



Amadeu Andrade Barbosa Júnior

**Implantação de Componentes de Software
Distribuídos Multi-Linguagem e
Multi-Plataforma**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Informática.

Orientador: Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira

Rio de Janeiro
Agosto de 2009



Amadeu Andrade Barbosa Júnior

**Implantação de Componentes de Software
Distribuídos Multi-Linguagem e
Multi-Plataforma**

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

Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Markus Endler

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Antônio Tadeu Azevedo Gomes

Coordenação de Sistemas e Redes — LNCC

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 27 de Agosto de 2009

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

Amadeu Andrade Barbosa Júnior

Graduou-se em Bacharelado em Ciência da Computação pela UFBA. É pesquisador do laboratório Tecnologia em Computação Gráfica (Tecgraf) da PUC-Rio desde 2008, onde trabalha no desenvolvimento de um *middleware* para integração de aplicações baseadas em componentes distribuídos em parceria com a Petrobras S/A.

Ficha Catalográfica

Barbosa Junior, Amadeu Andrade

Implantação de componentes de software distribuídos multi-linguagem e multi-plataforma / Amadeu Andrade Barbosa Júnior; orientador: Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2009.

v., 113 f: il. ; 29,7 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Componentes. 3. Programação baseada em componentes. 4. Implantação. 5. Middleware. 6. Sistemas distribuídos. I. Cerqueira, Renato. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

A formação de um pesquisador vai além do que as disciplinas podem ensinar. O convívio com pessoas extraordinárias nos fazem crescer socialmente e também tecnicamente. Por sorte, eu sempre estive envolvido por pessoas fantásticas durante todo o mestrado.

No âmbito familiar, minha mãe (Ana Maria) e minha esposa (Yuri Ki) sempre suportaram minhas crises existenciais e as tensões nos momentos mais difíceis. Meu pai (Amadeu Barbosa) infelizmente não pode gozar tanto dessa fase recente da minha vida por suas complicações de saúde. Entretanto, cultivo no interior do meu ser tudo que ele me fez aprender. À “Mainha” (Ana Maria) devo-lhe tudo que tenho e sou enquanto ser humano digno e trabalhador, afinal não conheço outra pessoa com tamanhas qualidades nesses aspectos. Minha esposa (Yuri Ki), em especial, tenta incansavelmente me ensinar a não ser um *workaholic* e investir mais em outras áreas da minha vida. Realmente, Yuri Ki tem uma missão quase-impossível, mas depois dessa fase do mestrado, comprometo-me a ser mais consciente comigo e com a nossa relação.

No âmbito acadêmico, é indiscutível a contribuição do meu orientador (Renato Cerqueira) para o desenvolvimento deste trabalho. Ele foi – inclusive transcendendo o âmbito acadêmico e profissional – um grande amigo que sempre me entendeu nos momentos difíceis e sempre me apoiou quando eu precisava daquela palavra de incentivo para continuar programando, lendo artigos e escrevendo. O Renato foi um grande “pai-acadêmico”, de nível igual às tantas “mães-acadêmicas” que tive o prazer de conhecer durante minha graduação pela UFBA.

Profissionalmente, esses 2 anos de mestrado reservaram grandes surpresas para mim. Nunca me imaginei trabalhando com um grupo tão produtivo e ativo como aquele que encontrei no Tecgraf. De fato, o Tecgraf é um modelo de sucesso a ser seguido e que fornece condições físicas e humanas muito boas para o desenvolvimento da tecnologia em nosso país.

E os amigos, tantos amigos, muitos fisicamente distantes mas intensamente perto graças à abundância de recursos que a Internet nos fornece. Aos novos amigos, em particular, Cadu, Victor, Maciel e Eduardo Fonseca agradeço os tantos desabafos que ouviram, que ouvem e ainda ouvirão visto que entrarei no doutorado. A todos meus sinceros cumprimentos.

