Sistemas Multi-Agentes

Sistemas Multi-Agentes Reativos

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

- Classificação
  - agentes cognitivos e agentes reativos
- Sistemas Multi-Agentes Reativos
  - utilidade e custo cognitivo
  - estruturas topológicas e realimentação
  - arquiteturas
    - » regras situadas, subsumpção, tarefas competitivas

Uma Taxonomia para IAD

[Demazeau 94]

- comportamento dos agentes
  - cognitivo, reativo
- autonomia dos agentes
  - dependente, semi-autônomo, autônomo
- adaptabilidade dos agentes
  - fixa, programada, autodidata, emergente
- troca de conhecimento
  - indireto, fatos, planos,objetivos
- comportamento da sociedade
  - resolução, simulação

Exemplo de Classificação

[Demazeau 94]

Critério de troca de conhecimento:

- *fraca*: troca de *observações*
  - descrições complementares, conflitos …
- *média*: troca de *possíveis soluções* / *planos*
  - acordos sob soluções comuns, intenções mútuas
- *forte*:troca de *escolhas* ou *objetivos*
  - acordos sob escolhas comuns, proposições

Tipos de SMA

[Demazeau 94]

Agentes Cognitivos	*Agentes Reativos*
■ representação explícita	■ representação implícita
■ histórico	■ não histórico
■ comunicação direta	■ comunicação indireta
■ controle deliberativo	■ controle não deliberativo
■ organização social	■ organização etológica
■ poucos agentes	■ muitos agentes

Classes de SMA Reativos

[Demazeau 94]

agentes organizados	*colônias*
agentes reprodutores	*mecanismos de reprodução*
agentes cooperativos	*mecanismos de recrutamento e agregação*
ações coordenadas	*mecanismos de ativação e inibição*
estímulo/resposta	*autômato de estados finito*

Classes de SMA Cognitivos

[Demazeau 94]

agentes organizados	*perspectivas múltiplas, leis e regras sociais*
agentes negociantes	*resolução de conflitos por negociação*
agentes intensionais	*intensões, engajamentos, planos parciais*
agentes cooperativos	*representações mútuas, alocação de tarefas*
módulos comunicantes	*protocolos de comunicação*
atores, processos	*primitivas de comunicação*

Utilidade de SMA Reativos

[Demazeau 94]

- Por que necessitamos de agentes complexos para realizar tarefas complexas?
  - padrões organizacionais podem "emergir" de interações entre muitos agentes simples
- Modo de funcionamento estímulo-resposta
- Comunicação indireta, através da propagação de sinais pelo ambiente

Custo Cognitivo

[Ferber 96]

- o modelo de atividades de sistemas reativos é baseado em *comportamentos*, em oposição ao modelo de manipulação simbólica usado em planejamento
- opões as noção de *custo cognitivo* e *economia cognitiva*
- o fato de não ter um modelo de mundo tem desvantagens e vantagens: não precisa ser revisado quando ocorrem mudanças imprevistas no mundo
- robustez e tolerância a falhas são características importantes destes sistemas

Estruturas Topológicas

[Ferber 96]

- a estrutura do ambiente onde vivem os agentes é muito importante, pois diferenças espaciais se tornam/geram
  - estruturas organizacionais
  - diferenciação social dos agentes
- como a propagação de estímulos e as influências decrescem com o aumento da distância entre agentes, os comportamentos dos agentes são diretamente proporcionais ao lugar que ocupam numa estrutura topológica

Estruturas Topológicas

[Ferber 96]

Realimentação

- emergência de funcionalidade de diversas forças de realimentação
  - tipos
    - » positiva: diferencia agentes
    - » negativa: regulam sociedades
  - categorias
    - » local: fixado pelo projetista
    - » global: resulta da interação entre agentes

Classes de SMA Reativos

[Demazeau 94]

agentes organizados	*colônias*
agentes reprodutores	*mecanismos de reprodução*
agentes cooperativos	*mecanismos de recrutamento e agregação*
ações coordenadas	*mecanismos de ativação e inibição*
estímulo/resposta	*autômato de estados finito*

Arquiteturas de Agentes Reativos

- regras situadas
  - [Suchman 87], [Agree and Chapman 87], [Wavish 92]
- autômatos finitos / arquitetura de subsumpção
  - [Brooks 86], [Steels 89], [Mataric 92]
- tarefas competitivas
  - [Minsky 86], [Maes 91], [Drogoul and Ferber 94]
- redes neurais
- e outras mais ...

