

Especificando Rotinas Organizacionais de Sistemas Multiagentes: Detecção de Desvios com Base no Conceito de Expectativa

C.E.O. Silva¹, G.P. Dimuro^{1,2}, A.C.R. Costa^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional

²Centro de Ciências Computacionais

Universidade Federal do Rio Grande
Av. Itália km 08, Campus Carreiros
96201-900 - Rio Grande - RS - BRAZIL

caduolisilva@bol.com.br, {gracaliz | ac.rocha.costa }@gmail.com

Abstract

This work considers the formal notion of objective expectations, behavioral, centered in objective effects of the actions executed by the agents, at a certain moment, in the context of some organizational routine of a multiagent system. The aim of this work is to develop a methodology for the specification and property verification of organizational routines, based on Petri Nets and on the process representation language CSP, formalizing the concept of deviations in routines of multiagent systems. We also will develop a case study of the modeling of the family behaviors in a domestic environment, for the analysis of the pattern of electric energy consume.

Keywords: Expectations, organizational routines, multiagent systems, organization of multiagent systems

1. INTRODUÇÃO

Em geral, existem diferentes formas de considerar a noção de expectativa em sistemas multiagentes. Por exemplo, uma abordagem *mentalista*, ou *cognitivista*, define uma expectativa como um conjunto complexo

de elementos cognitivos (uma combinação de objetivos, crenças, etc.) [1].

Este tipo de abordagem subjetivista pode também tomar a forma adotada em [14, 15, 16], e também sugerida brevemente em [1], que associa à expectativa uma combinação de valores de probabilidade e valores de utilidade, atribuídas aos resultados possíveis das ações (utilizando a noção de valores de utilidade esperados subjetivos [18]). Veja também os trabalhos em [4, 5, 6].

Um aspecto crucial dos dois trabalhos mencionados no parágrafo anterior é que a expectativa de um agente está relacionada a uma situação momentânea no sistema. Isto é, está relacionada a uma situação que é artificialmente isolada de todo comportamento do agente, e da operação continuada do sistema. O agente é considerado como tendo um objetivo e executando uma ação em um dado instante (ou acreditando que um dado evento vai acontecer, ajudando o agente a atingir o objetivo), e todas as formas passadas e futuras com as quais o agente participa no sistema não são consideradas.

Assim, expectativas sobre as interações futuras do agente não podem ser adequadamente estudadas em tais contextos.

Entretanto, a maioria dos sistemas de agentes, incluindo os humanos, é considerada importante por causa de seu funcionamento contínuo ao longo do tempo e, em particular, por causa de seu funcionamento repetitivo, periódico; isto é, suas rotinas.

Rotinas já vem sendo reconhecidas como uma característica essencial da dinâmica operacional de sistemas sociais (conforme, p.ex., Giddens em [10]), e a mesma idéia parece se aplicar para sistemas multiagentes. Aqui, o funcionamento visa o contínuo monitoramento e/ou controle de algum sistema alvo, ou o serviço continuado para os seus usuários. [2]

Um exemplo da importância de rotinas periódicas e padrões esperados de comportamento no gerenciamento da eletricidade em situações domésticas pode ser analisado em [9, 19].

Também, a modelagem de expectativas parece ser promissora para a idéia de desenvolver assistentes pessoais para dar suporte ao usuário humano em suas atividades do dia a dia. [7, 8]

Este resumo descreve a proposta de uma dissertação de mestrado, cujo objetivo geral é desenvolver uma metodologia para especificação e verificação de propriedades de rotinas organizacionais e formalizar o conceito de desvios em rotinas de sistemas multiagentes, como base na formalização do conceito de expectativa em rotinas de sistemas multiagentes introduzido em [3]. O trabalho está organizado como descrito a seguir. Na Seção 2, discute-se brevemente o trabalho desenvolvido em [3], que fundamenta esta proposta. A proposta deste trabalho é introduzida em 4. As considerações finais estão na Seção 5.

2. UMA NOÇÃO FORMAL DE EXPECTATIVAS OBJETIVAS NO CONTEXTO DE ROTINAS DE SISTEMAS MULTIAGENTES

Em [3], foi desenvolvido um ponto de vista complementar para essa questão das expectativas em rotinas organizacionais.