Por fim, agradeço à CAPES e à PUC-Rio pelos auxílios e infraestrutura concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Resumo

Barbosa Junior, Amadeu Andrade; Cerqueira, Renato. **Implantação de Componentes de Software Distribuídos Multi-Linguagem e Multi-Plataforma**. Rio de Janeiro, 2009. 113p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta uma infraestrutura para implantação remota e descentralizada de componentes de software distribuídos, multi-linguagem e multi-plataforma. Diferente de outros trabalhos, essa infraestrutura suporta a instalação local de componentes com dependências estáticas, que são geridas por um sistema de pacotes, semelhante àqueles usados em sistemas operacionais baseados em Linux. A fim de simplificar a gestão do ambiente de execução e do ciclo de vida dos componentes, essa infraestrutura oferece uma interface programática que permite o planejamento da implantação e o mapeamento físico por níveis graduais de detalhamento. Os níveis graduais de detalhamento ajudam na modularização dos planos de implantação e permitem o mapeamento automático, semi-automático ou totalmente manual dos componentes no ambiente de execução e nas máquinas físicas. Isso garante ao desenvolvedor um maior controle sobre a distribuição dos recursos, caso necessite. O projeto dessa infraestrutura visa facilitar trabalhos futuros, como o desenvolvimento de novas estratégias automáticas da implantação e a integração com linguagens de descrição de arquitetura.

Palavras-chave

Componentes. Programação baseada em componentes. Implantação. Middleware. Sistemas distribuídos.

Abstract

Barbosa Junior, Amadeu Andrade; Cerqueira, Renato (Advisor). **Deployment of Distributed, Multi-Language and Multi-Platform Component-based Software**. Rio de Janeiro, 2009. 113p. MsC Thesis — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work presents an infrastructure for remote and decentralized deployment of distributed, multi-language and multi-platform component-based applications. Unlike other component deployment systems, this infrastructure supports the local installation of static dependencies, which are managed by a packaging system, similar to those used in Linux-based operating systems. In order to simplify the management of the execution environment and the component's life-cycle, this infrastructure provides an API that allows the deployment planning and the physical mapping by incremental level of details. The incremental level of details promote the modularisation of deployment plans and allow the automatic, semi-automatic or fully manual mapping of components in the execution environment and the physical resources. This provides a better control over the distribution of resources to the developer, if needed. The design of this infrastructure aims to provide a basis for future work, as the development of new strategies for automatic deployment and the integration with architecture description languages.

Keywords

Component. Component-based programming. Deployment. Middleware. Distributed systems.

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Objetivos e Contribuições	14
1.2	Estrutura do Documento	15
2	Estado da Arte na Implantação de Componentes	16
2.1	Implantação Distribuída	16
2.2	Critérios para Classificação	18
2.2.1	Controle da Implantação	18
2.2.2	Suporte à Composição	19
2.2.3	Repositórios de Implementações	20
2.2.4	Abstração da Distribuição	21
2.2.5	Modelo de Dependências	21
2.2.6	Abrangência Tecnológica	22
2.3	Tecnologias de Implantação Distribuída	23
2.3.1	Enterprise JavaBeans	23
2.3.2	OpenCom e Plastik	26
2.3.3	OMG CCM e OpenCCM	29
2.3.4	OMG D&C e DAnCE	35
2.3.5	ADAGe	39
2.3.6	CoRDAGe	42
2.3.7	Fractal e DeployWare	44
2.4	Considerações finais	48
3	SCS: Modelo de Componentes e Infraestrutura de Execução	50
3.1	Modelo de Componentes	50
3.2	Infraestrutura de Execução para Componentes	51
3.3	Análise do Suporte Previsto à Implantação	52
4	Instalação das Dependências Estáticas por Sistemas de Pacotes	54
4.1	Motivação e Requisitos	54
4.2	Reuso do Sistema de Pacotes LUAROCKS	57
4.2.1	Descrições de Pacotes, Dependências e Portabilidade	57
4.2.2	Empacotamento, Repositórios, Transparência de localização e Procedimento de Obtenção	59
4.2.3	Versionamento de Pacotes	60
4.2.4	Controle do Escopo	60
4.2.5	Facilidade de Reuso e Extensão	61
4.3	Modificações no LuaRocks para Suporte Multi-Linguagem	62
4.4	Incorporando o Sistema de Pacotes na Infraestrutura de Execução SCS	62
4.5	Considerações Finais	66
5	Infraestrutura de Implantação para Componentes Distribuídos	67
5.1	Visão Geral dos Serviços	68
5.1.1	Serviço <i>Packager</i>	69

