

Métodos para Modelagem de Sistema Abertos: Uma Análise Inicial

Daniela Maria Uez, Jomi F. Hübner

¹Departamento de Automação e Sistemas
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC – Brasil

{dmuez, jomi}@das.ufsc.br

Resumo. *Sistemas multiagentes abertos possuem características específicas que precisam ser levadas em conta durante as fases de projeto, análise e implementação. Diante disso, é importante que os métodos estejam preparados para lidar com essas características. Esse artigo apresenta uma investigação inicial dos métodos da área de AOSE com o objetivo de verificar como estes lidam com essas características inerentes aos sistemas multiagentes abertos.*

Abstract. *To design open multi-agent systems it is necessary to consider some special issues that are not considered in other multi-agent systems. Therefore, AOSE method should be prepared to deal with these issues. In this paper we present an initial research to investigate how AOSE methods deal with open systems specific issues.*

1. Introdução

Diversos métodos para projeto e análise de sistemas multiagentes (SMA) foram propostos nos últimos anos. Muitos foram desenvolvidos para um único projeto e deixaram de ser usados ao longo do tempo, enquanto outros têm sido refinados e testados. Apesar disso, nenhum desses métodos pode ser considerado um padrão, já que SMA são utilizados em diversos domínios e, para cada um, diferentes características devem ser observadas [Wooldridge 2002].

Um tipo de SMA que tem sido muito estudado são os sistemas ditos abertos, aqueles nos quais os agentes podem entrar e sair livremente. Ao contrário dos SMA tradicionais, durante o desenvolvimento dos sistemas abertos não se sabe quantos nem quais agentes terão parte no sistema, o que faz com que os agentes possam apresentar diferentes arquiteturas, diferentes graus de deliberação, diferentes tipos de conhecimento e também comportamentos maliciosos, podendo prejudicar os outros agentes e o próprio sistema [Dignum et al. 2008, Eijk et al. 2000].

Portanto, ao contrário de outros sistemas, SMA abertos não podem ser pensados como sendo a soma do comportamento de diversos agentes, simplesmente porque não se tem conhecimento prévio do comportamento que esses agentes apresentarão. Para que se possa projetar e analisar esses sistemas, é importante que os métodos orientados a agentes permitam o projeto e a análise das outras dimensões do SMA, como a organização, o ambiente e a interação, sem que essas estejam ligadas a um tipo de agente predefinido.

Nesse artigo é apresentada uma breve análise da área de engenharia de software orientada a agentes (AOSE) com o objetivo de verificar se os métodos existentes permitem

o projeto e a análise de SMA abertos. Essa análise é feita na Seção 2 e após, na Seção 3, são apresentadas algumas considerações finais sobre a análise e algumas diretrizes para futuros trabalhos.

2. Engenharia de software para sistemas abertos

Métodos tradicionais da área de AOSE são fortemente focados no agente, ou seja, o sistema é definido com base nos processos mentais dos agentes. Por exemplo, no método Prometheus [Padgham and Winikoff 2004], protocolos de interação são definidos como uma sequência de mensagens trocadas entre dois agentes. As interações são especificadas para ocorrer com agentes pré-determinados, já que as mensagens são explicitamente definidas nos planos desses agentes. Essa abordagem não leva em conta a possibilidade de novos agentes serem inseridos no sistema, nem mesmo se preocupa com questões relacionadas à confiabilidade dos agentes nas interações, já que todos os agentes são definidos durante o processo de análise do sistema. O método permite a definição de papéis que são concebidos a partir de um conjunto de objetivos e não têm exatamente uma função organizacional. Durante a fase de Projeto Arquitetural, esses papéis são agrupados e dão origem aos agentes que farão parte do sistema e, na fase de implementação, os agentes foram definidos e seu comportamento é fixo. Esses métodos também não permitem a definição dos recursos que estão disponíveis no ambiente onde os agentes se encontram, mas permitem que se especifique as ações que os agentes podem executar no ambiente. Além do Prometheus, os métodos Tropos [Bresciani et al. 2004] e Adelfe [Bernon et al. 2002] também utilizam essa abordagem.

