

Uma metodologia para modelagem de sistemas multiagentes

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.** A área de engenharia de software orientado a agentes ainda não conta com uma metodologia completa, na qual seja possível modelar e projetar de forma integrada os vários componentes de um sistema multiagentes. Este artigo apresenta uma proposta para o desenvolvimento de uma metodologias na qual seja possível a modelagem dos sistemas multiagentes, integrando o agente, o ambiente, a interação e a organização. Essa metodologia será desenvolvida utilizando técnicas da engenharia de métodos situacional (SME).*

1. Introdução

Nos últimos anos, muitas metodologias foram propostas para a área de Sistemas Multiagentes (SMA). De um modo geral, essas metodologias ainda não estão suficiente maduras e completas para que possam ser consideradas um padrão [Weyns et al. 2009]. Um exemplo disso é o fato de que muitas metodologias permitem somente a modelagem do agente e das interações entre os agentes e oferecem pouco ou nenhum suporte à modelagem do ambiente e da organização [DeLoach 2005, Molesini et al. 2009]. Assim, um estudo que leve à definição de uma metodologia que permita a modelagem explícita desses quatro componentes do sistema multiagente (a saber, agente, interações, ambiente e organização) é uma contribuição importante para aumentar a maturidade da área. Este artigo apresenta o projeto para o desenvolvimento de uma metodologia que visa permitir a modelagem integrada desses quatro componentes, além de fornecer uma ferramenta capaz de gerar o código fonte do sistema modelado.

2. Metodologias Orientadas a Agentes

Um sistema multiagentes é formado por um conjunto de agentes, um ambiente, um conjunto de possíveis interações e uma organização [Demazeau 1995]. A modelagem dos sistemas multiagentes necessita de metodologias apropriadas, que auxiliem o programador a lidar com a complexidade desse tipo de sistema [Giorgini and Henderson-Sellers 2005, Bergenti et al. 2004]. Assim, desde o início dos anos 90, diversas metodologias foram propostas para permitir a modelagem desses sistemas. Apesar disso, a área de engenharia de software para sistemas multiagentes ainda carece de uma metodologia que permita a modelagem dos quatro componentes dos sistemas multiagentes definidos por Demazeau [Casare 2011]. Se por um lado as metodologias geralmente permitem que os aspectos relacionados ao agente e às interações entre os agentes sejam modelados, poucas são as que permitem a modelagem do ambiente e dos aspectos organizacionais [DeLoach 2005, Molesini et al. 2009]. Na Tabela 1 são apresentadas algumas das principais metodologias existentes para

a modelagem de sistemas orientados a agentes e qual é a abrangência de cada metodologia com relação à modelagem do ambiente e da organização. As metodologias apresentadas são Adelfe [Bernon et al. 2002], Gaia [Wooldridge et al. 2000], Ingenias [Pavón and Gómez-Sanz 2003], Message [Caire et al. 2002], O-MaSE¹ [DeLoach and García-Ojeda 2010], Passi [Cossentino and Potts 2002], Prometheus [Winikoff and Padgham 2004] e Tropos [Mylopoulos et al. 2001].

Table 1. Componentes dos sistemas multiagentes contemplados pelas metodologias. Adaptado de [Casare 2011] e [Molesini et al. 2009]

	Ambiente	Organização
Gaia	+-	+
O-MaSE	+-	+
Prometheus	+-	-
Tropos	-	-
ADELFE	++	-
PASSI	+-	-
MESSAGE	+-	+
Ingenias	+-	+

A modelagem explícita do ambiente, incluindo os objetos que o compõem e as interações entre os agentes e o ambiente, permite que se identifique como os agentes afetam os objetos existentes no ambiente, como o ambiente influencia no comportamento dos agentes e como se dá a interação direta e indireta entre eles através do ambiente [DeLoach and Valenzuela 2006]. Além disso, permite que sejam atingidos alguns conceitos computacionais desejáveis, como a separação dos conceitos relativos ao ambiente, a reusabilidade dos modelos de ambiente, o desenvolvimento de modelos genéricos do ambiente e a possibilidade de alteração dinâmica do ambiente [Ricci et al. 2011]. Para modelagem do ambiente, é necessária a modelagem de duas abstrações principais: as abstrações de ambiente e as abstrações de topologia. Uma abstração de ambiente é uma entidade que encapsula funções ou serviços para os agentes. Já uma abstração de topologia é vista como uma coleção de conjuntos vizinhos que provém uma noção estruturada de localidade para o sistema [Molesini et al. 2009]. Na Tabela 1, as metodologias classificadas com ++ são aquelas nas quais é possível modelar tanto as abstrações do ambiente quanto de abstrações de topologia; +- indica que a metodologia permite somente a modelagem de abstrações de topologia; +- indica somente a modelagem de abstrações do ambiente e - indica que a metodologia não permite a modelagem do ambiente.

A modelagem dos aspectos organizacionais, possibilita que agentes heterogêneos trabalhem em conjunto sem terem sido especificamente desenvolvidos para esse fim [DeLoach 2005]. Apesar da autonomia dos agentes ser importante num sistema multiagente, esta autonomia pode provocar perda da coerência global do sistema. Assim, a organização procura estabelecer um comportamento global coeso que objetiva levar o sistema a atingir seus objetivos [Hübner and Sichman 2003]. Por isso, atualmente algumas metodologias foram alteradas para incluir a modelagem de conceitos organizacionais. Na

¹A metodologias O-MaSE é uma extensão da metodologia MaSE [DeLoach 1999] que inclui o aspecto organizacional dos sistemas multiagentes. Por isso, optou-se por tratar somente a metodologia O-MaSE por ser mais completa.

