



Baldoino Fonseca dos Santos Neto

**JAAF: Implementando Agentes
Auto-Adaptativos Orientados a Serviços**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro
Março de 2010



Baldoino Fonseca dos Santos Neto

**JAAF: Implementando Agentes
Auto-Adaptativos Orientados a Serviços**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática 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. Simone Diniz Junqueira Barbosa
Departamento de Informática - PUC-Rio

Prof. Viviane Torres da Silva
Departamento de Ciência da Computação - UFF

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 26 de Março de 2010

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

Baldoino Fonseca dos Santos Neto

Graduou-se em Ciência da Computação na Universidade Federal de Alagoas em 2007. Atualmente atua na área de Desenvolvimento de Software Orientado a Agentes no Laboratório de Engenharia de Software (LES) da PUC-Rio.

Ficha Catalográfica

Neto, Baldoino

JAAF: Implementando Agentes Auto-Adaptativos Orientados a Serviços / Baldoino Fonseca dos Santos Neto; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2010.

106 f. ; 30 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Sistemas Multiagentes. 3. Auto-Adaptação. 4. Mecanismos de Raciocínio. 5. Arquitetura Orientada a Serviços. 6. Web Services Semânticos.
I. Lucena, Carlos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, por minha existência, por me conceder momentos maravilhosos.

A minha família querida, meu pai José Pedro (In memorian). A minha mãe Tercília, sempre preocupada com o meu bem-estar e esforçando-se ao máximo para me dar uma educação promissora. Ao meu irmão Walfran, pelo o seu apoio espiritual, companheiro da minha fortaleza em toda essa jornada de lutas árduas. As minhas imãs Walfania e Walfraneide.

A minha namorada Bárbara, você é a peça chave da minha vida. Esta vitória é nossa. A Dona Auxiliadora é uma satisfação, dividir esta conquista com a senhora. Obrigado pelo carinho e atenção.

Professor Carlos Lucena, meu orientador, com quem eu tive a oportunidade de aprender e interagir, tornando o trabalho mais valioso e gratificante. Professora Viviane Silva, a quem admiro, todo o seu empenho e dedicação. Professor Rodrigo Paes, foi a pessoa que primeiro me acolheu no LES e foi muito importante durante os momentos de baixo astral.

Ao pessoal de Maceió, o professor Evandro e Ig Ibert. Dedico este momento inesquecível como símbolo de amizade e consideração.

Aos colegas Elder, Manoel e Andrew, meus parceiros de trabalho desde o início do mestrado.

Aos amigos do LES, que muito contribuíram para o meu avanço profissional.

Ao departamento de informática, professores e secretaria

Por fim, a CAPES e PUC-Rio, pela ajuda financeira.

Resumo

Neto, Balduino; Lucena, Carlos (Orientador). **JAAF: Implementando Agentes Auto-Adaptativos Orientados a Serviços**. Rio de Janeiro, 2010. 106p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Sistemas Multiagentes Orientados a Serviços (SOMS) têm surgido visando incorporar os benefícios de duas disciplinas da Engenharia de Software: Arquitetura Orientada a Serviços e Engenharia de Software Orientada a Agentes. A primeira visa fornecer serviços fracamente acoplados que podem ser utilizados em diferentes domínios. A segunda se baseia em um novo paradigma que visa o desenvolvimento de Sistemas Multiagentes, que são compostos por entidades, chamadas agentes, com raciocínio, autonomia e pró-atividade. Um dos principais objetivos de SOMS é ajudar no desenvolvimento de sistemas orientados a serviços capazes de adaptar-se em ambientes computacionais dinâmicos, onde é necessário reagir às mudanças em seus requisitos em tempo de execução, assim como, adaptar-se eficientemente diante de erros de execução e baixa qualidade de serviço. Neste contexto, este trabalho propõe um *framework* (*Java self-Adaptive Agent Framework - JAAF*) para implementar agentes auto-adaptativos capazes de autonomamente e pró-ativamente descobrir serviços, selecionar o mais apropriado e adaptar-se caso algum problema ocorra durante a execução do serviço. A aplicabilidade do *framework* proposto é demonstrada através de dois estudos de caso. O primeiro é um sistema responsável por gerar mapas de susceptibilidades, ou seja, mapas que mostram locais com risco de deslizamento em determinada área. O segundo é um sistema onde o principal objetivo é satisfazer necessidades, relacionadas à viagens, de usuários.

Palavras-chave

Sistemas Multiagentes; Auto-Adaptação; Mecanismos de Raciocínio; Arquitetura Orientada a Serviços; Web Services Semânticos;

Abstract

Neto, Balduino; Lucena, Carlos (Advisor). **JAAF: Implementing Service Oriented Self-adaptive Agents**. Rio de Janeiro, 2010. 106p. MSc. Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Service Oriented Multi-agent Systems (SOMS) have emerged in order to incorporate the benefits of two software engineering disciplines: Service-oriented Architecture and Agent-oriented Software Engineering. The first provides loosely coupled services that can be used within different domains. The second is based on a new software engineering paradigm that addresses the development of Multi-agent Systems, which are composed of autonomous, pro-active and reasoning entities, named software agents. One of the main goal of SOMS is to help the development of service-oriented systems able to adapt themselves on dynamic computing environments. Those systems must be able to react at runtime to changes in their requirements, as well as to efficiently accommodate for deviations from their expected functionality or quality of services. In this context, this work proposes a framework (Java self-Adaptive Agent Framework - JAAF) to implement self-adaptive agents able to autonomously and pro-actively discover services, decide about the most appropriate one and adapt themselves if they face a problem while executing the service. The applicability of the proposed framework is demonstrated through two case studies. The first is a system responsible for generating susceptibility maps, i.e., maps that show locations with landslides risks in a given area. The second is a system where the main goal is to satisfy the users' needs related to travel.

