



Geraldo da Silva Rocha Netto

**Escalonamento Flexível de Workflows
com Restrições Temporais**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Marco Antonio Casanova

Rio de Janeiro

Abril de 2008



Geraldo da Silva Rocha Netto

**Escalonamento Flexível de Workflows
com Restrições Temporais**

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. Marco Antônio Casanova
(Orientador)

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Antônio Luz Furtado

Departamento de Informática – PUC-Rio

Melissa Lemos

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 15 de abril de 2008

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

Geraldo da Silva Rocha Netto

Graduou-se em Engenharia Mecânica na UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) em 1992.

Ficha Catalográfica

Netto, Geraldo da Silva Rocha

Escalonamento Flexível de Workflows com Restrições Temporais / Geraldo da Silva Rocha Netto ; orientador: Marco Antonio Casanova ; - Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Informática, 2007.

75 f. : il. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Bioinformática. 3. Banco de dados. 4. Workflow. 5. Ontologia. 6. Framework de software. I. Casanova, Marco Antônio. II. Miranda, Antônio Basílio de. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. IV. Título.

CDD:007

A Fabiana e meus filhos por todo apoio e paciência a mim dedicados durante a realização deste trabalho.

Agradecimentos

A Deus, por iluminar-me e abençoar-me sempre.

A minha esposa, Fabiana Goulart Rocha, a quem tanto amo, pelo seu amor, carinho, torcida, companheirismo durante este longo caminho, paciência e compreensão nas inúmeras ocasiões em que eu não pude dar-lhe a merecida atenção e por tornar meus dias mais felizes.

Aos meus filhos, Ricardo, Leonardo, Eduardo e Beranrdo meus amigos que sempre estão ao meu lado, torcem por mim, acompanhando e incentivando meus estudos.

Ao meu orientador, o Professor Marco Antonio Casanova, que tem minha eterna gratidão e admiração, pela excelente orientação, por sua dedicação e disponibilidade incansáveis, por suas idéias brilhantes, pela credibilidade depositada em mim, pela serenidade de nossas conversas que não me deixavam desanimar, por seus ensinamentos, puxões de orelha e pela parceria imprescindível para a realização desta tese.

Resumo

Netto, Geraldo Silva Rocha; Casanova, Marco Antonio (Orientador); **Escalonamento Flexível de Workflows com Restrições Temporais**. Rio de Janeiro, 2007, 75 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A especificação de planos deve levar em consideração restrições temporais e restrições sobre o uso de recursos, associadas a cada ação. A abordagem clássica para a execução de planos com tais restrições trabalha em duas fases, que se alternam. Na primeira fase, determina-se o conjunto das ações prontas para execução, sob o ponto de vista de controle de execução. Na segunda fase, consideram-se as restrições temporais e sobre o uso de recursos para gerar um escalonamento viável das ações. Esta separação em duas fases pode levar a ineficiências face à necessidade de refazer a primeira fase quando se detectam inconsistências insanáveis na segunda fase. Esta dissertação inicialmente propõe um modelo para planos que incorpora uma linguagem, bastante rica, para especificar restrições temporais. Em seguida, apresenta um algoritmo para execução de planos com escalonamento, que busca integrar as duas fases anteriormente apontadas.

Palavras-chave

Planejamento; Escalonamento; Restrições Temporais; Planos; Banco de Dados;

Abstract

Netto, Geraldo Silva Rocha; Casanova, Marco Antonio (Advisor); **Flexible Workflow Scheduling with Temporal Restrictions**. Rio de Janeiro, 2007, 75 p. Dissertation – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Any realistic plan specification must take into account temporal and resource restrictions for actions. The classical approach for executing plans with restrictions works in two alternating phases. During the first phase, the set of actions that are ready to be executed is determined. In the second phase, temporal and resource restrictions are taken into account to generate a viable scheduling for the ready actions. This separation into two phases may lead to inefficiencies, when inconsistencies in the second phase force backtracking to the first phase. This dissertation first proposes a plan model that incorporates a rich language to specify temporal restrictions. Then, it introduces a plan execution algorithm that integrates the two phases mentioned above, thereby reducing as much as possible the need for backtracking.

Keywords

Planning; Scheduling; Temporal Restrictions; Plans; Data Base.

Sumário

1	Introdução	11
1.1	Motivação	11
1.2	Abordagem Proposta	14
1.3	Contribuição da Dissertação	16
1.4	Organização da Dissertação	16
2	Conceitos Básicos	18
2.1	<i>Workflows</i> , Planos e Flexibilidade	18
2.2	Falhas, Exceções e Restrições	19
2.2.1	Falhas	19
2.2.2	Exceções	20
2.2.3	Restrições	22
2.3	Propriedades e características de sistemas de <i>workflow</i> flexíveis	25
2.4	Planejamento e escalonamento	29
2.4.1	O problema de planejamento	29
2.4.2	O problema do escalonamento	32
2.4.3	Escalonamento e planejamento integrados	34
3	Satisfação de Restrições	38
3.1	O Problema de satisfação de restrições (PSR)	38
3.2	O Problema de satisfação de restrições temporais (PSRT)	40
3.3	Representação do problema de satisfação de restrições temporais	42
4	Planejamento e Escalonamento Integrados	46
4.1	Introdução	46
4.2	Abordagens para Integração de Planejamento e Escalonamento	47
4.2.1	Arquitetura com acoplamento fraco	48
4.2.2	Arquitetura com acoplamento forte	49
4.3	Integração de Planejamento e Escalonamento	49
4.3.1	Arquitetura de Integração	49

4.3.2 Algoritmo de planejamento	51
4.3.3 Algoritmo de Escalonamento	56
4.4 Conclusão	66
4.5 Exemplo de Aplicação	64
5 Conclusões	68
6 Referências bibliográficas	69

Lista de Figuras

Figura 1 – Problema do Ferry Boat	11
Figura 2 – Problema da Lavanderia	12
Figura 3 – Esquema de fluxo de tarefas com restrições	13
Figura 4 – Arquitetura de Integração	15
Figura 5 - Seqüência de geração de workflow	29
Figura 6 - Processo de desenvolvimento e execução	30
Figura 7 – Representação temporal	41
Figura 8 - Restrições não disjuntivas	43
Figura 9 - Arquitetura com acoplamento fraco	48
Figura 10 - Arquitetura com acoplamento forte	48
Figura 11 - Arquitetura proposta para a integração	49
Figura 12 - Restrições Disjuntivas	51