

UMA ANÁLISE DO FLUXO DE COMUNICAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES DINÂMICAS DE AGENTES

Márcia Ito¹
Jaime Simão Sichman²

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais
Av. Prof. Luciano Gualberto Trav.3 n. 158
05508-900, São Paulo, Brasil
<ito, jaime> @pcs.usp.br

Resumo

Dentre as várias áreas de pesquisa em Inteligência Artificial Distribuída, priorizamos analisar a comunicação entre os agentes de uma sociedade [MAR92] [BON88]. É através da comunicação que os agentes podem trocar informações entre si e assim resolver de forma cooperativa, um problema, global ou local, existente na sociedade. Portanto, a análise do fluxo de comunicação entre os agentes é de grande interesse da comunidade científica que se dedica à IAD. No trabalho sendo desenvolvido, pretendemos, através do estudo teórico e simulações, comparar o fluxo de comunicação entre os agentes de dois modelos de organizações dinâmicas de agentes: uma organização em que os agentes realizam uma busca informada de um parceiro (Coalitões Baseadas em Dependências - CBD) e uma organização em que os agentes realizam uma busca não informada de um parceiro (Rede Contractual - RC).

1. Introdução

Ao contrário da Inteligência Artificial Clássica, cujos modelos de inteligência baseiam-se no *comportamento individual humano*, e cujo principal enfoque é o estudo da representação do conhecimento e métodos de inferência, a Inteligência Artificial Distribuída (IAD) baseia-se no *comportamento social*, dando ênfase às ações e interações de suas entidades [SIC92].

Em IAD, um determinado problema a ser solucionado é dividido em subproblemas. Tal divisão é realizada de modo recursivo, até que se chegue a subproblemas elementares, que são executados pelos agentes. A interação destes agentes tem como resultado a solução do problema original. Ao conjunto de agentes dá-se o nome de sociedade de agentes. O modo como a sociedade de agentes é organizada para resolver o problema original é chamado de organização. Uma organização de agentes pode ser concebida de forma estática ou dinâmica [SIC95] [KRA93].

Numa organização estática, os agentes já possuem um problema global a ser solucionado. Neste caso o projetista normalmente adota um procedimento *top down*,

¹ Bolsista do CNPq, processo 136158/95-1

² Parcialmente financiado pelo CNPq, processo 301041/95-4

ou seja, a partir do problema original, ele organiza a sociedade de agentes de tal forma que estes encontrem a solução desejada. Tal tipo de organização é geralmente utilizada para modelar Sistemas Multi-agentes (SMA) cuja perspectiva é a resolução de problemas [SIC95].

Numa organização dinâmica, os agentes não possuem a priori um único problema a ser solucionado: tais agentes pré-existem a eventuais problemas que possam ser solucionados pelo sistema. Coalisões dinâmicas são formadas entre os agentes, como resultado de seus esforços para resolver seus próprios problemas. Chamamos de **coalisão** esta noção de estrutura organizacional que é formada dinamicamente pelos agentes. Nenhum tipo de cooperação ou estrutura organizacional prévia está estabelecida. A organização dinâmica foi muito utilizada para modelar SMA's cuja perspectiva é a simulação social. Hoje porém, tal tipo de organização também é utilizada num contexto de resolução de problemas, especificamente em SMA abertos. Entende-se por SMA aberto, um sistema onde os agentes entram e saem dinamicamente da sociedade [SIC95].

Dentre os modelos de organizações dinâmicas, encontramos a Rede Contractual (RC) e as Coalisões Baseadas em Dependência (CBD), cujo estudo comparativo será o objeto do trabalho sendo desenvolvido. No modelo RC, um agente não tem informações a respeito das capacidades dos outros agentes. Deste modo, quando não puder solucionar seu próprio problema, realiza uma **busca não informada** de um parceiro, ou seja, procura aleatoriamente dentro da sociedade de agentes, um ou mais agentes que possam ajudá-lo a resolver o problema original [SMI80] [SMI81]. No modelo CBD, os agentes possuem informações sobre as capacidades dos outros agentes. Neste modelo, um agente realiza uma **busca informada** de um possível parceiro: primeiramente, verifica as suas relações e situações de dependência em relação aos outros, para um determinado objetivo [CAS92]; analisa tais propriedades e assim descobre quais agentes seriam os seus melhores possíveis parceiros. Uma proposta de coalisão é então enviada a esses agentes [SIC95].

Enquanto no modelo RC os agentes são essencialmente **benevolentes**, este não é o caso geral no modelo CBD. Por **benevolente**, entende-se um agente que aceita todas as propostas de coalisão que lhes são enviadas, independentemente de seu próprio interesse em atingir os objetivos descritos na proposta recebida.

