

Marx Leles Viana

**JSAN: Um Framework para Simulação de Agentes
Normativos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro
Abril de 2012



Marx Leles Viana

JSAN: Um Framework para Simulação de Agentes Normativos

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Carlos José Pereira de Lucena
Orientador
Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Hugo Fuks
Departamento de Informática - PUC-Rio

Pesquisadora Soeli Teresinha Fiorini
Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Firmo Freire
Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal
Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 03 de abril de 2012

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Marx Leles Viana

Graduou-se como Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa em 2010. Durante o Mestrado desenvolveu trabalhos aplicados na área de Suporte na Prevenção de Crimes e Evacuação de Civis de Áreas de Risco. Atualmente é Analista de Testes no Laboratório de Engenharia de Software LES\PUC-Rio.

Ficha Catalográfica

Viana, Marx Leles

JSAN: Um Framework para Simulação de Agentes Normativos / Marx Leles Viana; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2012

68 f.: il. ; 29,7cm

Dissertação (Mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Incluí referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Simulação. 3. Normas. 4. Sistemas Multiagentes. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD:004

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor José Luis Braga e Professor Carlos José de Pereira Lucena pela oportunidade de trabalhar com eles e incentivo para a realização deste trabalho.

À PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus pais, Antônio Roberto Viana e Rita Leles pelo apoio e conselhos durante toda minha vida. Agradeço a eles em especial por sempre me mostrar que não existem barreiras quando buscamos nossos sonhos.

Aos meus irmãos Roberto Viana e Viviane Leles, que apesar da distância nesses anos sempre estiveram do meu lado, me incentivando a nunca desistir e que todas as dificuldades enfrentadas valeriam a pena.

Aos meus amigos que fizeram meus dias mais felizes e foram de grande ajuda para que este trabalho se tornar-se possível, em especial André Brustolini, Eduardo Almentero, Gabriel Chequer, Henrique Souza, Junior José, Leandro Guimarães, Luis Fernando, Ricardo Minette, Samuel Gomes, Thiago Valente e Vinícius Lopes.

Ao pessoal do LES pela ajuda de todos os dias e dedicação ao nosso trabalho, em especial Balduino Fonseca, Sérgio Cerqueira e Soeli Fiorini.

Resumo

Viana, Marx Leles; Lucena, Carlos José Pereira de. **JSAN: Um Framework para Simulação de Agentes Normativos**. Rio de Janeiro, 2012. 68p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Sistemas multiagentes abertos são sociedades em que os agentes autônomos e heterogêneos podem trabalhar para fins semelhantes ou diferentes. A fim de lidar com a heterogeneidade, autonomia e diversidade de interesses entre os diferentes membros, os sistemas estabelecem um conjunto de normas que é usado como um mecanismo de controle social para garantir uma ordem social desejável, em que os agentes trabalhem em conjunto. Tais normas regulam o comportamento dos agentes, definindo obrigações, permissões e proibições. Além disso, as normas podem dar estímulo para a sua realização através da definição de recompensas e pode desencorajar a sua violação, através de punições. Embora as normas sejam promissores mecanismos que regulam o comportamento dos agentes, deve-se levar em conta que os agentes são entidades autônomas, de modo que devem ser livres para decidir cumprir ou violar cada norma. Portanto, os agentes podem utilizar diferentes estratégias para alcançar seus objetivos e cumprir com as normas dirigidas a eles. De um lado, os agentes podem escolher atingir seus objetivos sem se preocupar com suas normas, ou seja, sem se preocupar com as recompensas que poderiam receber se cumprissem as normas ou as punições que receberão por violá-las. Por outro lado, alguns agentes escolherão cumprir com todas as normas embora alguns dos seus objetivos não possam ser alcançados. Neste contexto, este trabalho propõe um framework para simulação de agentes normativos que provê os mecanismos necessários para compreender os impactos das normas sobre os agentes que adotam algumas dessas estratégias para lidar com as normas. A aplicabilidade do framework será avaliada em dois cenários de uso: o primeiro no contexto de prevenções de crimes e o segundo está relacionado a missões de resgate de civis que estão em áreas de risco.

Palavras-chave

Simulação; Normas; Sistemas Multiagentes.

