

UM MÉTODO HEURÍSTICO PARALELO PARA O PROBLEMA DO ROTEAMENTO DE VEÍCULOS COM FROTA HETEROGÊNEA E JANELA DE TEMPO

Matheus Costa Barbosa (Bolsista PIBIC/CNPq), Antonio Costa de Oliveira (Orientador, Departamento de Informática e Estatística/UFPI)

Introdução

Nas organizações, na Indústria, na Automação, na Logística e na própria Computação, uma grande variedade de problemas difíceis de otimização combinatória são problemas do tipo “*NP-Completo*”. Isto é, não é conhecido ainda um algoritmo polinomial para resolvê-lo (Garey, 1979).

Foram pesquisados e desenvolvidos, nas últimas quatro décadas, *métodos exatos* “eficientes” para resolver problemas “*NP-Completo*”. Os principais deles são:

- a) as técnicas de programação inteira (particionar & limitar e/ou planos de corte);
- b) a programação dinâmica; e
- c) a teoria dos grafos.

Devido, assim, às limitações dos métodos exatos, estes problemas difíceis costumam ser enfrentados por metaheurísticas que podem levar a uma boa solução a um custo computacional razoável tais como:

- a) algoritmos genéticos;
- b) busca tabu;
- c) busca em vizinhança variável;
- d) redes neurais e etc. (Goldberg e Luna, 2000), (Aarts et al., 2003), (Toulouse e Crainic, 2003).

O objetivo do projeto é investigar a paralelização de heurísticas e das metaheurísticas **busca tabu e busca em vizinhança variável** na resolução de problemas difíceis de roteamentos de veículos aplicados a cenários reais da atualidade.

O problema de roteamento de veículos consiste no atendimento de um conjunto de consumidores utilizando uma frota de veículos, que partem de um ou mais pontos, chamados depósitos.

Metodologia

A metodologia foi a mesma aplicada na maioria dos estudos e desenvolvimento de métodos computacionais convencionais, realizando-se primeiro um estudo teórico abrangendo todo o universo do problema para que a partir deste estudo fosse realizado o trabalho de desenvolvimento e implementação.

Neste trabalho, que consiste no estudo do Problema de roteamento de veículos com frota heterogênea e janela de tempo, foi feita uma separação macro, onde primeiro foi desenvolvido o trabalho sem a utilização do paralelismo, recurso este que dificulta bastante o desenvolvimento, e após todo o desenvolvimento/implementação de forma sequencial ter ficado pronto, adicionou-se o

paralelismo ao desenvolvimento/implementação na intenção de uma grande melhoria no desempenho do algoritmo.

O estudo teórico foi feito utilizando artigos científicos (estado da arte) sobre o tema em questão, livros e a experiência do orientador. Além disso, o projeto como um todo foi dividido em etapas, as quais são marcadas quando concluídas. Tal marcação se mostrou e mostra muito útil na gestão e controle do andamento do projeto.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos foram em sua maioria satisfatórios de uma forma geral, tanto pela parte teórica, quanto pela parte prática, sendo eles expostos a seguir:

- Estudo do conceito básico de heurística e metaheurística;
- Estudo de heurísticas construtivas e de melhorias;
- Estudo das metaheurísticas busca tabu e busca em vizinhança variável;
- Definição das estruturas de dados que mais se ajustam as implementações e escolha da linguagem de programação a ser utilizada;
- Modelagem geral do problema e implementação inicial de heurísticas construtivas necessárias ao desenvolvimento;
- Desenvolvimento de heurísticas, as quais seriam utilizadas para a construção de soluções iniciais e na construção de vizinhanças para a utilização na metaheurística adotada no trabalho;
- Implementação da metaheurística Busca em Vizinhança Variável, sendo que em primeiro momento foi feita de forma sequencial e após a comprovação de seu funcionamento, foi paralelizada;
- Paralelização da metaheurística trabalhada;
- Criação de uma metaheurística para resolução do problema;
- Modificação de instâncias de testes já existentes para que se pudesse utilizar no tipo de problema trabalhado;
- Realização de testes nas duas metaheurísticas, a busca em vizinhança variável e metaheurística criado no trabalho.

Abaixo, na tabela 01, pode se observar um quadro comparativo entre a metaheurística criada, Busca Em Vizinhança Mista (BVM) e as duas buscas em vizinhanças variáveis desenvolvidas, sendo uma com troca para a próxima vizinhança ao achar a primeira melhor solução (BVV1) e a outra com retorno a vizinhança principal ao ser encontrada a primeira melhor solução e permanência ate não haver mais melhorias (BVV2).

	BVM	BVV1	BVV2
50 Clientes	20 segundos (Custo:467)	8 segundos (Custo:527)	11 segundo (Custo:413)
75 Clientes	1 minutos e 41 segundos (Custo:655)	53 segundos (Custo:632)	39 segundos (Custo:631)

100 Clientes	4 minutos e 54 segundos (Custo:895)	2 minutos e 47 segundos (Custo:775)	2 minutos e 55 segundos (Custo:740)
--------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Tabela 01: Quadro comparativo entre as metaheurística, considerando tempo de execução e custo (Unidade definida através do tempo de serviço e distância percorrida pela frota).

Conclusão

Considerando as atividades realizadas e os resultados obtidos, observa-se que o Problema de roteamento de veículos apesar do enunciado simples, apresenta elevada complexidade computacional e dificuldade de implementação. Devido a esta grande complexidade, foi necessário um grande estudo teórico sobre o conteúdo antes de partir para implementação.

A partir do estudo teórico, foram desenvolvidos os primeiros protótipos da implementação, definindo-se a linguagem utilizada, tipos de estruturas de dados, forma de implementação e estruturas de vizinhanças que seria utilizadas, para assim iniciar o desenvolvimento da busca em vizinhança variável e da criação da metaheurística, denominada busca em vizinhança mista

Portanto, conclui-se que a etapa de desenvolvimento foi bastante satisfatória, uma vez que houve o desenvolvimento de tais metaheurísticas, sendo que a metaheurística criada a partir do estudo teórico realizado neste trabalho, apresentou resultados bastante próximos e em alguns casos até superior aos resultados das buscas em vizinhanças variáveis.

Referências

GAREY, M.R. ; JOHNSON. D.S. Computers and intractability: a guide to the theory of Pcompleteness. San Francisco, Freeman, 1979.

GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. Ed. Campus, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2000.

KINDERVATER, G.A.P., SAVELSBERGH, M.W.P. Vehicle routing: Handling edge exchanges. In E.H.L. Aarts and J. K. Lenstra, editors, Local Search in Combinatorial Optimization, Wiley, Chichester, UK. pp. 337—360, 1997.

TOULOSE, M.; CRAINIC, T.G. Parallel Strategies for Meta-heuristics, in Handbook of Metaheuristics GOLVER, F., and KOCHENBERGER, G.A. (Editors). Cap 17 – pp 515-556, 2003.

RUSSEL, R.A. Hybrid heuristic for the vehicle routing problem with time windows. Transportation Science, 29. 156-166. 1995.

REEVES, C. R., RAYWARD-SMITH, V. J., OSMAN, I.H e SMITH, G. D. Modern Heuristic Search Methods. John Wiley and Sons, 1996.

Apoio: Universidade Federal do Piauí.

Palavras-chave: Roteamento. Metaheurística. Paralelismo.