

Paulo Roberto França de Souza

**Uma ferramenta para reconstrução da
sequência de interações entre componentes de
um sistema distribuído**

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
Abril de 2011



Paulo Roberto França de Souza

**Uma ferramenta para reconstrução da
sequência de interações entre componentes de
um sistema distribuído**

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 Ciência da Computação — LNCC

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 04 de Abril de 2011

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

Paulo Roberto França de Souza

Graduou-se em Engenharia da Computação pelo IME-RJ e realizou curso de especialização em Telecomunicações na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Pós-Graduação Lato Sensu)

Ficha Catalográfica

França de Souza, Paulo Roberto

Uma ferramenta para reconstrução da sequência de interações entre componentes de um sistema distribuído / Paulo Roberto França de Souza; orientador: Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Informática, 2011.

v., 66 f: il. ; 29,7 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

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

CDD: 004

Agradecimentos

No limiar entre a ciência e a religião, acaba sempre aflorando a discussão sobre a existência de Deus. Mesmo com olhos científicos, é inegável a extraordinária beleza e complexidade dos fenômenos que observamos no universo. A existência de teorias científicas e modelos matemáticos que nos permitem raciocinar sobre o universo a nossa volta, jamais conseguirá invalidar, ao meu ver, a existência de um Deus supremo.

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela saúde e por todas as coisas maravilhosas que nos cercam.

A formação do ser humano, enquanto indivíduo inserido em uma sociedade, começa no seio da família. Deixo meus agradecimentos, em segundo lugar, a minha família, em especial a minha mãe (Tânia) e minha avó (Paulina), por toda dedicação e esforço despendido em minha educação moral e acadêmica, inclusive ensinando que o conhecimento abre as portas do sucesso.

No ambiente profissional, os amigos e companheiros tem contribuição inquestionável na formação profissional, através da valorosa troca de experiências e ideias à que o convívio profissional nos expõe. Nesse ponto, o convívio com pessoas altamente competentes, dedicadas e bem humoradas é um privilégio, que merece o registro de agradecimento.

Em especial agradeço, ao professor Renato Cerqueira pela paciência e pela imensurável contribuição norteando o andamento deste trabalho. Não seria exagero dizer que a dedicação e apoio por ele dispensados foram fundamentais na conclusão do presente trabalho.

Meus sinceros cumprimentos e agradecimentos a todos meus amigos, sempre dispostos a oferecer uma mão amiga nas horas de dificuldades, principalmente aos amigos da PUC-Rio, em particular, Amadeu, Paulo (PauloSS), Sérgio e Andréa, que ofereceram apoio técnico, além de incentivo (mesmo nos momentos mais críticos) indispensáveis para a continuação e conclusão deste trabalho.

Não poderia deixar de agradecer a CAPES e PUC-Rio pela infraestrutura tecnológica e financeira que viabilizaram a realização deste trabalho.

Por fim devo deixar meus agradecimentos a todos aqueles que de qualquer forma tenham contribuído, direta ou indiretamente, no apoio ou na realização deste trabalho.

Resumo

França de Souza, Paulo Roberto; Cerqueira, Renato. **Uma ferramenta para reconstrução da sequência de interações entre componentes de um sistema distribuído**. Rio de Janeiro, 2011. 66p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Sistemas distribuídos frequentemente apresentam um comportamento em tempo de execução diferente do esperado pelo programador. A análise estática, somente, não é suficiente para a compreensão do comportamento e para o diagnóstico de problemas nesses sistemas, em razão da sua natureza não determinística, reflexo de características inerentes como concorrência, latência na comunicação e falha parcial. Sendo assim, torna-se necessário um melhor entendimento das interações entre os diferentes componentes de software que formam o sistema, para que o desenvolvedor possa ter uma melhor visão do comportamento do sistema durante sua execução. Neste trabalho, apresentamos uma ferramenta que faz a reconstrução das interações entre os componentes de uma aplicação distribuída, oferecendo uma visão das linhas de execução distribuídas e permitindo o acompanhamento das sequências de chamadas remotas e a análise das relações de causalidade. Essa ferramenta também faz a persistência do histórico dessas interações ao longo do tempo, correlacionando-as à arquitetura do sistema e aos dados de desempenho. Assim, a ferramenta proposta auxilia o desenvolvedor a melhor compreender cenários que envolvem comportamentos indevido do sistema e a restringir o escopo da análise do erro, facilitando a busca de uma solução.

