



Adolfo Guilherme Silva Correia

**Uma arquitetura baseada em agentes de
software para a automação de processos de
gerência de falhas em redes de
telecomunicações**

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
Abril de 2007



Adolfo Guilherme Silva Correia

**Uma arquitetura baseada em agentes de
software para a automação de processos de
gerência de falhas em redes de
telecomunicações**

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. Sérgio Colcher

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Ricardo Choren Noya

Seção de Engenharia de Computação — IME

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico
PUC-Rio

Rio de Janeiro, 03 de Abril de 2007

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

Adolfo Guilherme Silva Correia

Concluiu o curso de Engenharia de Computação pelo IME (Instituto Militar de Engenharia) em 2003. Atua na linha de pesquisa de Engenharia de Software e de Gerência de Redes e no desenvolvimento de sistemas para gerência de redes.

Ficha Catalográfica

Correia, Adolfo Guilherme Silva

Uma arquitetura baseada em agentes de software para a automação de processos de gerência de falhas em redes de telecomunicações / Adolfo Guilherme Silva Correia; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2007.

114 f: il. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Sistemas Multi-Agentes. 3. Gerência de Redes. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Para minha família.

Agradecimentos

À minha família, que sempre me incentivou.

Ao meu orientador Prof. Lucena, pelo apoio e orientação.

Ao Prof. Casanova, pelo conselho oportuno em momento de desânimo.

À Capes, pelo apoio financeiro.

Aos colegas do Departamento de Informática.

Aos colegas Edgar, Fábio e Leonardo, amigos e incentivadores.

Aos colegas Carlo, Carlos Augusto e Levy.

Resumo

Correia, Adolfo Guilherme Silva; Lucena, Carlos José Pereira de. **Uma arquitetura baseada em agentes de software para a automação de processos de gerência de falhas em redes de telecomunicações**. Rio de Janeiro, 2007. 114p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os últimos anos têm sido marcados pelo significativo crescimento em todo o mundo da demanda por serviços de telecomunicações. Tal cenário de expansão de redes e da necessidade de coexistência e interoperabilidade de diferentes tecnologias de forma economicamente viável proporciona grandes desafios para a gerência, operação e manutenção de redes de telecomunicações.

O presente trabalho apresenta alguns dos principais modelos e paradigmas de gerência de redes tradicionalmente empregados em redes de telecomunicações e que ainda hoje são amplamente utilizados pela indústria. Muitos dos modelos apresentados foram significativamente influenciados por conceitos e técnicas oriundos da área de engenharia de software. Uma grande ênfase é dada particularmente ao uso de técnicas baseadas em agentes de software para gerência de redes. Para tanto, importantes conceitos sobre agentes de software são apresentados, assim como exemplos de trabalhos em que agentes de software são utilizados no domínio de gerência de redes.

Por fim, é proposta uma arquitetura baseada em agentes de software para gerência de falhas em redes legadas de telecomunicações, que são comumente gerenciadas por sistemas centralizados. O objetivo principal desta arquitetura é permitir o diagnóstico e a correção de falhas de rede de forma a não sobrecarregar o sistema centralizado de gerência. Para tanto, são utilizados agentes de software que distribuem informações mantidas no sistema centralizado para outros agentes do sistema. Desta forma, é possível que os agentes responsáveis por executar os procedimentos de diagnóstico e correção de falhas desempenhem suas atividades sem a necessidade de uma comunicação direta com o sistema centralizado.

Palavras-chave

Sistemas Multi-Agentes. Gerência de Redes.

Abstract

Correia, Adolfo Guilherme Silva; Lucena, Carlos José Pereira de. **A software agents based architecture for the automation of fault management processes in telecommunications networks**. Rio de Janeiro, 2007. 114p. MsC Thesis — Department of Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The last few years have been marked by a significant and worldwide growth in the demand for telecommunications services. Such scenery of network expansion and the need for coexistence and interoperability of different technologies in an economically viable way provides great challenges for the management, operation and maintenance of telecommunications networks.

This work presents some of the main network management models and paradigms traditionally employed in telecommunications networks and that still count with wide adoption in the industry as of this day. Many of the presented models have been significantly influenced by concepts and techniques originated in the software engineering field. A great emphasis is particularly given to the use of network management techniques based on software agents. To this end, important concepts of software agents are presented, as well as examples of works where software agents are used in the network management domain.