Foi apresentada uma formalização conjunto-teórica de uma noção de expectativa objetiva, comportamental, centrada em torno dos efeitos objetivos das ações executadas pelos agentes, em um dado momento, dentro do contexto de alguma rotina do sistema.

Em particular, foram introduzidos dois aspectos novos relacionados a expectativas de agentes. A noção de expectativa foi estendida tal que, no contexto de rotinas organizacionais de sistemas, ela pode ser aplicada não somente aos fatos resultantes da execução das ações dos agentes ou de eventos do ambiente, mas também às próprias ações e eventos.

Assim, expectativas objetivas de ações e eventos

foram consideradas como as fundamentais, mostrando que expectativas objetivas de fatos podem e devem ser derivadas daquelas. Para tanto, foi formalizado o conceito de rotinas organizacionais de sistemas, onde as duas noções de expectativas objetivas foram definidas.

Observa-se também que essa abordagem deve ficar o mais próxima possível da abordagem para expectativas que considera os valores de utilidade esperada subjetivos, citados na seção anterior.

Entretanto, valores de utilidade, como tais, não podem ser considerados, de modo produtivo, em conexão com ações e fatos que acontecem em rotinas de sistemas. Isto porque rotinas são usualmente adotadas em um sistema somente quando todas as ações são claramente úteis para as rotinas em que elas ocorrem. Isto é, ações menos úteis tendem a ser substituídas por ações mais adaptadas, e, portanto, mais úteis, às rotinas e ao funcionamento do sistema como um todo. Se uma ação é incluída em uma rotina organizacional, ou se um fato é considerado para uma rotina operar propriamente, fica claro que esta ação, ou este fato, certamente tem uma utilidade para a rotina, e não há porque tentar quantificar tal valor.

Portanto, para que a utilidade esperada objetiva de um ação (ou fato ou evento) pudesse se aproximar do modelo de utilidade esperada subjetiva, em [3] os componentes subjetivos foram substituídos pelos componentes objetivos. Principalmente, as probabilidades subjetivas e os valores de utilidade que essencialmente constituem valores de utilidade esperada subjetivos foram substituídos pelas probabilidades objetivas e pelos graus objetivos de perfeição da realização de ações, fatos e eventos.

A formalização introduzida em [3] aponta para a utilização de rotinas organizacionais e expectativas para análise da simulação multiagente do funcionamento de diversos sistemas práticos, tais como o controle de energia em ambientes domésticos (como citado na seção anterior), o sistema de produção de uma fábrica, a logística de transporte de cargas, etc., no sentido de detectar acontecimentos fora do padrão esperado (desvios nas rotinas, falhas nas expectativas correntes), de forma a possibilitar a antecipação da ocorrência de ações, fatos ou eventos inesperados no futuro, assim como o ajuste momentâneo ou permanente nas rotinas do sistema.

3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Um exemplo contextualizado que ilustra como as redes de Petri poderiam auxiliar na modelagem de rotinas pode ser encontrado em [3]. O exemplo trata da rotina de um porteiro (agente *a*) que tem a função de abrir e fechar a porta da frente de um edifício, para garantir o bom funcionamento do ar condicionado, e uma pessoa (agente *b*) que precisa entrar no prédio para chegar ao escritório onde

trabalha todos os dias, que aqui chama-se de funcionário.

O porteiro, ao perceber a pessoa que trabalha no escritório entra em cena, geralmente realiza a ação de *abrir a porta* e, depois que este passa completamente pela porta, ele realiza a ação de *fechar a porta*.

Porém, essas ações estão condicionadas às ações do funcionário do escritório, que podem ser, por exemplo, as seguintes: *entrar normalmente pela porta* (ação habitual, esperada pelo porteiro), ou, antes de entrar no edifício, *parar para falar com alguém que está passando* ou *atender ao telefone celular*. Ao realizar qualquer uma das duas últimas ações, o funcionário do escritório se *desvia* da rotina, surpreendendo as expectativas do porteiro, o qual não deve deixar a porta aberta por um tempo maior que o da passagem de uma pessoa.