5.1.2	Serviço <i>DeployManager</i>	70
5.2	Planejamento da Implantação	71
5.3	Níveis Graduais de Detalhamento	73
5.4	Acesso aos Repositórios	75
5.5	Escalabilidade da Implantação	76
5.6	Limitações da Implementação Atual	77
5.7	Considerações Finais	78
6	Estudos de Caso	80
6.1	Serviço de Eventos CORBA	80
6.2	Aplicação MapReduce	86
6.3	Considerações finais	88
7	Conclusão	90
8	Referências Bibliográficas	93
A	Apêndice	101
A.1	IDL do SCS integrado ao LuaRocks	101
A.2	IDL dos Descritores Propostos	101
A.3	IDL dos Serviços para Implantação	101
A.4	Algoritmos do Mecanismo de Mapeamento Automático	101

Lista de figuras

2.1	Um ciclo de vida com suporte ideal à composição de componentes	20
2.2	Arquitetura do Enterprise Java Beans 3.0	24
2.3	Componentes da infraestrutura de execução do OpenCom (fonte: [11])	28
2.4	Modelo de componentes CCM	30
2.5	Relação entre objetos no processo de implantação (fonte: [32])	31
2.6	Organização dos descritores de componentes do CCM (fonte: [32])	32
2.7	Capturas de tela da ferramenta de empacotamento do OpenCCM	33
2.8	Arquitetura interna e etapas da implantação no DAnCE (fonte: [13])	36
2.9	Arquitetura do ADAGe (fonte: [17])	41
2.10	Alteração da perspectiva do usuário com o CoRDAGe (fonte: [41])	43
2.11	Modelo de componentes Fractal	45
2.12	Relações entre metamodelos, modelos FDF e Fractal	46
2.13	Componente Fractal gerado pela descrição FDF (fonte: [6])	47
3.1	Exemplo de componente SCS com facetas e receptáculos	50
3.2	Componentes da infraestrutura de execução para aplicações SCS	52
4.1	infraestrutura de execução SCS com suporte a empacotamento	66
5.1	Visão geral do uso da infraestrutura de implantação distribuída	68
5.2	Relações entre as entidades virtuais e o DeployManager	71
6.1	Arquitetura do Serviço de Eventos CORBA encapsulado como componentes SCS	81
6.2	Arquitetura da aplicação MapReduce (fonte: [62])	86
6.3	Diagrama dos componentes da aplicação MapReduce	87

Lista de tabelas

2.1	Classificação do EJB 3.0 incluindo o uso do JMX	26
2.2	Classificação do OpenCom incluindo o uso do Plastik	29
2.3	Classificação do CCM incluindo o uso do OpenCCM	34
2.4	Classificação da OMG D&C incluindo o uso do DAnCE	39
2.5	Classificação do ADAGe	42
2.6	Classificação do CoRDAGe	44
2.7	Classificação do Fractal com uso do DeployWare	48
2.8	Classificação de todas tecnologias segundo os critérios propostos	49
3.1	Classificação do SCS incluindo o uso da infraestrutura de execução	53
5.1	Comparação entre as classificações da infraestrutura de execução original do SCS e a nova infraestrutura de implantação	79

Encontra-se portanto na ética e na estética do hacker, ou, mais precisamente, do movimento do software livre, a aplicação prática de uma concepção de riqueza despida de “sua forma burguesa idiota”: o “trabalho”, no sentido econômico, desaparece na “atividade pessoal”; a produção serve ao “desenvolvimento da principal força produtiva humana” e – assim também constava no final do Manifesto Comunista – “o desenvolvimento do outro é também a condição do desenvolvimento próprio”. O Imaterial, 2003.

André Gorz (1923–2007)