

Dárlinton Barbosa Feres Carvalho

**Um Framework para Construção de
Vocabulário e sua Aplicação ao Problema de
Seqüenciamento de Carros**

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

Orientadores: Prof. Carlos José Pereira de Lucena
Prof. Celso da Cruz Carneiro Ribeiro

Rio de Janeiro
Março de 2007

Dárlinton Barbosa Feres Carvalho

**Um Framework para Construção de
Vocabulário e sua Aplicação ao Problema de
Seqüenciamento de Carros**

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. Celso da Cruz Carneiro Ribeiro

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Edward Hermann Haeusler

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Noemi Rodriguez

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Simone Lima Martins

Departamento de Ciência da Computação – UFF

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 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.

Dárlinton Barbosa Feres Carvalho

Graduou-se na Universidade Federal de Ouro Preto (Ouro Preto, Brasil), cursando Ciência da Computação. Atualmente é Analista de Sistemas Sênior no Departamento de Modernização e Programas da Educação Superior da Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação.

Ficha Catalográfica

Carvalho, Dárlinton Barbosa Feres

Um Framework para Construção de Vocabulário e sua Aplicação ao Problema de Seqüenciamento de Carros / Dárlinton Barbosa Feres Carvalho; orientadores: Carlos José Pereira de Lucena, Celso da Cruz Carneiro Ribeiro. – 2007.

100 f.: il. ; 30 cm

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

Inclui bibliografia.

1. Informática – Teses. 2. Construção de Vocabulário. 3. Heurísticas. 4. Frameworks. 5. Seqüenciamento de Veículos. 6. Otimização Combinatória. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Ribeiro, Celso da Cruz Carneiro. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. IV. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

À minha família toda: papai, mamãe, irmãos, avós. Especialmente, vovó Odete que sentia minha ausência, mas compreendia com seu carinho.

Aos meus orientadores pelo exemplo, apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas da PUC-Rio, pelo excelente ambiente para pesquisa e produção. Em especial para os amigos Thiago Noronha, Bruno, Leonardo, Rodrigues, Pedro, Vinícius, Malcher, Sebastian, Eraldo, Daniel, Machado, Sérgio, entre outros não menos importantes que ficam nas lembranças do coração.

Aos mestres e amigos Marccone, Elton e Gromato pelos fundamentos para realização deste trabalho.

Ao pessoal do departamento de Informática pela ajuda de todos os dias, em particular à Professora Clarisse, Débora e Solange.

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

Resumo

Carvalho, Dárlinton Barbosa Feres; Lucena, Carlos José Pereira de; Ribeiro, Celso da Cruz Carneiro. **Um Framework para Construção de Vocabulário e sua Aplicação ao Problema de Seqüenciamento de Carros**. Rio de Janeiro, 2007. 100p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Construção de vocabulário é uma heurística para problemas de otimização combinatória que propõe identificar porções de boas soluções e recombina-las de modo a intensificar a busca em regiões do espaço de soluções identi-ficadas como promissoras. A técnica de construção de vocabulário pode ser aplicada de diversas maneiras na resolução de problemas. Para facilitar a implementação e comparação de algoritmos de um mesmo domínio, a tec-nologia de *frameworks* é uma solução que já demonstrou ser muito eficaz. O objetivo deste trabalho é desenvolver um *framework* para a implementação de heurísticas baseadas em construção de vocabulário. O desenvolvimento foi fundamentado em extensa revisão bibliográfica sobre a técnica e em boas práticas de engenharia de software, como *frameworks* orientados a objetos e padrões de projeto. Como um estudo de caso, foram geradas aplicações a partir do *framework* para a resolução do problema de seqüenciamento da produção de carros, que é um problema combinatório proposto a partir de necessidades reais da indústria.

Palavras-chave

Construção de Vocabulário. Heurísticas. Frameworks. Seqüencia-mento de Veículos. Otimização Combinatória.