Outra situação que pode ser considerada neste cenário, é o funcionário *encontrar a porta semi-aberta* ou mesmo *emperrada*, o que configura que a ação de *abrir a porta* por parte do porteiro não foi bem sucedida, por fatores diversos, causando outro tipo de *desvio* na rotina ao frustrar a expectativa do funcionário de entrar rapidamente no prédio.

Esse trabalho visa estudar, em particular, as rotinas que se estabelecem no ambiente familiar, visando analisar o consumo de energia. Podemos ter nesse ambiente familiar, diversas situações que podem aumentar ou diminuir o consumo de energia, dependendo dos desvios que podem ocorrer nessas rotinas.

4. A PROPOSTA DESTE TRABALHO

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para especificação e verificação de propriedades de rotinas organizacionais e formalizar o conceito de desvios em rotinas de sistemas multiagentes.

Mais especificamente, tem-se as seguintes metas:

- (i) Desenvolver um método para especificação de rotinas utilizando Redes de Petri [12, 13] e a verificação de suas propriedades utilizando o simulador CPN Tools (<http://wiki.daimi.au.dk/cpntools/cpntools.wiki>);
- (ii) Desenvolver um método para especificação de rotinas com base na linguagens de representação de processos CSP [11, 17] e a verificação de suas propriedades utilizando o analisador de modelos FDR2 (<http://www.fsel.com/software.html>);
- (iii) Comparar as duas abordagens e determinar os modos preferenciais de utilização nas aplicações pretendidas;
- (iv) Formalizar o conceito de desvios em rotinas organizacionais, que possam ser detectados através da

análise das falhas em expectativas em rotinas de sistemas, tais como, p.ex., falha na expectativa por ação mal sucedida, ou falha na expectativa por ocorrência de eventos não esperados;

- (v) Desenvolver um estudo de caso na modelagem de comportamentos de uma família no ambiente doméstico, para análise do padrão de consumo de energia elétrica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, cria-se a possibilidade de uma sistematização na análise de rotinas organizacionais, com a possibilidade de detecção de desvios nessas rotinas, o que possibilitará, no caso do estudo de caso, auxílio ao controle de energia em ambientes domésticos.

A detecção de desvios nas rotinas ou falhas nas expectativas correntes podem auxiliar na antecipação da ocorrência de ações, fatos ou eventos inesperados no futuro. Isso possibilitará a elaboração de alternativas para o ajuste momentâneo ou permanente nas rotinas do sistema.

Embora o estudo de caso seja bastante específico, a abordagem é geral, e poderá ser utilizada em diversas outras aplicações caracterizadas por atividades rotineiras, tais como o sistema de produção de uma fábrica, a logística de transporte de cargas, etc.

Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pelo CNPq (Proc. 473201/07-0, 307185/07-9, 483257/09-5, 304580/07-4), e dá continuidade ao trabalho de pesquisa realizado quando A.C.R. Costa esteve como professor visitante na Université Joseph Fourier, e G.P. Dimuro foi pesquisadora convidada no Laboratoire d'Informatique de Grenoble – LIG, junto ao MAGMA Group, coordenador por Y. Demazeau, em Janeiro e Fevereiro de 2009. Os autores agradecem aos revisores anônimos e também a J. Dugdale (LIG) pelas valiosas sugestões.

REFERENCES

- [1] C. Castelfranchi. Mind as an anticipatory device: For a theory of expectations. In Massimo De Gregorio, Vito Di Maio, Maria Frucci, and Carlo Musio, editors, *Brain, Vision, and Artificial Intelligence, Proc. of 1rst Intl. Symp., Naples, 2005*, number 3704 in LNCS, pages 258–276. Springer, 2005.
- [2] A. C. R. Costa and G. P. Dimuro. A minimal dynamical organization model. In V. Dignum, editor,