2. Objetivo

O trabalho sendo desenvolvido tem como objetivo a análise e avaliação do rendimento dos sistemas de comunicação entre os agentes pertencentes aos dois modelos distintos de organização dinâmica:

- uma organização em que o agente tendo um problema a resolver, realiza uma busca informada de um parceiro (CBD);
- uma organização em que o agente tendo um problema a resolver, realiza uma busca não informada de um parceiro (RC).

3. *Motivações*

Uma das vantagens da IAD é a possibilidade que oferece de modelar sistemas complexos, que necessitam do conhecimento de domínios diferentes, e que envolvem, geralmente, a distribuição física de dados. Do ponto de vista computacional, tal abordagem permite o controle da complexidade e o suporte para a replicabilidade [SIC92] [CHA81].

Assim a IAD propõe técnicas que permitem solucionar parte dos problemas de **interações** em diversos domínios de aplicação complexos tais como, telecomunicações, serviços de informação, multimídia, televisões interativas, etc.. Tais aplicações vêm se tornando cada vez mais viáveis à medida que a tecnologia se desenvolve [LEE93].

As interações na IAD, por sua vez, estão intimamente relacionadas com o modo de **organização** dos agentes. Assim o estudo do comportamento dos vários modelos existentes de organizações faz-se necessário e importante. Por outro lado, é através da comunicação que os agentes realizam o intercâmbio de informações e conhecimento que são vitais para a interação e organização dos agentes de uma sociedade [SIC92] [MAR92].

4. *Material e Método*

trabalho consiste em realizar simulações de dois modelos de organização de SMA e obter algumas conclusões a partir da análise destes dados. As simulações utilizarão sistemas que implementam os modelos teóricos (sistema DEPINT e o sistema CENINT).

O Sistema DEPINT [SIC95] já se encontra desenvolvido. Foi implementado utilizando-se um ambiente de desenvolvimento de SMA, denominado MASENV [DEM95] [CAR93]. O ambiente MASENV utiliza como sistema distribuído subjacente o sistema DPSK+P [SIC91] [CAR93]. O ambiente oferece, entre outras utilidades, a comunicação através de troca de mensagens entre os diferentes agentes que compõem a sociedade.

Uma parte do trabalho consistirá em desenvolver o sistema CENINT, que implementa o modelo RC proposto em [SMI80] [SMI81]. O modelo de agentes, assim como a estrutura interna do sistema CENINT, serão baseados no sistema DEPINT, pelas seguintes razões:

- facilidade e tempo reduzido de implementação do sistema;
- a utilização de um mesmo modelo dos agentes fará com que as diferenças no fluxo de comunicação se devam somente ao modelo organizacional adotado.

Por outro lado, o ambiente MASENV não possui atualmente meios para obter informações detalhadas sobre o histórico de trocas de mensagens entre os agentes. Assim, um servidor de *log* de mensagens (*Communication log-server*) será também desenvolvido e adicionado a este ambiente.

Após o desenvolvimento das ferramentas necessárias para a simulação, serão realizados experimentos com os dois sistemas. Os experimentos constarão de simulações onde serão modificados os seguintes aspectos:

- número de agentes que compõem a sociedade;
- tipos de ações a serem executadas para a solução do problema;
- entrada de novos agentes na sociedade;
- tipo de relações e situações de dependência entre os agentes [SIC95];
- número de agentes capazes de executar uma determinada ação.

Os resultados obtidos serão analisados, levando-se em conta o número de mensagens trocadas entre os agentes nas situações acima expostas.

5. Resultados Esperados

Uma primeira análise empírica dos modelos leva-nos a concluir que a troca de mensagens no modelo RC será maior do que a do modelo CBD. Tal conclusão preliminar baseia-se no seguinte raciocínio: numa busca informada (modelo CBD) a troca de informações será menor, já que há uma escolha prévia do possível parceiro. A solicitação de auxílio então é direcionada e a mensagem somente é enviada ao possível parceiro previamente escolhido. No modelo RC, não havendo uma escolha antecipada do parceiro, envia-se a todos os agentes da comunidade uma mensagem solicitando auxílio para a execução de uma determinada tarefa.

Este raciocínio, entretanto, pode ser enganoso, pois não se deve esquecer que os agentes no modelo CBD necessitam adquirir e processar o conhecimento sobre os outros, assim como enviar-lhes uma representação de suas próprias capacidades. Temos aqui um fator que pode aumentar o número de mensagens trocadas antes da formação de coalisões. No modelo CBD, a escolha de um possível parceiro também não significa necessariamente que a coalisão será formada, pois os agentes podem recusar as propostas que lhes são enviadas, uma vez que não são necessariamente benevolentes. Tais mensagens, assim como as propostas subsequentes, teriam o efeito de aumentar o fluxo de mensagens na sociedade.