Outros métodos têm incorporado a questão da organização como entidade de primeira classe na modelagem de SMA. Por exemplo, o método O-MaSe [DeLoach and García-Ojeda 2010] permite uma definição mais clara dos aspectos organizacionais: são definidos papéis organizacionais e com base nesses papéis são definidas as interações possíveis entre os agentes. O mesmo ocorre no método Ingenias [Gómez-Sanz et al. 2008]. Porém, o Ingenias não permite que sejam definidas normas para o SMA, enquanto o O-MaSe permite a definição de políticas que são associadas aos papéis ou a agentes específicos. As normas são importantes pois regulam o comportamento dos agentes, auxiliando o sistema a atingir seus objetivos globais. Ambos os métodos permitem definir os tipos de agentes que farão parte do sistema. Esses agentes são definidos para desempenhar um papel específico. Além disso, nenhum desses métodos leva em conta os aspectos relacionados a modelagem do ambiente.

[Dastani et al. 2004] apresenta um método baseado no modelo organizacional OperA+Environment [Dastani et al. 2003]. Esse trabalho, apesar de usar abstrações do modelo OperA para modelagem dos conceitos organizacionais, ao final os papéis modelados são agrupados para dar origem aos tipos de agentes que efetivamente farão parte do sistema. Ao final, portanto, tem-se um conjunto de agentes que podem desempenhar os papéis definidos na fase de análise. Além disso, as interações também são especificadas com base nos tipos de agentes definidos e os recursos do ambiente são definidos tendo em vista sua utilização pelos agentes.

O método Prometheus AEOLus [Uez et al. 2013] foi desenvolvido com base no método Prometheus e inclui a modelagem de aspectos organizacionais e do ambiente. Os aspectos organizacionais foram definidos levando-se em conta os conceitos utiliza-

Método	Análise	Projeto	Implementação
Prometheus Tropos Adelfe	AEO	AEI	A
Ingenias O-MaSe	AIO	AIO	A
Opera+Environment	AEIO	AEIO	A
Prometheus AEOLus	AEO	AEO	AEO

Table 1. Fases de desenvolvimento dos métodos e quais dimensões do SMA cada uma trata: agente (A), ambiente (E), interação (I) ou organização (O)

dos pelo modelo organizacional Moise [Hübner et al. 2010]. Esse método permite a definição dos aspectos organizacionais, como papéis e grupos, e também permite que se defina como os papéis se relacionam entre si. O Prometheus AEOLus também permite a especificação do ambiente: os artefatos que fazem parte desse ambiente, as operações que são disponibilizadas para os agentes por cada artefato e as propriedades observáveis de cada artefato que são percebidas pelos agentes. O Prometheus AEOLus também permite a definição dos tipos de agentes que farão parte do sistema e quais papéis cada tipo de agente está preparado para assumir. Porém, a especificação da organização não é substituída pela definição dos agentes. Dessa forma, na fase de geração de código, as três dimensões (organização, ambiente e agentes) foram projetadas e analisadas usando abstrações próprias, podendo ser implementadas através de linguagens específicas. Por outro lado, o Prometheus AEOLus não permite a definição da interação, que é feita da mesma forma que no método Prometheus, através das mensagens definidas nos planos dos agentes.

Essa análise pode ser resumida com base em conta em quais dimensões cada fase do método atua, conforme apresentado na Tabela 1. Nos métodos Prometheus, Tropos e Adelfe, durante a fase de análise são levados em conta conceitos das dimensões de agente (A), ambiente (E) e organização (O). Na fase de Projeto, os conceitos organizacionais são substituídos por conceitos de agente (A) e também são definidas as interações entre os agentes (I). Porém, na fase de implementação somente são utilizados conceitos de agente. O mesmo ocorre com os métodos Ingenias e O-MaSe, nos quais as fases de análise e projeto são usados conceitos de agente, interação e organização. E também ocorre no método OperA+Environment, no qual conceitos de agente, ambiente, interação e organização são usados nas fases de análise e projeto. Nesses casos tem-se a análise e o projeto de conceitos que não são utilizados durante a implementação. No caso do método Prometheus AEOLus, este utiliza conceitos das dimensões de agente, ambiente e organização tanto durante as fases de análise e projeto, quanto na fase de implementação. Porém esse método não inclui a dimensão de interação como entidade de primeira classe em nenhuma das fases (as interações entre agentes são definidas diretamente no agente).

