Sistemas Multi-Agentes

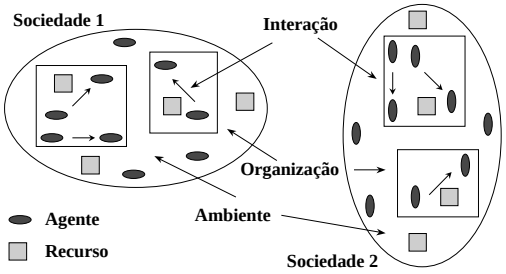
Aula 2

Prof. Dr. Jaime Simão Sichman
Universidade de São Paulo
Depto. Eng. Computação e Sistemas Digitais
jaime@pcs.usp.br
http://www.pcs.usp.br/~jaime

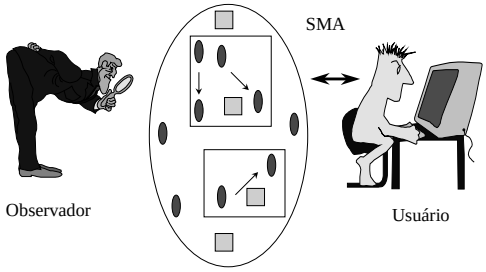
Conteúdo

- Definições Básicas
  - agentes, ambientes, interações e organizações
- IAD
  - DPS e SMA
- Histórico, Motivações
- Domínios de Aplicação

Sistemas Multi-Agentes



Usuário, Observador e SMA



Algumas Definições

Dado um sistema S:

- *agentes*: entidades ativas
- *sociedade*: coleção de agentes
- *ambiente*: entidades passivas
- *interação*: não somente primitivas de comunicação
  - aspectos do trabalho cooperativo
- *organização*: meios que garantam a convergência
  - controle decentralizado, convenções, normas

Uma Definição de Agente

[Ferber e Gasser 91]

Entidade ***real*** ou *virtual*, imersa num *ambiente* sobre o qual ela é capaz de agir,

que dispõe de uma capacidade de *percepção* e de *representação* parcial deste ambiente,

que pode se *comunicar* com outros agentes,

e que possui um *comportamento autônomo*, conseqüência de suas observações, de seu conhecimento e da suas interações com os outros agentes.

Definições de Autonomia

[Sichman 95]

- autonomia em relação à *concepção*
  - existência independente da existência de outros
- autonomia em relação ao *ambiente*
  - ausência de controle do resultado de suas ações
- autonomia em relação aos *objetivos*
  - sinônimo de auto-suficiência
- autonomia em relação às *motivações*
  - livre escolha nas interações sociais

Outra Definição de Agente

[Gasser 92b]

Um agente é uma entidade a qual nós podemos associar uma *identidade única,*

e que é capaz de executar um processamento de cálculo.

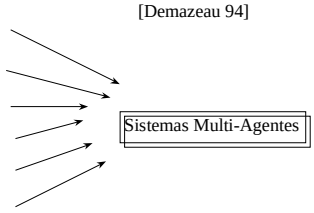
Um agente pode ser considerado como um *meio* que produz um certo número de ações,

a partir de seu conhecimento e dos mecanismos internos que lhe são próprios.

Objetivos da Disciplina

[Demazeau 94]

- Identificar
- Descrever
- Compreender
- Analisar
- Projetar
- Integrar



IAD e Disciplinas Correlatas

[Demazeau 94]

- IAD *não* é IA Paralela
  - algoritmos para busca paralela
  - algoritmos para unificação paralela
  - linguagens e sistemas concorrentes
- IAD *não* são Sistemas Distribuídos
  - níveis de abstração diferentes
  - similaridade/diferenças entre sistemas/agentes

Problemas Básicos em IAD

[Bond e Gasser 88]

- descrição, distribuição e alocação de tarefas
- interação, linguagem e comunicação
- coerência e coordenação
- modelos de outros agentes e de atividades
- incertitude e conflito
- implementação e engenharia

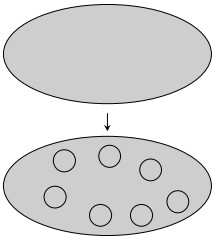
IAD, RDP e SMA

- Historicamente, a Inteligência Artificial Distribuída (IAD/DAI) pode ser dividida em duas subáreas:
  - Resolução Distribuída de Problemas (RDP)
  - Sistemas Multi-Agentes (SMA)
- Entretanto, é cada vez mais difícil diferenciá-las apenas observando um sistema

RDP (1)

- modelo conceitual *global*
- problema *global*
- critério de sucesso *global*
- divisão de
  - conhecimento
  - recursos
  - controle
  - autoridade

[Demazeau 94]



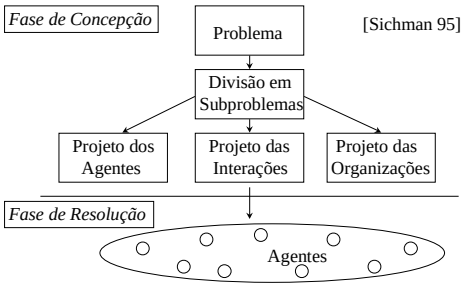
RDP (2)

[Demazeau 94]

Foco de estudo se situa na *resolução colaborativa* de um problema *global* por um conjunto de entidades distribuídas:

- a *sociedade* de agentes é dirigida por objetivos (“goal-directed”)
- entrada: tarefas, ambiente
- saída: modelo das entidades distribuídas, esquema de resolução das tarefas

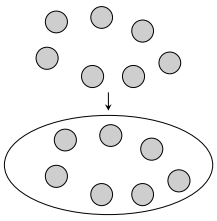
Uma Visão de RDP



SMA (1)