Verifica-se então que uma análise empírica dos dados não é suficiente para concluir o comportamento do fluxo de comunicação entre os agentes, justificando uma análise objetiva do assunto em questão.

6. Conclusões

Sob vários aspectos, as pesquisas em IAD são interessantes e importantes. A IAD nos fornece técnicas e modelos teóricos que permitem elucidar a estrutura de processos complexos, tais como a visão, a linguagem e a fala, através do seu paradigma distribuído. Resulta, assim, numa interessante área de pesquisa, pois torna-se muito mais fácil estudar sistemas complexos decompostos em sistemas menores e mais simples. Além disso, a implementação destes sistemas em modelos computacionais torna-se mais simples [CHA81].

Dentre as várias áreas de pesquisa em IAD, priorizamos a comunicação entre os agentes de uma sociedade [MAR92] [BON88]. É através da comunicação que os agentes podem trocar informações entre si e assim resolver de forma cooperativa, o problema global existente na sociedade. Portanto, a análise do fluxo de comunicação entre os agentes é de grande interesse da comunidade científica que se dedica à IAD.

Desta forma, através do estudo teórico e simulações que serão realizadas no trabalho sendo desenvolvido, conseguir-se-á comparar o fluxo de comunicação entre os agentes de dois modelos de organizações dinâmicas: o modelo CBD e o modelo RC.

Bibliografia

- [BON88] BOND, A.H.; GASSER, L. **Readings in Distributed Artificial Intelligence**. Palo Alto, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.,1988.
- [CAR93] CARDOZO, E.; SICHMAN, J. S.; DEMAZEAU, Y. Using the Active Object Model to Implement Multi-Agent Systems. In: 5th. IEEE Int. Conf. on Tools with Artificial Intelligence. Boston, 1993. **Proceedings**. Los Alamitos, IEEE Computer Soc. Press., 1993. p. 70-77. v.2.
- [CAS92] CASTELFRANCHI, C.; MICELLI, M.; CESTA, A. Dependence relations among autonomous agents. In: Werner, E.; Demazeau, Y editors, **Decentralized A.I. Proceedings**. Netherlands, Elsevier Science Publishers B.V., 1992, v.1, p. 215-227.
- [CHA81] CHANDRASEKARAN, B. Natural and Social System Metaphors for Distributed Problem Solving: Introduction to the Issue. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. 11, n. 1, p.1-5, 1981.
- [DEM95] DEMAZEAU, Y. From Interactions to collective behaviour in agent-based systems. In: 1st European Conference on Cognitive Science. St. Malo, 1995. **Pre-proceedings**. St. Malo, 1995. n.p.
- [KRA93] KRAUS, S. Agents Contracting Tasks in Non-Collaborative Environments. In: 11th National Conference on Artificial Intelligence. Washington, 1993. **Proceedings**. Menlo Park, AAAI Press, 1993. p. 243-248.
- [LEE93] LEE, K. C.; MABSFUEKD JR., W.H.; BELLCORE, A. P. S. A Framework for Controlling Cooperative Agents. **IEEE Computer**, v.26, n.7, p.8-15, 1993
- [MAR92] MARTIAL, F.V. **Coordinating Plans of Autonomous Agents**. Berlin, Spring-Verlag Berlin Heidelberg, 1992. (Lecture Notes in Artificial Intelligence - Subseries of Lecture Notes in Computer Science)
- [SIC91] SICHMAN, J. S. **Uma ferramenta de monitoração para um núcleo de resolução distribuída de problemas orientado a objetos**. 166 p. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [SIC92] SICHMAN, J. S.; DEMAZEAU, Y.; BOISSIER, O. When can knowledge-based systems be called agents?. In: 9th Brazilian Symposium on Artificial Intelligence. Rio de Janeiro, 1992. **Proceedings**. Rio de Janeiro, SBIA, 1992. p. 172-185.
- [SIC95] SICHMAN, J. S. **Du Raisonement Social Chez les Agents: Une Approche Fondée sur la Théorie de la Dépendance**. Grenoble, 1995. 282 p. Tese (Doutorado) - Institut National Polytechnique de Grenoble.

[SMI80] SMITH, R.G. The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. **IEEE Transactions on Computers**, v.29, n.12, p. 1104-1113, 1980.

[SMI81] SMITH, R.G.; DAVIS, R. Frameworks for Cooperation in Distributed Problem Solving. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v.11, n.1, p. 61-70, 1981.