

Luiz Fernando Chagas Rodrigues

**Teste Automatizado para Sistemas Multiagentes
Abertos Implementados com o Middleware M-Law**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Software do Departamento de Informática da PUC-Rio

Orientador: Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro
Agosto de 2006



Luiz Fernando Chagas Rodrigues

**Teste Automatizado para Sistemas Multiagentes
Abertos Implementados com o Middleware M-Law**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Software do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Arndt von Staa

Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Jean Pierre Briot

Laboratoire d'Informatique de Paris 6 - Paris - França

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 15 de Agosto de 2006

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

Luiz Fernando Chagas Rodrigues

Ficha Catalográfica

Rodrigues, Luiz Fernando Chagas

Teste Automatizado para Sistemas Multiagentes Abertos Implementados com o Middleware M-Law : / Luiz Fernando Chagas Rodrigues; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Informática, 2006.

93 f. ; 30 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui bibliografia.

1. Informática – Teses. 2. Sistemas Multiagentes Abertos. 3. XMLaw. 4. M-Law. 5. Framework. 6. Teste Automatizado. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

Ao professor Lucena pelas inúmeras oportunidades oferecidas e pelo apoio desde o a época de estagiário no LES até o presente momento.

A CAPES pelo financiamento.

A Elê, por sua paciência, carinho e por se oferecer a revisar esta dissertação. A minha mãe também pela sua torcida incondicional. Ao meu pai por gostar das mesmas coisa que eu. Ao resto da família pelo apoio.

Aos amigos do grupo de governança em sistemas multiagentes, Rodrigo, Guga, Maíra e Saad pela amizade e pelas revisões. A Roberta pelas dicas com os trabalhos relacionados.

Aos amigos do LES, que não me encorajo a enumerar com medo de esquecer alguém, pela amizade e pelos bons momentos.

Ao Maurílio, claro, pelos dilemas, urso, conversas e investimentos. Ao Fred e Clara por participarem intensamente do convívio (após as 18h claro) .

Ao Anjo, por suas sempre bem vindas maldições.

Ao Lu, por sua teimosia em trazer Skol.

Ao Gonçalves, por pendurar tantas vezes a continha.

Ao Reduzido, por sempre estar lá quando precisamos.

Aos amigos do Pires, por tornarem acima de tudo esses dois últimos anos divertidos.

Aos amigos da graduação, que sempre (ou quase sempre) compareceram aos eventos organizados por mim e Elê.

Ao Deus metal, já que sou ateu.

Resumo

Rodrigues, Luiz Fernando Chagas; Lucena, Carlos José Pereira de. **Teste Automatizado para Sistemas Multiagentes Abertos Implementados com o Middleware M-Law**. Rio de Janeiro, 2006. 93p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A complexidade e a distribuição de sistemas multiagentes tornam seu desenvolvimento muito sujeito a falhas. Ao mesmo tempo, poucas iniciativas procuram resolver o problema através de teste automatizado da mesma maneira que no desenvolvimento orientado a objetos. Este trabalho apresenta um framework para o desenvolvimento de aplicações de teste automatizado através de agentes *Stubs* para o middleware M-Law. O middleware implementa um interpretador para a linguagem XMLaw, atuando como mediador da comunicação dos agentes segundo a definição das leis de interação.

Palavras-chave

Sistemas Multiagentes Abertos. XMLaw. M-Law. Framework. Teste Automatizado.

Abstract

Rodrigues, Luiz Fernando Chagas; Lucena, Carlos José Pereira de. **Automated Test for Open Multi-Agent Systems implemented with M-Law Middleware**. Rio de Janeiro, 2006. 93p. MsC Thesis — Department of Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Complexity and distribution of multi-agent systems make the development of such systems failure prone. In this context, few solutions try to solve the problem through automated tests as we see in object oriented development. This work presents a framework for test automated applications development through the use of Stub agents for the middleware M-Law. This middleware implements the law-enforcement mechanism for regulating OMAS specified by the description language XMLaw which implements a law definition language, called XMLaw, for agent interaction in open multi-agent systems.

Keywords

Open Multi-Agent Systems. XMLaw. M-Law. Framework. Automated Tests.

Sumário

1	Introdução	10
1.1	Definição do Problema	11
1.2	Solução Proposta	12
1.3	Contribuições	12
1.4	Organização da Proposta	13
2	Conceitos	14
2.1	Sistema Multiagentes Abertos e Abordagens de Leis	14
2.2	XMLaw e M-Law	15
3	Trabalhos Relacionados	21
3.1	Teste Unitário de Agentes Usando Agentes Mock e Aspectos	21
3.2	Agente de Teste para o Teste de Agentes e Comunidades	23
3.3	Framework de Testes para agentes PASSI	25
3.4	Uso de XP para desenvolvimento de Sistemas Multiagentes	26
3.5	SUNIT	29
4	Teste de Sistemas Multiagentes Desenvolvidos com o Middleware M-Law	32
4.1	Agentes XMLaw	32
4.2	Teste de Sistemas Multiagentes	33
5	Framework para Desenvolvimento de Agentes Stubs Desenvolvidos com M-Law	38
5.1	Agentes Genéricos	38
5.2	Arquitetura da Solução	39
5.3	Utilização do Framework	44
5.4	Validação do Framework	50
5.5	Guia para o Uso do Framework	51
6	Estudo de Caso	58
6.1	Múltiplos Agentes Genéricos	58
6.2	Utilizando Agentes Stubs para Teste de Carga	65
6.3	Teste Unitário de Agentes	69
7	Trabalhos Futuros e Discussões	74
7.1	Teste de Integração entre os Agentes	74
7.2	Outra Aplicações Interessantes	75
A	Lei do Aeroporto	80
B	Script para Aplicação do Aeroporto	87
C	Script para Teste de Carga da Aplicação SELIC	91
D	Lei de Murphy	93

Lista de figuras

2.1	Arquitetura	15
2.2	Cenas	16
2.3	Visão Geral	17
2.4	Visão Geral	18
2.5	Classes do Módulo Cliente	19
3.1	Workflow entre os Participantes do Teste Unitário	22
3.2	Classes do Framework de Teste	26
3.3	Interface Gráfica para Execução de Pacote de Testes	27
3.4	Estrutura Simples para Implementação de Agentes	28
3.5	Teste de Agentes com JUnit	28
3.6	Processo para Desenvolvimento Orientado a Testes de Agentes	29
4.1	Estrutura de Classes de um Agente XMLaw	32
4.2	Formas de utilização de um agente XMLaw	33
4.3	Quantidade de Execuções por Cenário de Teste	37
5.1	Diagrama Estrutural para Agentes Genéricos	39
5.2	Diagrama de Classes para o esquema de argumentos	40
5.3	Esquema de canais para os agentes genéricos	43
6.1	Estrutura de classes para a execução de diversos agentes	59
6.2	Estrutura de Classes para a Execução do Teste de Estresse	68
6.3	Estrutura de Classes para o Agente Announcer	70
6.4	Estrutura de Classes para Teste unitário	71
6.5	Execução do Teste Unitário para o Agente Announcer no Ambiente Eclipse	72
7.1	Modelo de Classes para Teste de Integração	75

"Se alguma coisa pode dar errado, dará. E mais, dará errado da pior maneira, no pior momento e de modo que cause o maior dano possível."

Edward A. Murphy, *Lei de Murphy*.