



Bernardo Arraes Vinhosa

**Uma Abordagem para a Evolução Transparente em
Repositórios de Medição de Software
O sistema Clairvoyant**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Arndt von Staa

Rio de Janeiro
Março de 2007



Bernardo Arraes Vinhosa

**Uma Abordagem para a Evolução Transparente em
Repositórios de Medição de Software
O sistema Clairvoyant**

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

Prof. Arndt von Staa

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Guilherme Horta Travassos

Programa de Engenharia de Sistemas e Computação – UFRJ

Prof. Ricardo Choren Noya

Seção de Engenharia de Computação – IME

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 23 de março de 2007

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

Bernardo Arraes Vinhosa

Graduou-se em Engenharia de Computação pela PUC-Rio em 2004. Atualmente é analista da Equipe de Métricas do Departamento de Tecnologia da Informação do Banco Central do Brasil, atuando predominantemente em trabalhos relacionados ao armazenamento e análise de dados de medição de software.

Ficha Catalográfica

Vinhosa, Bernardo Arraes

Uma abordagem para a evolução transparente em repositórios de medição de software : o sistema Clairvoyant / Bernardo Arraes Vinhosa ; orientador: Arndt Von Staa – 2007.

109 f. : il.(col.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Informática)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Engenharia de software. 3. Medição de software. 4. Repositórios de medição de software. 5. Evolução de esquema. 6. Evolução transparente de esquema. I. Staa, Arndt von. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Arndt von Staa, a quem admiro profundamente. Ser seu orientado foi um enorme aprendizado e um prazer.

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

À minha família, pelo apoio irrestrito que recebo desde o começo da minha vida. Não há a menor dúvida que tenho que dividir uma parcela do mérito de toda e qualquer conquista minha com vocês.

Aos meus amigos, que me apoiaram, mesmo com os “efeitos colaterais” desta minha empreitada. Obrigado pela paciência com um amigo às vezes ausente, e às vezes ansioso nessa fase crítica.

Aos meus colegas da PUC-Rio e do Banco Central, que tiraram dúvidas, me acalmaram em momentos de ansiedade e me levaram a ter uma visão mais pragmática do meu trabalho.

Aos professores que participaram da Comissão examinadora.

A todos os professores e funcionários do Departamento pela ajuda em inúmeros momentos.

Resumo

Vinhosa, Bernardo Arraes; Staa, Arndt von. **Uma Abordagem para a Evolução Transparente em Repositórios de Medição de Software: o sistema Clairvoyant**. Rio de Janeiro, 2007. 109p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O sistema Clairvoyant é um protótipo de repositório de medições de software cujo diferencial é oferecer a capacidade de evolução transparente do modelo de medição. Isso quer dizer que as alterações no modelo de medição podem ser feitas sem expor a estrutura interna do armazenamento de medições que torna possível essa evolução. A importância desse tema advém do fato das necessidades de informação que geram as medições em ambientes de engenharia de software estarem em constante mudança. Para que o sistema Clairvoyant comportasse a evolução transparente do modelo de medição, foi necessário dotá-lo de um meta-modelo de medições e um modelo de consultas adequados a este fim. Na dissertação são explicados esses modelos e a influência deles nos macro-processos operacionais do repositório de medição (manutenção do modelo de medições, importação de dados, consulta aos dados e exportação de dados).

Palavras-chave

Engenharia de software; medição de software; repositórios de medição de software; evolução de esquema; evolução transparente de esquema

Abstract

Vinhosa, Bernardo Arraes; Staa, Arndt von (Advisor). **An Approach to Evolution in Software Measurement Repositories: the Clairvoyant system.** Rio de Janeiro, 2007. 109p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The Clairvoyant system is a software measurement repository prototype which stands out for allowing transparent evolution in its measurement model. This means that changes can be made to its measurement model without revealing the underlying storage structure which makes possible this evolution. This is an important concern due to the fact that the information needs to which the measurements respond constantly evolve. The Clairvoyant system was designed based on a measurement meta-model and a measurement query model to make it possible to transparently evolve its measurement model. This work explains these models and studies their influence on the repository's operational macro-processes (measurement model maintenance, measurement data importing, measurement data querying and measurement data exporting).