Finally, an architecture based on software agents used for fault management in legacy telecommunications networks, which are usually managed by centralized systems, is proposed. The main objective of this architecture is to allow the diagnosis and the correction of network faults in a way not to overload the centralized management system. To this end, the architecture uses software agents that distribute information maintained in the centralized management system to other agents of the system. In such way, it is possible for the agents responsible for executing the fault diagnosis and correction procedures to perform their activities without the necessity for direct communication with the centralized system.

Keywords

Multi-Agents Systems. Network Management.

Sumário

| | | |
|-----|------------------------------------------|-----------|
| 1 | Introdução | 11 |
| 1.1 | Motivação | 11 |
| 1.2 | Gerência de Redes | 11 |
| 1.3 | Justificativa | 13 |
| 1.4 | Objetivo | 14 |
| 1.5 | Organização | 15 |
| 2 | Fundamentação Teórica | 17 |
| 2.1 | Gerência de Redes | 17 |
| 2.2 | Agentes de Software | 43 |
| 3 | A Arquitetura NeMaSA | 52 |
| 3.1 | Introdução | 52 |
| 3.2 | Motivação | 52 |
| 3.3 | Descrição Geral | 54 |
| 3.4 | Arquitetura | 60 |
| 3.5 | Aspectos de Implementação | 73 |
| 4 | Estudo de Caso | 76 |
| 4.1 | Coleta de Estatísticas | 76 |
| 4.2 | Fonte de Sincronismo | 80 |
| 5 | Trabalhos Relacionados | 85 |
| 5.1 | Introdução | 85 |
| 5.2 | Sistema Hybrid | 88 |
| 5.3 | Sistema Victor | 90 |
| 5.4 | Arcabouço de Lavinal <i>et al.</i> | 91 |
| 5.5 | Avaliação dos Sistemas Apresentados | 93 |
| 6 | Considerações Finais e Trabalhos Futuros | 97 |

Lista de figuras

| | | |
|------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Paradigma Gerente/Agente | 20 |
| 2.2 | Blocos de função do TMN | 26 |
| 2.3 | Arquitetura funcional TMN | 28 |
| 2.4 | Camadas de gerência TMN | 30 |
| 3.1 | Hierarquia de redes | 57 |
| 3.2 | Distribuição dos agentes pela rede | 58 |
| 3.3 | Diagrama de casos de uso | 60 |
| 3.4 | Diagrama de classes (simplificado) das entidades básicas do sistema | 61 |
| 3.5 | Diagrama de classes (simplificado) do módulo de conversão de entidades | 62 |
| 3.6 | Diagrama de classes (simplificado) do módulo de testes | 63 |
| 3.7 | Diagrama de classes (simplificado) do módulo do agente central | 64 |
| 3.8 | Diagrama de classes (simplificado) do módulo do agente de topologia | 64 |
| 3.9 | Diagrama de classes (simplificado) do módulo do agente de teste | 66 |
| 3.10 | Diagrama de classes (simplificado) do módulo do agente de usuário | 67 |
| 3.11 | Diagrama de seqüência da criação do agente central | 68 |
| 3.12 | Diagrama de seqüência da criação de um agente de topologia | 69 |
| 3.13 | Diagrama de seqüência da criação de um agente de teste | 70 |
| 3.14 | Processo de solicitação e execução de um teste | 71 |
| 3.15 | Processo de requisição de informações de topologia | 72 |
| 3.16 | Diagrama de seqüência da criação do agente de usuário | 73 |
| 3.17 | Janela para criação de um novo teste | 74 |
| 3.18 | Diagrama de seqüência da criação de um teste | 74 |
| 4.1 | Representação gráfica do teste de erros de transmissão | 77 |
| 4.2 | Listagem da classe <code>TransmissionErrorsTest</code> | 79 |
| 4.3 | Representação gráfica do teste de sincronismo | 82 |
| 4.4 | Listagem da classe <code>SynchSanityTest</code> | 83 |
| 5.1 | Arquitetura de autoridades | 89 |
| 5.2 | Visão conceitual de uma autoridade | 89 |

Lista de tabelas

| | | |
|-----|----------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Serviços oferecidos pelo CMIP | 25 |
| 2.2 | Blocos de função do TMN | 26 |
| 2.3 | Pontos de referência do TMN | 27 |
| 2.4 | Mapeamento entre blocos físicos e blocos de função | 29 |
| 2.5 | Mapeamento entre interfaces e pontos de referência | 29 |
| 2.6 | Relação entre paradigmas e tecnologias de gerência | 37 |
| 4.1 | Meta-informações do teste de erros de transmissão | 78 |