



Rafael Machado da Rocha

**Um Framework para Simulação da Negociação de
Serviços em Redes Sem Fio de Nova Geração**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Carlos José Pereira de Lucena

Rio de Janeiro
Abril de 2008



Rafael Machado da Rocha

**Um Framework para Simulação da
Negociação de Serviços em Redes Sem Fio de
Nova Geração**

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

Prof. Dr. Carlos José Pereira de Lucena

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Dr. Firmo Freire

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Dr. Hugo Fuks

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 03 de Abril de 2008

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

Rafael Machado da Rocha

Graduou-se em Engenharia de Telecomunicações na Universidade Federal Fluminense (UFF) em 2000, é Pós-graduado em Projeto Análise e Gerência de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) em 2003.

Ficha Catalográfica

Rocha, Rafael Machado da

Um framework para simulação de negociação de serviços em redes sem fio de nova geração / Rafael Machado da Rocha; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Informática, 2008.

105 f.; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Contexto. 3. Sistemas Multi-Agentes. 4. Frameworks. 5. Ontologia. 6. Redes sem fio. 7. Engenharia de Software. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

A Deus, a minha família e a todos os meus amigos.

Agradecimentos

A Deus, por ter-me dado força e calma.

A toda a minha família, principalmente minha mãe Maura, meu pai Luiz Carlos, meu tio Abdo, meus Irmãos Arthur, Emannuelle, Luiz Carlos e Maria Eduarda, minhas avós Sônia e Zaira e minha tia Zilda pelo suporte e apoio nos momentos mais difíceis.

A minha pilantra Anna Carolina (pi) pelo apoio e carinho durante estes anos de Mestrado.

Aos amigos, Carolina Felicíssimo e José Viterbo pelo convite para trabalhar em suas áreas de pesquisa, além de conselhos e incentivos para desenvolver esta dissertação.

Ao meu orientador Profº Carlos Lucena agradeço todos os ensinamentos e apoio recebido. Além da confiança, paciência e incentivo.

Ao Profº Ricardo Choren pelos conselhos e revisão desta dissertação.

Aos amigos que ingressaram no Mestrado junto comigo Daniel Xavier, Guilherme Pate, José Guedes, Marcelo Malcher, Renato Novais e Rodrigo Laiola que sempre arrumam uma forma de ajudar uns aos outros.

A todos os professores e funcionários do departamento de informática pelos ensinamentos, conselhos e ajudas.

Resumo

Rocha, Rafael Machado da; Lucena, Carlos José Pereira de. **Um Framework para Simulação da Negociação de Serviços em Redes Sem Fio de Nova Geração**. Rio de Janeiro, 2008. 105p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As Redes de comunicação sem fio estão cada vez mais presentes no dia-a-dia das pessoas. Falar com amigos, ouvir música, ver televisão, fazer compras, são exemplos de atividades que podem ser realizadas hoje em dia por uma grande variedade de tipos de redes sem fio. Os dispositivos móveis de hoje possuem diversas interfaces de rede, possibilitando ao usuário escolher qual delas irá utilizar. Devido à mobilidade oferecida por dispositivos móveis, a cada nova localidade, diferentes tipos de rede e cenários para utilização de um serviço se configuram. Algumas soluções e propostas estão sendo estudadas para permitir que o usuário escolha a melhor conexão de rede para a utilização de um serviço, dependendo da situação em que este se encontre. Porém, poucas análises são apresentadas para que as provedoras de redes e serviços possam oferecer esta melhor conexão. Mobilidade, liberdade de escolha do usuário, variedade de conexões de rede e tipos de serviço são desafios que as provedoras começam a encontrar. Por outro lado, a possibilidade de captar novos clientes, aumentar seu volume de vendas de serviços e sua conseqüente participação no mercado, são oportunidades que surgem neste novo cenário. Um framework em sistemas multi-agentes é proposto com o objetivo de se analisar este novo cenário e exercitar soluções que sejam úteis tanto para clientes, quanto para provedoras de redes sem fio. Estratégias para definição do preço de um serviço pelo lado da provedora e estratégias para escolha do melhor serviço oferecido por uma provedora do lado do cliente, com a utilização de informação de contexto, são objetos de análise. Na solução, a informação de contexto é representada pelo modelo de ontologias proposto pelo DynaCIP e um algoritmo de tomada de decisão utilizado pelo agente é proposto, embora o framework flexibilize a utilização de outros algoritmos. A instanciação do framework para um cenário de redes sem fio de nova geração é implementado e discutido na proposta.