Abstract

Viana, Marx Leles, Lucena, Carlos José Pereira de. (Advisor). **JSAN: A Framework for Simulation of Normative Agents**. Rio de Janeiro, 2012. 68p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Open multi-agent systems are societies in which autonomous and heterogeneous agents can work towards similar or different ends. In order to cope with the heterogeneity, autonomy and diversity of interests among the different members, those systems establish a set of norms that is used as a mechanism of social control to ensure a desirable social order in which agents work together. Such norms regulate the behaviour of the agents by defining obligations, permissions and prohibitions. Moreover, norms may give stimulus to their fulfillment by defining rewards and may discourage their violation by stating punishments. Although norms are promising mechanisms to regulate agents' behavior, we should take into account that agents are autonomous entity, so they must be free to decide to fulfill or violate each norm. In this way, agents can use different strategies when deciding to achieve their goals and comply with the norms addressed to themselves. On one hand, agents might choose to achieve their goals without concerning with their norms, i.e., without concerting with the rewards they could receive if they fulfill the norms and the punishments they will receive for violating them. On the other hand, some agents will choose to comply with all the norms although some of their goals may not be achieved. In this context, this work proposes a framework for simulating normative agents that provides the necessary mechanisms to understand the impacts of norms on agents that adopt some of those strategies to deal with norms. The applicability of the framework will be evaluated in two scenarios: the first in the context of prevention of crimes and the second is related to the mission of rescuing civilians who are at risk areas.

Keywords

Simulation; Norms; Multi-agent Systems.

Sumário

1	Introdução	11
1.1.	Limitações das Abordagens Atuais	12
1.2.	Solução Proposta e Principais Contribuições	13
1.3.	Organização do Documento	14
2	Fundamentação Teórica	15
2.1.	Sistemas Multiagentes	15
2.2.	Normas	16
2.3.	Jason	17
2.4.	Simulação	19
3	JSAN	21
3.1.	Framework JSAN	21
3.2.	Detalhes do JSAN	22
3.2.1.	GenerateNormsStrategy	24
3.2.2.	MovementStrategy	25
3.2.3.	ReportStrategy	26
3.2.4.	Collect	26
3.2.5.	NormStrategy	27
3.2.6.	GenerateGoalsStrategy	28
3.3.	Pontos Fixos e Pontos Flexíveis do JSAN	29
4	Cenários de Uso	32
4.1.	Suporte na Prevenção de Crimes	32
4.1.1.	Ideia Principal	34
4.1.2.	Agentes Guardas	36

4.2. Evacuação de Civis em Áreas de Risco	45
4.2.1. Ideia Principal	46
4.2.2. Agentes Bombeiros	47
5 Trabalhos Relacionados	55
5.1. Constraining Autonomy through Norms	55
5.2. Norm Autonomous Agents	56
5.3. OMNI: Introducing Social Structure, Norms and Ontologies into Agent Organizations	57
5.4. An Architecture for Autonomous Agents	58
6 Conclusões e Trabalhos Futuros	61
6.1. Principais Contribuições das Abordagens Propostas	62
6.2. Principais Limitações da Abordagem Proposta	62
6.3. Trabalhos Futuros	63
7 Referências	64

Lista de figuras

Figura 2.1 - Ciclo de interpretação do Jason (MACHADO e BORDINI, 2002)	18
Figura 3.1 - Diagrama de Classes	22
Figura 3.2 - Geração de Normas	25
Figura 3.3 - Movimento dos Agentes	25
Figura 3.4 - Mecanismo para gerar Relatório	26
Figura 3.6 - Atividade <i>Collect</i>	27
Figura 3.7 - Estratégia para lidar com normas	28
Figura 3.8 - Gerar <i>Goals</i>	29
Figura 4.1 - Interação entre criminosos, guardar e civis (BOSSE e GERRITSEN, 2010)	35
Figura 4.2 - Estratégia para lidar com normas	37
Figura 4.3 - Gerar <i>goals</i> dos Agentes	37
Figura 4.4 - Atividade <i>Collect</i>	38
Figura 4.5 - Gerar Normas dos Agentes	39
Figura 4.6 - Estratégias de Movimento dos Agentes	40
Figura 4.7- Normas	41
Figura 4.8 – Geração de Relatórios	41
Figura 4.9 - Tabela de Cenários	42
Figura 4.10 - Números de Civis	43
Figura 4.11 - Número de Criminosos	43
Figura 4.12 - Número de Policiais	44
Figura 4.13 - Número de Assaltos	44
Figura 4.14 - Estratégia para lidar com normas	48
Figura 4.15 - Gerar os <i>goals</i> dos Agentes	48
Figura 4.16 - Atividade <i>Collect</i>	49
Figura 4.17 - Gerar Normas dos Agentes	50
Figura 4.18 - Estratégia de movimentos dos Agentes Bombeiros	50

Figura 4.19 – Normas	51
Figura 4.20 - Gerar Relatórios	52
Figura 4.21- Início da Simulação	52
Figura 4.22 - Planos de Resgate	53
Figura 4.23 – Uma das Normas Criadas na Simulação	53
Figura 4.24 - Decisão tomada pelos agentes bombeiros	54