Abstract

Carvalho, Dárlinton Barbosa Feres; Lucena, Carlos José Pereira de; Ribeiro, Celso da Cruz Carneiro. **A Framework for Vocabulary Building Heuristic and yours Application to the Car Sequencing Problem**. Rio de Janeiro, 2007. 100p. MSc Thesis – Department of Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Vocabulary building is a heuristic for solving combinatorial optimization problems, based on the identification of solution fragments which are common to good solutions and on their combination to intensify the search on promising regions of the solution space. This technique can be vastly applied on problem solving. The technology of frameworks is an efficient strategy to facilitate the implementation and comparison of same domain algorithms. The objective of this work is to develop a framework for the implementation of heuristics based on vocabulary building. Its development was based on a wide bibliographic revision about the technique and good software engineering practices, like oriented objects frameworks and design patters. We generated applications of the framework to solve the car sequencing problem, which is a combinatorial problem proposed by real requirements of the industry.

Keywords

Vocabulary Building. Heuristics. Frameworks. Car Sequencing Problem. Combinatorial Optimization.

Sumário

1	Introdução	11
2	Construção de vocabulário	14
2.1	Descrição geral	15
2.2	Revisão da literatura	19
3	Framework	27
3.1	Pontos fixos	28
3.2	Pontos flexíveis	29
3.3	Padrões de projeto utilizados	30
3.4	Diagrama de classes	34
3.5	Algoritmos	36
4	Estudo de caso: Problema de seqüenciamento de carros	41
4.1	Descrição do problema	41
4.2	Estratégia algorítmica	45
5	Experimentos computacionais	58
5.1	Heurística HCV1	60
5.2	Heurística HCV2	63
5.3	Heurística HCV3	66
6	Conclusões e trabalhos futuros	69
	Referências Bibliográficas	72
A	Códigos desenvolvidos na implementação do framework	76

Lista de figuras

2.1	Processo de construção de vocabulário	15
3.1	Estrutura do padrão <i>template method</i>	30
3.2	Estrutura do padrão <i>strategy</i>	31
3.3	Estrutura do padrão <i>adapter</i>	33
3.4	Diagrama de classes	35
3.5	Pseudo-código da heurística para extração de palavras IntOpt1.	38
3.6	Pseudo-código da heurística para extração de palavras IntOpt2.	39
3.7	Pseudo-código da heurística para combinação de palavras ElntOpt.	40
4.1	Oficinas da linha de produção de uma fábrica de carros	41
4.2	Soluções com mesmo número de violações	46
4.3	Pseudo-código da heurística de busca local.	48
4.4	Pseudocódigo do algoritmo de minimização do primeiro objetivo.	51
4.5	Pseudocódigo do algoritmo de minimização do segundo objetivo.	54
4.6	Pseudocódigo do algoritmo de minimização do terceiro objetivo.	57

Lista de tabelas

2.1	Conjunto de soluções	17
2.2	Utilização do operador <i>INT</i>	17
2.3	Exemplo da aplicação do operador <i>INT</i>	18
2.4	Conjunto de palavras	18
2.5	Utilização do operador <i>EINT</i>	18
2.6	Utilização do operado <i>EINT</i> gerando frase inconsistente	19
5.1	Dados das instâncias dos conjuntos de teste A e B	59
5.2	Instâncias do teste A resolvidas pela heurística HCV1	62
5.3	Instâncias do teste B resolvidas pela heurística HCV1	63
5.4	Instâncias do teste A resolvidas pela heurística HCV2	65
5.5	Instâncias do teste B resolvidas pela heurística HCV2	67
5.6	Instâncias do teste A resolvidas pela heurística HCV3	68
5.7	Instâncias do teste B resolvidas pela heurística HCV3	68

Malleable forms of memory entail certain dangers — potential pitfalls that go hand in hand with the ability to provide valuable strategic opportunities. These dangers are the price to be paid for the evolution of “intelligent” mechanisms, including biological mechanisms embodied in a brain. This perspective invites a reconsideration of popular themes: e.g., if an increase in mental capacities creates such attendant risks, the act of acquiring a “knowledge of good and evil,” as in the Garden of Eden story, is an understandable basis for expulsion from a simpler (and safer) existence.

Fred Glover [12].