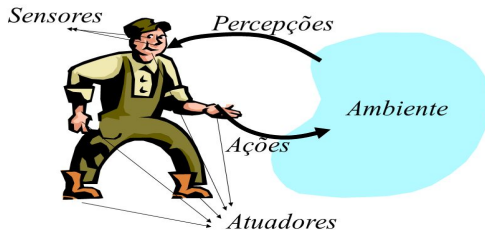
Controle:

Conhecimento:

Comunicação:

Exercício

Exemplo: agente humano



1A 13/10/10

6

Figura: Exercício: enumere domínios para este agente identificando os itens de SMA's

Capítulo 2 – Agentes Racionais

O que é um Agente? (1)

Qualquer entidade (humana ou artificial) que:

- está **imersa** ou **situada** em um ambiente (físico, virtual/simulado)
- **percebe** ou **sente** seu ambiente através de sensores (ex. câmeras, microfone, teclado, finger, ...)
- **age** sobre ele através de atuadores (ex. vídeo, auto-falante, impressora, braços, ftp, ...)
- **possui objetivos** próprios: explícitos ou implícitos
- **escolhe** suas ações em função das suas percepções para atingir seus objetivos

Agente Situado x Não-Situado

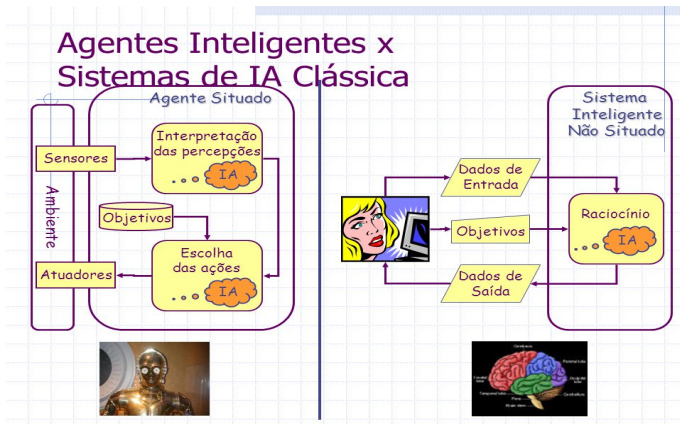


Figura: Agente situado versus a visão clássica de sistemas inteligentes

O que é um Agente Racional?

■ Agente Racional

- faz a melhor coisa possível
- segue o princípio da racionalidade:
dada uma seqüência perceptiva, o agente escolhe, segundo seus conhecimentos, as ações que melhor satisfazem seu objetivo
- Limitações de:
sensores
atuadores
raciocinador (conhecimento, tempo, etc.)

Outras propriedades freqüentemente associadas aos Agentes (1)

- Autonomia:
raciocínio, comportamento guiado por objetivos ou reatividade
 - Requer máquina de inferência e base de conhecimento
 - Essencial em sistemas especialistas, controle, robótica, jogos, agentes na internet ...
- Adaptabilidade & aprendizagem
 - Capacidade de adaptação a situações novas, para as quais não foi fornecido todo o conhecimento necessário com antecedência
 - Duas implementações: sistema com aprendizagem e/ou programação declarativa
 - Essencial em agentes na internet, interfaces amigáveis ...

Outras propriedades freqüentemente associadas aos Agentes (2)

- Comunicação & Cooperação (Sociabilidade)
 - Protocolos padrões de comunicação, cooperação, negociação
 - Raciocínio autônomo sobre crenças e confiabilidade
 - Arquiteturas de interação social entre agentes
- Personalidade
 - IA + modelagem de atitudes e emoções
 - Essencial em entretenimento digital, realidade virtual, interfaces amigáveis
 - ...
- Continuidade temporal (persistência)
 - Requer interface com sistema operacional e banco de dados
 - Essencial em filtragem, monitoramento, controle, ...
- Mobilidade (caso internet)
 - Requer itens como:

Outras propriedades freqüentemente associadas aos Agentes (3)

1. Interface com rede
 2. Protocolos de segurança
 3. Suporte a código móvel
- Essencial em agentes de exploração da internet, ...

Exemplo: Agente de Polícia

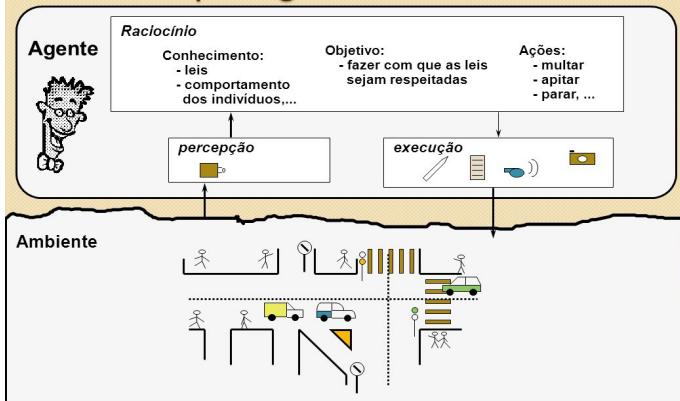


Figura: Exercício: enumere as características citadas a este exemplo

O que é um Agente? (1)

Qualquer entidade (humana ou artificial) que:

Características aos SMAs

Características aos SMAs

Características aos SMAs



■ cap 2

Os agentes podem ser de dois tipos:

Agentes Reativos (ou reflexivos): geralmente são agentes simples, escolhem suas ações baseados exclusivamente nas percepções que têm do ambiente. Normalmente possui representação do conhecimento implícito no código, por não possuírem memória, não tem histórico dos fatos e das ações que executou.