Palavras-chave

Redes sem fio; *Frameworks*; Sistemas Multi-Agentes; Ontologia; Contexto; Algoritmo de tomada de decisão.

Abstract

Rocha, Rafael Machado da; Lucena, Carlos José Pereira de. **A Service Negotiation Simulation Framework for Next Generation Wireless Networks**. Rio de Janeiro, 2008. 105p. Master Thesis - Computer Science Department, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

The Wireless communication networks are increasingly present in people's lives. Talking to friends, listening music, watching television, buying things, are examples of activities that nowadays can be accomplished by a great variety of wireless networks. Modern mobile devices have a diversity of network interfaces, for users to choose from. Due to mobility offered by mobile devices, different types and scenarios of networks appear at every new location. Some proposals and solutions have been studied to allow users to choose the best network connection for a specific service utilization, depending on the current user's task. But, few proposals are presented to allow network and service providers to provide these best connections. Mobility, user's freedom of choice, variety of network connections and types of service are challenges that the providers are beginning to find. Moreover, the ability to attract new customers, increase your services sales volume and its consequent market share, are opportunities that arise in this new scenario. A multi-agent systems framework is proposed with the aim to examine this new scenario and exercise solutions that are useful both for customers, and for wireless network providers. Context-aware strategies for provider's service pricing and for customer's best choice of service provided are subject to review. In the solution, context information is represented in the ontology model proposed by DynaCIP and an algorithm for decision-making used by the agent is proposed, although the framework is flexible to the use of other algorithms. A framework instantiation for a next generation wireless networks scenario is implemented and discussed in the proposal.

Keywords

Wireless Networks; Frameworks; Multi-Agent Systems; Ontology, Context-Awareness, Decision-Maker Algorithm.

Sumário

1 Introdução	15
1.1. Descrição do Problema	17
1.2. Abordagem	19
1.3. Contribuições	20
1.4. Estrutura da Dissertação	20
2 Conceitos Básicos	22
2.1. Introdução a Redes Wireless	22
2.2. Introdução a Redes de Telefonia Celulares	24
2.3. Agentes e SMA	25
2.4. Context-Awareness	29
2.5. DynaCIP	30
2.6. A terminologia Handoff	33
3 Trabalhos Relacionados	35
3.1. Uma ferramenta para simulação de precificação em Redes sem fio de nova geração (Roggendorf et al., 2006)	36
3.2. Comunicação com endereçamento baseado em contexto (Devlic, 2006)	36
3.3. Composição de serviços baseado em contexto em computação pervasiva (Mokhtar et al., 2005)	38
3.4. Gerenciamento de conexões com adaptabilidade (Sun et al., 2004)	39
3.5. Um modelo de decisão inteligente para o handoff vertical (Chen et al., 2004)	40
3.6. Considerações sob Trabalhos Relacionados	41
4 A Solução	43
4.1. Visão Geral do Framework	44
4.2. Arquitetura	45
4.3. Pontos fixos	47

4.4. Pontos de Flexibilização	55
5 Cenário de Uso	64
5.1. A simulação	65
5.2. Modelagem da simulação	66
5.3. Processo de Negociação	69
5.4. Análise de resultados	71
6 Conclusões e Trabalhos Futuros	77
6.1. Contribuições	78
6.2. Trabalhos Futuros	79
7 Referências	81
Anexo A - Modelagem do Framework	84
Anexo B - O <i>framework</i> em outros domínios de aplicação	100