Regras Situadas

- número finito de regras que relacionam percepções a ações, permitindo descreevr reações a estímulos.
- baseados no trabalho de [Suchman 97] e na teoria de ação de [Agree and Chapman 87].
- [Wavish 92] propõe um formalismo do tipo

  se <situação percebida> então <ação a ser realizada>
- adequadas para comportamentos simples, mas de pouco uso para situações mais complicadas
- modelo de autômato situado[Rosenchein and Kaelbling 86] diminui estas limitações

Regras Situadas

Regra buscar-martelo:
se <não carrego nada> **e** <não estou no depósito>
então <vou para o depósito>

Regra pegar-martelo:
se <não carrego nada> **e** <estou no depósito>
então <pego o martelo>

Regra ir-oficina:
se <carrego algo> **e** <não estou na oficina>
então <vou para a oficina>

Regra largar-algo:
se <carrego algo> **e** <estou na oficina>
então <largo o objeto>

Arquitetura de Subsumpção

- Proposta originalmente por [Brooks 86] para controlar seus robôs
- conjunto de módulos, representadas como máquinas de estado finito aumentadas, ligadas por uma relação mestre-escravo onde módulos de nível mais alto podem
  - inibir a entrada de sensores para módulos inferiores
  - inibir a saída de módulos inferiores para atuadores
- módulos são organizados em camadas, cada camada sendo responsável por uma certa competência do agente

Arquitetura de Subsumpção

Tarefas Competitivas

- *idéia:* considerar o comportamento de um agente como o resultado de uma competição entre entidades que desejam utilizar seus atuadores
- baseia-se no modelo da sociedade da mente [Minsky 86]
- um agente é definido como um conjunto de tarefas conflitantes, sendo que apenas uma delas pode ser ativada num determinado instante
- uma tarefa é considerada como um comportamento de alto nível, composto de uma série de comportamentos primitivos que são os comandos enviados aos atuadores

Tarefas Competitivas

- a seleção ou suspensão da ativação das tarefas é disparada por estímulos do ambiente ou por partes internas do agente
- um mecanismo de reforço é utilizado como ferramenta de aprendizado para o agente ser mais sensível a certos estímulos que já dispararam uma tarefa no passado

Bibliografia

Agree, P. and Chapman, D. (1987). Pengi: Na implementation of a theory of activity. In: *Proc. AAAI*, AAAI Press, pp. 268-272.

Brooks, R. (1986). A robust layered control system for a mobile robot. In: *IEEE Journal of Robotics and Automation*, (2)-1, pp. 435-453.

Deemazeau (1994). Disributed AI and Multi-Agent Systems, Lecture Notes. University of Odense, Denmark.

Drogoul, A. and Ferber, J. (1994). Multi-agent simulalation as tool for studying emergent processes in societies. In: *Simulating Societies*, UCL Press.

Ferber, J. (1996), Reactive distributed artificial intelligence: principles and applications. In: *Foundations of Distributed AI*, John Wiley and Sons.

Maes, P. (1991). A bottom-up mechanism for behaviour selection in na artificial creature. In: *From Animal to Animats*, MIT Press. pp. 238-246.

Mataric, M. (1992).Designing emergent behaviours: from local interactions to collective intelligence. In: *From Animal to Animats 2*, MIT Press.

Bibliografia

Minsky, M. (1986). *The Society of mind*. New York, Simon and Schuster.

Rosenschein, S. and Kaelbling, L. (1986). The syhthesis of digital machines with provable epistemic properties. In: Halpern, J. ed., *Theoretical aspects of reasoning about knowledge*. San Mateo, Morgan Kaufmann Publishers.

Steels, L. (1989). Cooperation between distributed agents through self-organization. In: *J. Robotics Auton. Syst.*, 6.

Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions.* Cambridge, Cambridge University press.

Wavish, P. (1992). Exploting emergent behaviour in multi-agent systems. In: Demazeau, Y. and Müller, J.P. eds. *Decentralized AI*, Amsterdam, Elsevier.

Bibliografia

Brooks, R. (1990). Brooks, R. Elephants don't play chess. In: *J. Robotics Auton. Syst.* , 6, p 3-15.

Deneubourg, J.L. et al. (1986). Random behaviour, amplification processes and number of participants: how they contribute to the foraging properties of ants. In: *Physica D*, 22, 176-186.

Drogoul, A.and Ferber, J. (1992). From Tom Thumb to the dockers: some experiments with foraging robots. In: *From Animal to Animats*, MIT Press.

Ferber, J. (1996). Reactive distributed artificial intelligence: principles and applications. In: *Foundations of Distributed AI*, John Wiley and Sons.

Steels, L. (1989]). Cooperation between distributed agents through self organization. In: *J. of Robotics Auton. Syst*., 6.

Bibliografia

Drogoul, A. and Dubreuil, C. (1992). Eco-Problem-Solving model: results of the n-puzzle. In: Werner, E. and Demazeau, Y. eds., *Decentralized AI 3*, North Holland, 1992.

Ferber, J. and Jacopin, E.. (1991). The framework of Eco-Problem-Solving In: Demazeau, Y. and Müller, Y. eds., *Decentralized AI 2*, North Holland, 1992.

Ferber, J. (1996). Reactive distributed artificial intelligence: principles and applications. In: *Foundations of Distributed AI*, John Wiley and Sons.

Huberman, B. and Hogg, T. (1988). The behavior of computational ecologies. In: Huberman, B. ed., *The Ecology of Computation*, Amsterdam, Elsevier.