

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Uma metaheurística *Simulated Annealing* para o Problema do Caixeiro Viajante *Multicommodity* com custos fixos, variáveis e prioridades

Tiago Tiburcio da Silva¹
ICT-Unifesp / ITA, São José dos Campos, SP
Antônio Augusto Chaves
ICT-Unifesp, São José dos Campos, SP
Horácio Hideki Yanasse
ICT-Unifesp, São José dos Campos, SP
Henrique Pacca Loureiro Luna
Instituto de Computação, UFAL, Maceió, AL

1 Introdução

Neste trabalho apresentamos um novo problema do caixeiro viajante multiproduto, no qual além dos custos fixos, consideramos custos variáveis, ou seja, custos dependentes do produto a ser transportado, e prioridades. Estas prioridades constituem valores a serem pagos ao caixeiro de acordo com a ordem de visitação do cliente. Pela natureza do problema, propomos um modelo matemático baseado em fluxo em rede e implementamos uma metaheurística híbrida combinando *Simulated Annealing* com busca local. A metaheurística proposta mostrou-se competitiva para as instâncias analisadas.

2 O problema e resultados preliminares

O Problema do Caixeiro Viajante *Multicommodity* com prioridades, MTSPPP (“*Multicommodity Traveling Salesman Problem with Priority Prizes*”), consiste em um único caixeiro, saindo de um único ponto de origem, que deve entregar produtos para um dado número de pontos de demanda, dependendo o menor custo possível e coletando a maior quantidade de prêmios. Cada localidade recebe uma quantidade de um determinado e diferente produto. Há custos fixos, ou seja, custos que independem do produto a ser transportado, e custos variáveis, que dependem da via de tráfego do caixeiro, da quantidade de produtos a ser transportada, do tipo do produto e do tipo do cliente a ser atendido. Além destes custos, há ainda um prêmio a ser resgatado de acordo com a ordem

¹ttsilva@unifesp.br

de visitação de cada cliente. Este prêmio e custos tendem a priorizar clientes e cargas mais importantes. Este problema, de nosso conhecimento, não foi tratado na literatura.

O modelo MTSPPP proposto foi baseado no modelo de fluxo para o caso do Problema do Caixeiro Viajante sem coleta de prêmios, mas com custos variáveis proposto por Sarubbi [3].

A Metaheurística *Simulated Annealing* (SA) foi introduzida por Kirkpatrick *et al.* [4]. É motivada por uma analogia ao processo de recozimento físico em sólidos e tem sido aplicada a muitos problemas de otimização combinatória. Devido a simplicidade de implementação e bons resultados obtidos pela SA, a utilizamos no problema apresentado.

Propomos uma SA com busca local e reaquecimento da temperatura. Todos os parâmetros foram gerados empiricamente, e as instâncias foram geradas baseadas em instâncias clássicas do Problema do Caixeiro Viajante [1] e na tese de Sarubbi [2].

Na Tabela 1 apresentamos alguns resultados preliminares para o MTSPPP utilizando a metaheurística proposta. Podemos ver que a SA apresentou bons resultados quando comparada com o solver CPLEX 12.6.3.

Instância	Solução CPLEX	Tempo (s)	GAP	Melhor Solução SA	Tempo (s)
Sarubbi	6.762	0,14	0,00%	6.762	124
Burma14	-121.116	13,43	0,00%	-121.588	128
Gr17	-125.231,32	5.235,48	0,00%	-134.767	128
Fri26	-198.239,54	7.200	53,88%	-184.627	159
Bays29	-459877	7.200	71,23%	-565.247	170
Dantzig42	-954.359,17	7.200	96,85%	-492.607	231
Berlin52	-15.622.683,04	7.200	96,91%	-9.139.591	277

Tabela 1: Soluções obtidas pelo CPLEX e pela metaheurística proposta.

Para trabalhos futuros iremos implementar outras metaheurísticas, como BRKGA, e desenvolver algumas matheurísticas.

Referências

- [1] G. Reinelt, TSPLIB, <<http://elib.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/tsplib/tsplib.html>>. Acesso em: 30 de março de 2017.
- [2] J. F. M. Sarubbi, Problemas de Roteamento com Custos de Carga, Tese de Doutorado em Ciência da Computação, UFMG, (2008).
- [3] J. F. M. Sarubbi, H. P. L. Luna, *The multicommodity Traveling Salesman Problem*. INOC 2007.
- [4] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, M. P. Vecchi, Optimization by simulated annealing, *Science*, 220:671–680, 1983. DOI: 10.1126/science.220.4598.671.