3. Considerações Finais

O objetivo principal desse artigo é investigar se os métodos da área de AOSE permitem o projeto e análise de sistemas abertos. Devido a sua natureza heterogênea e dinâmica, as dimensões de organização, ambiente e interação de SMA abertos precisam ser pensadas sem que seja necessário saber como serão os agentes que farão parte desse sistema. Apesar dessa investigação preliminar ter levado em conta alguns poucos métodos, dois problemas para modelagem de SMA abertos podem ser destacados:

- Alguns métodos que afirmam ser adaptados para trabalhar com sistemas abertos se preocupam com a modelagem da organização como entidade de primeira classe e não permitem que outras dimensões do SMA, principalmente o ambiente e a interação, também sejam modeladas como entidades de primeira classe.
- Alguns métodos, mesmo que as dimensões sejam analisadas como entidades de primeira classe, acabam por reduzir os conceitos específicos em conceitos de agentes nas fases seguintes, seja durante projeto ou na implementação do SMA. Por exemplo, o sistema é pensado do ponto de vista organizacional, usando abstrações organizacionais, mas acaba sendo implementado como um conjunto de agentes, usando abstrações relativas ao agente.

Em ambos os casos, não os métodos não permitem efetivamente a análise, o projeto e a implementação de SMA abertos. Obviamente, para que essa investigação seja mais precisa, ela deve ser expandida para cobrir outros métodos da área. Com os resultados futuros dessa análise, pretende-se apresentar um método que permita a análise e o projeto de SMA abertos através de melhorias no método Prometheus AEOLus.

References

- Bernon, C., Gleizes, M. P., Peyruqueou, S., and Picard, G. (2002). Adelfe: A methodology for adaptive multi-agent systems engineering. In Petta, P., Tolksdorf, R., and Zambonelli, F., editors, *ESAW*, volume 2577 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 156–169. Springer.
- Bresciani, P., Giorgini, P., Giunchiglia, F., Mylopoulos, J., and Perini, A. (2004). TROPOS: An agent-oriented software development methodology. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 8(3):203–236.
- Dastani, M., Dignum, V., and Dignum, F. (2003). Role-assignment in open agent societies. In *Proceedings of the Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, AAMAS '03, pages 489–496, New York, NY, USA. ACM.
- Dastani, M., Hulstijn, J., Dignum, F., and Meyer, J.-J. C. (2004). Issues in multiagent system development. In *AAMAS '04: Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, pages 922–929, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- DeLoach, S. A. and García-Ojeda, J. C. (2010). O-mase: a customisable approach to designing and building complex, adaptive multi-agent systems. *IJAOSE*, 4(3):244–280.

- Dignum, F., Dignum, V., Thangarajah, J., Padgham, L., and Winikoff, M. (2008). Open agent systems ??? In Luck, M. and Padgham, L., editors, *Agent-Oriented Software Engineering VIII*, volume 4951 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 73–87. Springer Berlin Heidelberg.
- Eijk, R., Boer, F., Hoek, W., and Meyer, J.-J. (2000). Open multi-agent systems: Agent communication and integration. In Jennings, N. and Lespérance, Y., editors, *Intelligent Agents VI. Agent Theories, Architectures, and Languages*, volume 1757 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 218–232. Springer Berlin Heidelberg.
- Gómez-Sanz, J. J., Fuentes, R., Pavón, J., and García-Magariño, I. (2008). Ingenias development kit: a visual multi-agent system development environment. In *AAMAS (Demos)*, pages 1675–1676. IFAAMAS.
- Hübner, J. F., Boissier, O., Kitio, R., and Ricci, A. (2010). Instrumenting multi-agent organisations with organisational artifacts and agents. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 20(3):369–400.
- Padgham, L. and Winikoff, M. (2004). *Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide*. Halsted Press, New York, NY, USA.
- Uez, D. M., Hübner, J. F., and Webber, C. (2013). Método para modelagem de agentes, ambiente e organização de sistemas multiagentes. In *Autosoft 2013 - IV workshop sobre sistemas de software autônomos*, pages 41–50.
- Wooldridge, M. (2002). Intelligent agents: The key concepts. In *Proceedings of the 9th ECCAI-ACAI/EASSS 2001, AEMAS 2001, HoloMAS 2001 on Multi-Agent-Systems and Applications II-Selected Revised Papers*, pages 3–43, London, UK, UK. Springer-Verlag.