Tabela 1 as metodologias que permitem a modelagem dos aspectos computacionais foram classificadas como + indica que a metodologia permite a modelagem da organização e - indica que a metodologia não permite a modelagem deste componente.

3. Uma solução possível

A proposta apresentada neste artigo pretende criar uma metodologia que permita a modelagem e o projeto de sistemas multiagentes que contemplem os quatro componentes - o agente, o ambiente, a interação e a organização. Essa metodologia será desenvolvida através da extensão de uma metodologia já existente, integrando nesta os modelos e componentes faltantes.

A pesquisa será desenvolvida em três etapas. Durante a primeira etapa, de revisão bibliográfica, serão estudados e avaliados os aspectos envolvidos no desenvolvimento de sistemas multiagentes levando-se em conta não só a modelagem destes quatro componentes. Na segunda etapa, será definida qual metodologia será estendida e como será feita a integração dos componentes faltantes. Também será desenvolvida a ferramenta que permita a utilização desta metodologia estendida e a geração do código fonte para o sistema modelado. Por fim, na terceira etapa, a metodologia será testada e avaliada. Para tanto, a metodologia será utilizada para modelagem de um sistema multiagente que contemple os aspectos dos agentes, do ambiente, da organização e da interação entre agentes. Após, serão feitos testes com alunos de cursos de graduação ou pós-graduação com o objetivo de avaliar se a metodologia atende as necessidades de modelagem dos sistemas multiagentes.

Basicamente, a pesquisa será guiada pelas seguintes questões:

- Como os componentes podem ser integrados de forma a permitir que o sistema multiagentes seja modelado e projetado em todas as suas dimensões, mantendo a coerência entre os componentes?
- Quais são as vantagens do uso dessa metodologia?

References

- Bergenti, F., Gleizes, M.-P., and Zambonelli, F. (2004). Coordination infrastructures in the engineering of multiagent systems. In Bergenti, F., Gleizes, M.-P., and Zambonelli, F., editors, *Methodologies and Software Engineering for Agent Systems: The Agent-Oriented Software Engineering Handbook*, volume 11 of *Multiagent Systems, Artificial Societies, and Simulated Organizations*, chapter 14, pages 273–296. Kluwer Academic Publishers.
- Bernon, C., Glize, P., Picard, G., and Glize, P. (2002). The ADELFE methodology for an intranet system design. In *PAOIS 2002*, pages 27–28.
- Caire, G., Coulier, W., Garijo, F. J., Gomez, J., Pavón, J., Leal, F., Chainho, P., Kearney, P. E., Stark, J., Evans, R., and Massonet, P. (2002). Agent oriented analysis using message/uml. In *Revised Papers and Invited Contributions from the Second International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering II*, AOSE '01, pages 119–135, London, UK. Springer.
- Casare, S. J. (2011). *Medee: a method framework for multiagent systems*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.

- Cossentino, M. and Potts, C. (2002). Passi: a process for specifying and implementing multi-agent systems using UML.
- Deloach, S. A. (1999). Multiagent Systems Engineering: A Methodology and Language for Designing Agent Systems. In *Agent-Oriented Information Systems '99 (AOIS'99)*.
- Deloach, S. A. (2005). Engineering organization-based multiagent systems. In *LNCS*, pages 109–125. Springer.
- DeLoach, S. A. and García-Ojeda, J. C. (2010). O-mase: a customisable approach to designing and building complex, adaptive multi-agent systems. *Int. J. Agent-Oriented Softw. Eng.*, 4(3):244–280.
- DeLoach, S. A. and Valenzuela, J. L. (2006). An agent-environment interaction model. In Padgham, L. and Zambonelli, F., editors, *Agent-Oriented Software Engineering VII, 7th International Workshop, AOSE 2006, Hakodate, Japan, May 8, 2006, Revised and Invited Papers*, volume 4405 of *LNCS*, pages 1–18. Springer.
- Demazeau, Y. (1995). From interactions to collective behaviour in agent-based systems. In *Proceedings of the 1st. European Conference on Cognitive Science. Saint-Malo*, pages 117–132.
- Giorgini, P. and Henderson-Sellers, B. (2005). Agent-oriented methodologies: an introduction. In Giorgini, P. and Henderson-Sellers, B., editors, *Agent-Oriented Methodologies*. Idea Group Publishing.
- Hübner, J. F. and Sichman, J. S. a. (2003). Organização de sistemas multiagentes. In Vieira, R., Osório, F., and Rezende, S., editors, *III Jornada de MiniCursos de Inteligência Artificial JAIA03*, volume 8, pages 247–296. SBC.
- Molesini, A., Omicini, A., and Viroli, M. (2009). Environment in agent-oriented software engineering methodologies. *Multiagent Grid Syst.*, 5(1):37–57.
- Mylopoulos, J., Kolp, M., and Castro, J. (2001). Uml for agent-oriented software development: The tropos proposal.
- Pavón, J. and Gómez-Sanz, J. J. (2003). Agent oriented software engineering with INGENIAS. In *CEEMAS 2003*, volume 2691 of *LNAI*, pages 394–403. Springer.
- Ricci, A., Piunti, M., and Viroli, M. (2011). Environment programming in multi-agent systems: an artifact-based perspective. *AAMAS*, 23:158–192.
- Weyns, D., Parunak, H. V. D., and Shehory, O. (2009). The future of software engineering and multi-agent systems. *International Journal of Agent-Oriented Software Engineering*, 2(1):369–377.
- Winikoff, M. and Padgham, L. (2004). *Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide*. Halsted Press.
- Wooldridge, M., Jennings, N. R., and Kinny, D. (2000). The gaia methodology for agent-oriented analysis and design. *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 3:285–312.