Keywords

Software engineering; software measurement; software measurement repositories; schema evolution; transparent schema evolution

Sumário

1 Introdução	13
1.1. Motivação e contexto	13
1.2. Problema proposto	16
1.3. Abordagem	17
1.4. Contribuição	18
1.5. Estrutura do trabalho	19
2 Visão e escopo	20
2.1. Medição e análise de software	20
2.2. O armazenamento dos dados de medição de software	33
2.3. Alternativas para armazenamento	40
2.4. Evolução transparente do modelo de medição	43
3 Descrição da implementação: o sistema Clairvoyant	50
3.1. Estrutura do sistema	50
3.2. Operacionalização dos macro-processos	63
3.3. Arquitetura do sistema	71
3.4. Aspectos relevantes da implementação do sistema	74
3.5. Conclusão	74
4 Trabalhos relacionados	76
4.1. Repositórios de medições	77
4.2. Evolução de esquema em bancos de dados	84
4.3. Conclusão	88
5 Validação do sistema Clairvoyant	89
5.1. Escolha das medições coletadas	89
5.2. Operacionalização da medição	90
5.3. Princípios da validação com um estudo de evolução	91
5.4. Resultados do estudo de evolução	92

5.5. Conclusão	101
6 Conclusão	102
6.1. Contribuição do sistema Clairvoyant	102
6.2. Pontos de melhoria	104
6.3. Trabalhos futuros	105
7 Referências bibliográficas	107

Lista de tabelas

Tabela 1 – Medições recomendadas pelo PSP (Humphrey, 1995).....	24
Tabela 2 – Exemplos de medições apresentadas pelo PSM (McGarry et al., 2003).....	26
Tabela 3 – Áreas de processo do modelo CMMI discriminadas por nível de maturidade e categoria (SEI, 2002)	28
Tabela 4 - Exemplos de entidades, atributos e relacionamentos	35
Tabela 5 – operações de modificação de estrutura de esquema em bancos de dados relacionais, segundo (Roddick et al, 1993).....	46
Tabela 6– Resultados esperados para a consulta Query_1 na etapa 1 do processo de validação.....	93
Tabela 7 – Resultados obtidos pela consulta Query_1 na etapa 1 do processo de validação	93
Tabela 8 – Resultados esperados para a consulta Query_1 na etapa 2 do processo de validação.....	94
Tabela 9 – Resultados esperados para a consulta Query_2 na etapa 2 do processo de validação.....	94
Tabela 10– Resultados obtidos pela consulta Query_1 na etapa 2 do processo de validação	94
Tabela 11 – Resultados obtidos pela consulta Query_2 na etapa 2 do processo de validação	95
Tabela 12 – Resultados esperados para a consulta Query_3 na etapa 3 do processo de validação.....	96
Tabela 13 – Resultados obtidos pela consulta Query_3 na etapa 3 do processo de validação	96
Tabela 14 – Resultados esperados para a consulta Query_2 na etapa 4 do processo de validação.....	97
Tabela 15 – Resultados obtidos pela consulta Query_2 na etapa 4 do processo de validação	97

Tabela 16 – Resultados esperados para a consulta Query_2 na etapa 5 do processo de validação.....	99
Tabela 17 – Resultados esperados para a consulta Query_4 na etapa 5 do processo de validação.....	99
Tabela 18 – Resultados obtidos pela consulta Query_2 na etapa 5 do processo de validação	100
Tabela 19 – Resultados obtidos pela consulta Query_4 na etapa 5 do processo de validação	100

Lista de figuras

Figura 1 – Visão de ciclo de medição e análise inspirada no CMMI (SEI, 2002) e adotada pelo sistema Clairvoyant	31
Figura 2 – Representação conceitual do meta-modelo de medição do sistema Clairvoyant, inspirada por (Harrison, 2004) e (Palza et al., 2003)	53
Figura 3 – representação relacional do meta-modelo de medição do sistema Clairvoyant	56
Figura 4 – Modelo de consulta do sistema Clairvoyant	61
Figura 5 – representação do meta-modelo de medição implementado no Repositório Universal de Métricas (adaptado de Harrison, 2004)	78
Figura 6: representação do meta-modelo do repositório do Modelo Multidimensional de Medição (adaptado de Palza et al. , 2003)	81
Figura 7: Os três módulos do sistema COMPASSO – personalizador, medidor e analisador (adaptado de Franca et al., 1999)	83

Lista de abreviaturas e siglas

CMM – *Capability Maturity Model*

CMM – *Capability Maturity Model Integration*

COQ – *Cost of Quality*

CPI – *Cost Performance Index*

CSDL – *Collaborative Software Development Laboratory*

ETL – *Extraction, Transformation and Loading*

LOC – *Lines of Code*

MPS.BR – *Melhoria de Processo do Software Brasileiro*

OLAP – *On-Line Analytical Processing*

PISE – *Program Independency Schema Evolution*

PSM – *Practical Software and Systems Measurement*

PSP – *Personal Software Process*

SEI – *Software Engineering Institute*

SGBD – *Sistema Gestor de Bancos de Dados*

SPC – *Software Productivity Center*

SQL – *Structured Query Language*

TSE – *Transparent Schema Evolution*

TSQL – *Temporal Structured Query Language*

XML – *eXtensible Markup Language*