Agentes Cognitivos: têm uma representação simbólica explícita do seu ambiente, no qual eles podem argumentar e prever eventos futuros. São dirigidos por intenções, isto é, por metas explícitas que conduzem seu comportamento e os tornam capazes de escolher entre possíveis ações. Engloba as características: percepção, ação, comunicação, representação, motivação, deliberação, raciocínio e aprendizagem.

Agente em seu ambiente

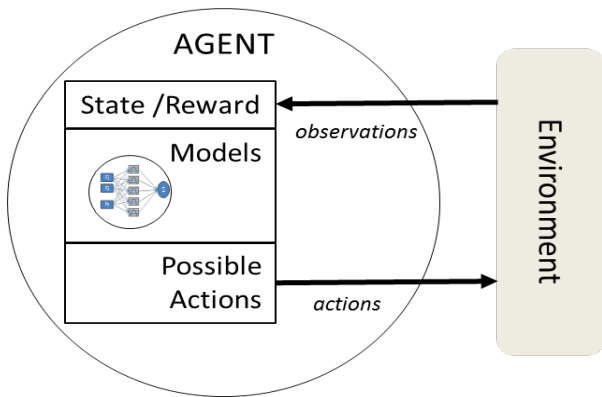


Figura: Ciclo do agente

Arquitetura clássica de um agente reflexivo

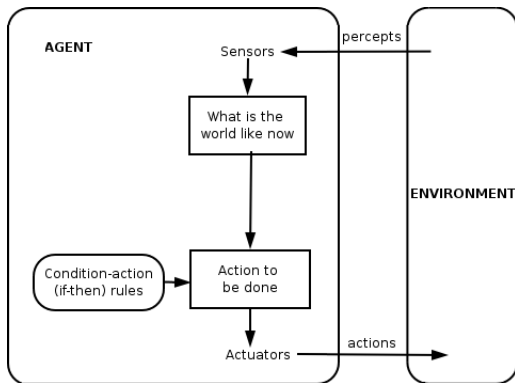


Figura: Arquitetura clássica

Arquitetura clássica de um agente que *aprende* – desejável

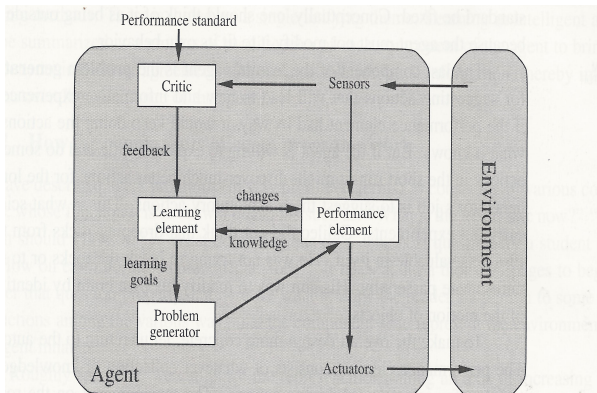


Figura: Arquitetura agente com aprendizagem

Teoria de Jogos

Teoria de Jogos

Teoria de Jogos



■ cap 3

Coordenação

Coordenação

Coordenação



■ cap 4

Exemplo de Coordenação SMAs

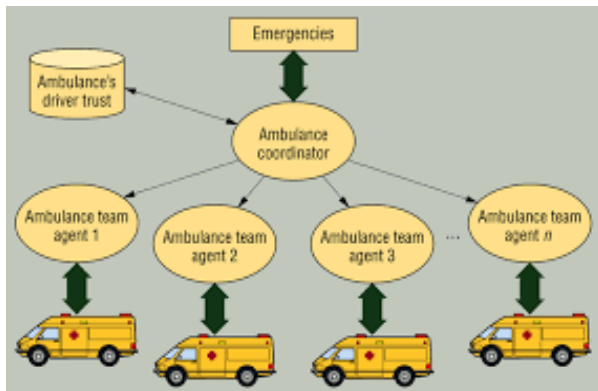


Figura: Coordenação de agentes \equiv SMA

Exemplo de Coordenação SMA

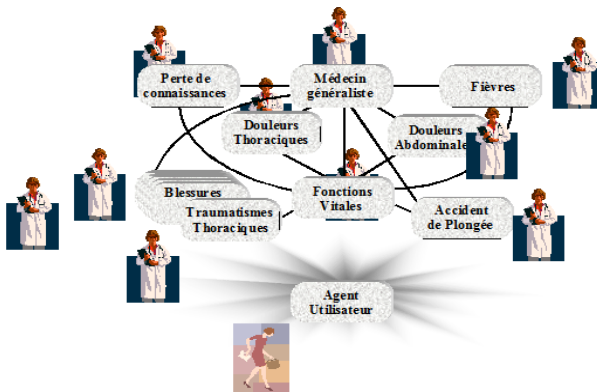


Figura: Coordenação de agentes \equiv SMA

Teoria de Jogos Aplicado a SMA

Teoria de Jogos Aplicado a SMA

- $\prod_{x=1}^n \neq \prod_{x=1}^{n+1}$
- <https://www.codecogs.com/latex/eqneditor.php>
- <http://www.hostmath.com/>

Teoria de Jogos Aplicado a SMA

- $\prod_{x=1}^n \neq \prod_{x=1}^{n+1}$
- <https://www.codecogs.com/latex/eqneditor.php>
- <http://www.hostmath.com/>
- cap 6

Mecanismos de Projetos

Mecanismos de Projetos

Mecanismos de Projetos



■ cap 6

Implementação de Agentes

Implementação de Agentes

Implementação de Agentes



■ xxxxxxxxxxxxxxxx

Conclusão