- Handbook of Research on Multi-Agent Systems: Semantics and Dynamics of Organizational Models*, pages 419–445. IGI Global, Hershey, 2009.
- [3] A. C. R. Costa, G. P. Dimuro, and Y. Dugdale, J. and Demazeau. A formal notion of objective expectations in the context of multiagent systems routines. In *New Trends In Artificial Intelligence, Proc. of the 14th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, EPIA'2009, Track on Multi-Agent Systems: Theory and Applications, MASTA 2009*, pages 367–378, Aveiro, 2009. Universidade do Aveiro.
- [4] S. Cranefield. A rule language for modelling and monitoring social expectations in multi-agent systems. In Olivier Boissier, Julian Padget, Virginia Dignum, Gabriela Lindemann, Eric Matson, Sascha Ossowski, Jaime Simão Sichman, and Javier Vázquez-Salceda, editors, *Coordination, Organizations, Institutions and Norms in Agent Systems*, number 3913 in LNAI, pages 246–258. Springer, 2006.
- [5] S. Cranefield. Modelling and monitoring social expectations in multi-agent systems. In Pablo Noriega Javier Vázquez-Salceda, Guido Boella, Olivier Boissier Virginia Dignum, Nicoletta Fornara, and Eric Matson, editors, *Coordination, Organizations, Institutions and Norms in Agent Systems II*, number 4386 in LNAI, pages 308–321. Springer, 2007.
- [6] S. Cranefield and Michael Winikoff. Verifying social expectations by model checking truncated paths. In Jomi Fred Hübner, Eric Matson, Olivier Boissier, and Virginia Dignum, editors, *Coordination, Organizations, Institutions and Norms in Agent Systems IV*, number 5428 in LNAI, pages 204–219. Springer, 2009.
- [7] L. Crépin, Y. Demazeau, O. Boissier, and F. Jacquenet. Privacy preservation in a decentralized calendar system. In Yves Demazeau and et al., editors, *7th Intl. Conf. on Practical Aspects of Agents and Multi-agent Systems (PAAMS 2009)*, number 55 in Advances in Soft Computing, pages 525–537. Springer, Berlin, 2009.
- [8] L. Crépin, Y. Demazeau, O. Boissier, and F. Jacquenet. Privacy preservation in a decentralized calendar system. In Yves Demazeau, Juan Pavón, Juan M. Corchado, and Javier Bajo, editors, *7th Intl. Conf. on Practical Aspects of Agents and Multi-agent Systems (PAAMS 2009)*, number 55 in Advances in Soft Computing, pages 525–537. Springer, Berlin, 2009.
- [9] J. Dugdale and P. Salembier. Modélisation située des activités individuelles et collectives pour la conception. Rapport de contrat de collaboration EDF-IRIT/NEB, Institute de Recherche en Informatique de Toulouse, Toulouse, 2008.
- [10] A. Giddens. *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Polity Press, Cambridge, 1984.
- [11] C. A. R. Hoare. *Communicating Sequential Processes*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985.
- [12] K. Jensen. A brief introduction to coloured petri nets. In E. Brinksma, editor, *Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems*, LNCS, pages 203–208. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [13] K. Jensen, L. M. Kristensen, and L. Wells. Coloured petri nets and cpn tools for modelling and validation of concurrent systems. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 9:213–254, 2007.
- [14] M. Piunti, C. Castelfranchi, and R. Falcone. Expectations driven approach for situated, goal-directed agents. In Matteo Baldoni, Antonio Boccalatte, Flavio De Paoli, Maurizio Martelli, and Viviana Mascardi, editors, *Proc. of WOA 2007/8th AI*IA/TABOO Joint Workshop "From Objects to Agents": Agents and Industry: Technological Applications of Software Agents, 2007, Genova*, pages 104–111. Seneca Edizioni Torino, 2007.
- [15] M. Piunti, C. Castelfranchi, and R. Falcone. Expectations driven approach for situated, goal-directed agents. In Matteo Baldoni and et al., editors, *Proc. of 8th AI*IA/TABOO Joint Work. "From Objects to Agents": Agents and Industry*, pages 104–111, Genova, 2007. Seneca Edizioni Torino.
- [16] M. Piunti, J. Goncalves, and C. Martinho. Modeling expectations for affective agents. In *Proceedings of the ACII-07 Doctoral Consortium*, 2007.
- [17] A. W. Roscoe. *The Theory and Practice of Concurrency*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1997.
- [18] L. J. Savage. *The Foundations of Statistics*. Wiley, New York, 1954.
- [19] M. Vantieghem, U. Görkem Ketenci, J. Dugdale, and Y. Deamazeau. Modélisation socio-cognitive des attentes par système multi-agents dans le milieu domestique. Stage de master 2 en sciences cognitives 2008–2009, Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Grenoble, 2009.