Palavras-chave

Componentes de software; Depuração; Middleware; Sistemas distribuídos; Programação baseada em componentes.

Abstract

França de Souza, Paulo Roberto; Cerqueira, Renato (Advisor). **A tool for rebuilding the sequence of interactions between components of a distributed system**. Rio de Janeiro, 2011. 66p. MSc Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Distributed systems often present a runtime behavior different than what is expected by the programmer. Static analysis is not enough to understand the runtime behavior and to diagnoses errors. This difficulty is caused by the non-deterministic nature of distributed systems, because of their inherent characteristics, such as concurrency, communication latency and partial failure. Therefore, it's necessary a better view of the interactions between the system's software components in order to understand its runtime behavior. In this work we present a tool that rebuilds the interactions among distributed components, presents a view of distributed threads and remote call sequences, and allows the analysis of causality relationships. Our tool also stores the interactions over time and correlates them to the system architecture and to performance data. The proposed tool helps the developer to better understand scenarios involving an unexpected behavior of the system and to restrict the scope of error analysis, making easier the search for a solution.

Keywords

Software Components; Debugging; Middleware; Distributed systems; Component-based programming.

Sumário

1	Introdução	11
1.1	Objetivos e contribuições	12
1.2	Estrutura do documento	14
2	Trabalhos Relacionados	15
3	SCS: Sistema de Componentes de Software	19
3.1	O modelo do componente SCS	19
3.2	Infra-estrutura de execução	20
3.3	Infra-estrutura de monitoramento	20
3.3.1	Os interceptadores definidos por CORBA	22
4	O mecanismo de reconstrução das sequências de interações	24
4.1	Transações Distribuídas	24
4.2	A arquitetura da ferramenta	29
4.2.1	O mecanismo para estabelecer as relações de causalidade	31
4.2.2	O componente TraceLogger	38
4.2.3	Os clientes do TraceLogger	40
4.3	Considerações finais	41
5	Avaliações	45
5.1	Aplicação utilizada	45
5.2	Avaliação do modelo de dados	48
5.3	Impacto no desempenho	52
6	Conclusão	61
6.1	Trabalhos Futuros	62
7	Referências Bibliográficas	64

Lista de figuras

3.1	Modelo de componente SCS	20
3.2	Pontos de interceptação	22
4.1	Exemplo de transação (código)	25
4.2	Exemplo de transação: (diagrama)	25
4.3	Transação: chamadas síncronas	27
4.4	Transações derivadas: chamadas assíncronas	27
4.5	Transações concorrentes	28
4.6	TraceLogger: Arquitetura	30
4.7	Propagação da estrutura <i>TransactionStats</i> durante a execução da chamada remota	33
4.8	Descrição dos campos da estrutura da listagem 4.1	35
4.9	Modelo de dados	39
4.10	Arquitetura interna: <i>TraceLogger</i> e Visualizador	40
4.11	Descrição dos campos da estrutura <i>RemoteCall</i>	43
4.12	Visualizador de transações	44
5.1	Openbus: Serviços Básicos	46
5.2	Diagrama de componentes da aplicação	47
5.3	Comparação entre os tempos totais de execução (Testes feitos em Lua)	56
5.4	Comparação entre os tempos totais de execução dos métodos (Testes feitos em Lua)	57
5.5	Comparação entre os tempos totais de execução dos métodos (Testes feitos em Java)	57
5.6	Comparação entre os tempos totais de execução dos métodos (Testes feitos em Java)	58
5.7	Comparação entre os tempos de resposta dos métodos (Testes feitos em Lua)	58
5.8	Comparação entre os tempos de resposta dos métodos (Testes feitos em Lua)	59
5.9	Comparação entre os tempos de resposta dos métodos (Testes feitos em Java)	59
5.10	Comparação entre os tempos de resposta dos métodos (Testes feitos em Java)	60

Lista de tabelas

5.1	Tabela com os valores médios dos tempos totais de execução dos métodos	52
5.2	Tabela com os valores médios da sobrecarga nos tempos totais de execução	54
5.3	Tabela com os valores do tempo médio de resposta	55
5.4	Tabela com os valores médios da sobrecarga nos tempos de resposta	56

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

Albert Einstein (1879-1955)