Keywords

Multiagent System; Self-Adaptation; Reasoning Mechanisms; Service Oriented Architecture; Semantic Web Services;

Sumário

1	Introdução	11
1.1	Definição do Problema e 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	Serviços	15
2.1.1	<i>Web Services</i>	16
2.1.2	<i>Semantic Web Services</i>	18
2.1.3	OWL-S	19
2.2	JADE	26
2.3	Raciocínio Baseado em Casos	29
2.4	Framework jColibri 2	30
2.5	Algoritmo Genético	33
3	JAAF	35
3.1	JAAF 1.0	35
3.1.1	Detalhes do JAAF 1.0	36
3.1.2	<i>Hot-spots</i> e <i>frozen-spots</i> do JAAF 1.0	39
3.2	JAAF-S	40
3.3	Detalhes do JAAF-S	41
3.3.1	Collect	42
3.3.2	Analyze	44
3.3.3	Decision	54
3.3.4	Effector	57
3.4	<i>Hot-spots</i> e <i>Frozen-spots</i> do JAAF-S	58
4	Cenários de Uso	60
4.1	Escorregamentos de Massa	60
4.1.1	Idéia Principal	60
4.1.2	Agentes Geradores de Susceptibilidade	61
4.2	Agência de Viagens	74
4.2.1	Idéia Principal	75
4.2.2	Agentes de Pacotes de Viagens	76
5	Trabalhos Relacioandos	91
5.1	<i>Dynamic Service-oriented Architecture</i> (DySOA)	91
5.2	Denaro et. al.	93
5.3	Agent Service Oriented Architecture	94
5.4	Framework SEMMAS	95
5.5	<i>The Agent Building and Learning Environment</i> (ABLE)	97
6	Conclusão e trabalhos futuros	98
6.1	Principais Contribuições da Abordagem Proposta	98

6.2	Principais Limitações da Abordagem Proposta	99
6.3	Trabalhos Futuros	100

Lista de figuras

2.1	Modelo da interação entre cliente, servidor e registro UDDI	17
2.2	Visão Integrada de <i>Web Service</i> com <i>Semantic Web</i>	18
2.3	Estrutura proposta de um serviço semântico em OWL-S	21
2.4	Classe Profile	22
2.5	Referencia a arquitetura de uma plataforma de agente FIPA	26
2.6	Comportamentos do JADE	27
2.7	Ciclo RBC	29
2.8	Arquitetura do Framework jColibri	30
2.9	<i>Arquivo databaseconfig.xml</i>	31
2.10	Ciclo do Algoritmo Genético	34
3.1	<i>Control-loop</i> do JAAF 1.0	36
3.2	Classes do JAAF 1.0	36
3.3	<i>Control-loop</i> do JAAF-S	41
3.4	Diagrama de Classes do JAAF-S	41
3.5	Atividade <i>Collect</i>	43
3.6	Atividade <i>Analyze</i>	44
3.7	OWL-S: Pacote de Viagem Nordeste Turismo	48
3.8	Fragmento de Ontologia	52
3.9	OWL-S: Pacote de Viagem Nordeste Paraíso	53
3.10	Atividade <i>Decision</i>	55
3.11	Arquivo de Configuração da Reputação	56
3.12	Atividade <i>Effector</i>	57
4.1	Atividade <i>Collect</i> de um AGS	62
4.2	Atividade <i>Analyze</i> de um AGS	63
4.3	OWL-S : Modelo de Combinação Qualitativa	65
4.4	OWL-S : Modelo GeoRio	66
4.5	OWL-S: Modelo de Fator de Segurança	70
4.6	OWL-S: Modelo de Gusmão Filho	71
4.7	Atividade <i>Decision</i> de um AGS	73
4.8	Reputação	74
4.9	Atividade <i>Collect</i> de um APV	77
4.10	Atividade <i>Analyze</i> de um APV	77
4.11	OWL-S do Serviço provedor do Pacote Viagem Evento	80
4.12	OWL-S do Serviço Pacote Viagem Resort	81
4.13	OWL-S do Serviço Pacote Viagem Ouro	85
4.14	OWL-S do Serviço Pacote Viagem Diamante	86
4.15	Atividade <i>Decision</i> de um APV	89
4.16	Reputação	89
5.1	Arquitetura em Alto Nível da arquitetura DySOA	92
5.2	<i>Control-loop</i> de auto-adaptação	93
5.3	Visão Geral do Framework	95
5.4	Arquitetura do Framework SEMMAS	96

Lista de tabelas

3.1	Similaridade entre o Problema Atual e o problema descrito no Caso (1)	49
3.2	Similaridade a solução do Caso (1) e a <i>Profile</i> OWL-S da Figura 3.9	54
4.1	Similaridade entre o Problema Atual e o Problema do Caso (1)	67
4.2	Similaridade entre o Problema Atual e o Problema do Caso (2)	68
4.3	Similaridade a solução do Caso (1) e a OWL-S da Figura 4.5	69
4.4	Similaridade a solução do Caso (1) e a OWL-S da Figura 4.6	72
4.5	Similaridade a solução do Caso (1) e a OWL-S da Figura 4.4	72
4.6	Similaridade entre o Problema Atual e o Problema do Caso (1)	82
4.7	Similaridade entre o Problema Atual e o Problema do Caso (2)	83
4.8	Similaridade a solução do Caso (1) e a OWL-S da Figura 4.13	87
4.9	Similaridade a solução do Caso (1) e a OWL-S da Figura 4.14	87
4.10	Similaridade a solução do Caso (1) e a OWL-S da Figura 4.12	88