- modelos conceituais *locais*
- problemas *locais*
- critérios de sucesso *locais*
- divisão de
  - conhecimento
  - recursos
  - controle
  - autoridade

[Demazeau 94]



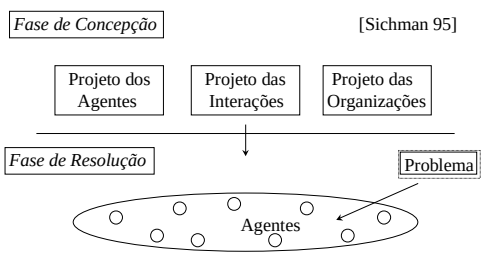
SMA (2)

[Demazeau 94]

Foco de estudo se situa nas *ações coordenadas* de uma coleção de agentes, imersos num universo multi-agentes comum:

- os *agentes* são dirigidos por objetivos entrada: agentes, ambiente
- saída: tarefas que podem ser resolvidas, esquema de resolução das tarefas

Uma Visão de SMA



Três Relações Possíveis

[Durfee e Rosenschein 94]

- RDP é um subconjunto de SMA
  - hipóteses de benevolência, objetivo comum e concepção centralizada
- SMA é uma base para RDP
  - implementação decentralizada de certas propriedades internas (deliberação, honestidade)
- RDP e SMA são domínios complementares
  - motivações cinetíficas diferentes

Três Relações Possíveis **(cont.)**

[Durfee e Rosenschein 94]

Sub-Área	**Agentes**	**Ambiente**	**Sistema**
SMA	*Variáveis*	Fixo	Fixo (interno)
RDP	Fixos	*Variável*	Fixo (externo)
?	Fixos	Fixo	*Variável*

Histórico

- sistemas de produção
  - distribuição semântica, controle oportunista
- PLANNER / CONVIVER
  - contextos múltiplos
- Actors [Hewitt 73]
  - descrição de estruturas de controle complexas
- HEARSAY II [Corkill et al. 73]
  - arquitetura blackboard

Histórico

- Beings [Lenat 75], Society of Mind [Minsky 78]
  - estruturas de agentes comuns, “emergência”
- Contract Net [Smith 82]
  - controle hierárquico decentralizado
- DVMT [Lesser 84]
  - BB múltiplos, interpretação distribuída
- Robôs Reativos [Brooks 86]
  - arquitetura de subsumpção

Histórico

[Gasser, Rosenschein e Ephrati 95]

- novas arquiteturas de agentes
  - arquiteturas meta-nível, reflexivas [Ferber 89]
- arquiteturas baseadas em interação/organização
  - planos globais parciais [Durfee e Lesser 91]
  - engajamentos [Cohen e Levesque 87, 90]
  - DATMS [Galliers 91, Gaspar 91, Dragoni 93]
- teoria de IAD/SMA
  - planejamento, teoria dos jogos, racionalidade

Motivações

- disponibilidade de tecnologia
  - multicomputadores, redes fisicamente distribuídas, linguagens e técnicas concorrentes
- limitação de recursos
- racionalidade limitada
- problemas de grande tamanho
- domínios de conhecimento múltiplo
- suporte à experimentação

Motivações

- modelos concentuais mais precisos
- realidade: sistemas *distribuídos* e *abertos*
  - assincronismo
  - mudanças dinâmicas
  - relações do tipo "arm-length"
  - inconsistência perpétua
  - autonomia local e interdependência
- modelos de sistemas naturais/sociais

Domínios de Aplicação

[Gasser, Rosenschein e Ephrati 95]

- decomposição natural em ações, percepção, recursos ou controle
- necessidade de 2 ou mais agentes, perspectivas etc.
- necessidade de interação
  - coordenação devido à interdependência
  - informação global para decisões locais
  - evitar interações negativas
- agentes com habilidades ou autoridades diversas

Exemplos de Domínios

- robótica, manufatura e visão
  - planejamento, escalonamento
- telecomunicações e transportes
  - roteamento, balanceamento de carga, recuperação de falhas
- monitoração, diagnose e controle
  - distribuição de energia, diagnóstico multiplo
- sistemas de fala e de linguagem

Exemplos de Domínios

- engenharia de software
  - ateliês de suporte ao processo de software
- simulação de comportamento
  - modelos entomológicos e modelos sociais
- agentes de informação
  - acesso a WWW, assistentes pessoais
- sistemas de informação organizacionais

Bibliografia

Bond, A. and Gasser, L. (1988). Introduction. In: *Readings in Distributed Artificial Intelligence.* Morgan Kauffmann Publishers Inc.

Castelfranchi, C. (1990). Social power: a point missed in multi-agent, DAI and HCI. In: Demazeau and Muller (eds) *Decentralized AI,*, Elsevier, 1990.

Demazeau, Y. (1994). Distributed AI and Multi-Agent Systems. Lecture Notes, Lindö Center for Applied Mathematics, University of Odense, Denmark.

Drogoul, A. and Ferber, J. (1994). Multi-agent simulation as a tool for studying emergent processes in societies. In: Gilbert, N. and Doran, J. eds., *Simulating Societies*. London, UCL Press.

Bibliografia

Ferber, J. and Gasser, L. (1991). Tutorial Notes of the 11th Conference on Expert Systems and their Applications. In: *Intelligence Artificielle Distribuée,* Avignon, EC2.

Gasser, L. (1992). Boundaries, Identity and Aggregation: Plurality Issues in Multiagent Systems. In: *Decentralized AI 3*, pp. 199-212, Elsevier.

Sichman, J.S. (1995). *Du Raisonnement Social Chez les Agents: Une Approche Fondée sur la Théorie de la Dépendance*. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, France.

Werner, E. and Demazeau, Y. (1992). *Decentralized AI III*, North Holland, 1992.