Lista de Figuras

Figura 1. Arquitetura de Redes Wireless.	23
Figura 2. Arquitetura de Redes de Telefonia Celular.	24
Figura 3. Protocolo Fipa ContractNet.	28
Figura 4. A proposta do DynaCIP.	31
Figura 5. Ontologia do DynaCIP.	32
Figura 6. Regras de composição da ontologia do DynaCIP.	32
Figura 7. <i>Handoff</i> .	33
Figura 8. Fontes e Consumidores de Contexto.	37
Figura 9. Sistemas context-aware.	38
Figura 10. Gerenciador de contexto.	39
Figura 11. Arquitetura do Gerenciador de Conectividades.	39
Figura 12. Modelo de Decisão Inteligente.	41
Figura 13. Arquitetura do ContextualFramework.	46
Figura 14. Ontologia de classes do DynaCIP.	48
Figura 15. Arquivo de propriedades.	50
Figura 16. Dinâmica da simulação.	51
Figura 17. O processo de negociação baseado no ContractNet.	52
Figura 18. Gerenciador de Contexto.	54
Figura 19. Exemplo de Fornecedor, Cliente e Localidade de uma instância da ontologia do DynaCIP.	56
Figura 20. Exemplo de Regras de Composição da Ontologia.	57
Figura 21. Algoritmo para tomada de decisão.	58
Figura 22. Comportamentos Contextualizados.	60
Figura 23. Domínio da aplicação.	65
Figura 24. Instância de uma provedora e seus serviços.	66
Figura 25. Diretivas de uma provedora.	67
Figura 26. Diretivas de um cliente.	68
Figura 27. Processo de negociação.	70
Figura 28. log da primeira simulação (escolha do menor preço).	72
Figura 29. log da segunda simulação (escolha da melhor qualidade de serviço).	73

Figura 30. Número de propostas aceitas na universidade.	74
Figura 31. Número de propostas aceitas por provedora.	75
Figura 32. Número de propostas aceitas em ambientes abertos.	75
Figura 33. Número de propostas aceitas em ambientes fechados.	76
Figura 34. Diagrama de caso de uso.	84
Figura 35. Definir Ontologia (Diagrama de Seqüência CDU00).	91
Figura 36. Definir Comportamento (Diagrama de Seqüência CDU01).	91
Figura 37. Definir Propriedades (Diagrama de Seqüência CDU02).	92
Figura 38. Migrar Localidade (Diagrama de Seqüência CDU03).	92
Figura 39. Negociar Serviço (Diagrama de Seqüência CDU04).	93
Figura 40. Analisar Protocolos (Diagrama de Seqüência CDU05).	93
Figura 41. Diagrama de Pacotes.	94
Figura 42. Diagrama de Classes (Pacote Agent).	95
Figura 43. Diagrama de Classes (Pacote Application).	95
Figura 44. Diagrama de Classes (Pacote Behaviour do ContextualNGWN).	96
Figura 45. Diagrama de Classes (Pacote Ontology).	97
Figura 46. <i>Hot spots</i> e <i>Frozen spots</i> do diagrama de classes.	98
Figura 47. Instância de Airlines1 e Airlines2.	101
Figura 48. Instância de Airlines1 e suas Diretivas.	102
Figura 49. Instância de Airlines2 e suas Diretivas.	102
Figura 50. Instância de João e suas Diretivas.	103
Figura 51. Instância de Maria e suas Diretivas.	104
Figura 52. Análise do resultado de uma possível negociação com empresas aéreas.	104
Figura 53. Comportamentos Contextuais de uma possível negociação com empresas aéreas.	105

Lista de Tabelas

Tabela 1. Diagrama de caso de uso CDU00.	84
Tabela 2. Diagrama de caso de uso CDU01.	85
Tabela 3. Diagrama de caso de uso CDU02.	87
Tabela 4. Diagrama de caso de uso CDU03.	88
Tabela 5. Diagrama de caso de uso CDU04.	89
Tabela 6. Diagrama de caso de uso CDU05.	90

Lista de Siglas e Abreviaturas

API	<i>Application Programming Interface</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
RDL	<i>Reuse Description Language</i>
FIPA	<i>Foundation for Intelligent Physical Agents</i>
JADE	<i>Java Agent DEvelopment Framework</i>
JDK	<i>Java Development Kit</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i> ou Máquina Virtual Java
SMA	Sistema Multi-Agente
NGWN	Next Generation Wireless Networks