

O Problema da Diversidade Máxima: Proposta e análise de metaheurísticas GRASP*

Geiza C. Silva,

Luiz S. Ochi[†],

Simone Martins

Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, R. Passo da Pátria, 156, Bloco E,
24210-240, Niterói, RJ e-mail: gsilva@ic.uff.br, {satoru, simone }@dcc.ic.uff.br

O Problema da Diversidade Máxima (PDM), é um problema da área de otimização combinatória onde a partir de um conjunto X com n elementos deseja-se obter um subconjunto de X , com k elementos (onde k é um parâmetro de entrada) com a maior diversidade total possível. Da mesma forma que em problemas de clusterização, onde deseja-se reunir num mesmo cluster, elementos *mais similares*, no PDM deseja-se de um total de n candidatos, obter k elementos *mais diferentes um do outro*. Assim, a noção de *diversidade* pode estar relacionada com diferentes parâmetros como por exemplo, a *distância que separa os elementos*. O PDM é classificado como um problema NP-Hard [1] limitando com isso o uso de métodos exatos para a sua solução [2], desta forma métodos heurísticos passam a ser uma boa alternativa para obter bons limites superiores em um tempo computacional aceitável. Neste sentido, o uso de metaheurísticas tais como; Algoritmos Evolutivos (AEs), *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (GRASP), *Variable Neighborhood Search* (VNS) e *Tabu Search* (TS) tem apresentado as melhores soluções aproximadas para diferentes aplicações de problemas de otimização combinatória [3]. O PDM embora seja um problema muito aplicável na prática, ainda é pouco explorado na literatura. Dos poucos trabalhos existentes podemos destacar o proposto em [1], onde o autor apresenta um GRASP e o trabalho [2] onde são apresentados e analisados formulações matemáticas do PDM. Em [1] o GRASP proposto utiliza duas fórmulas para determinar a diversidade entre dois elementos. Em uma delas (MAXSUM), supondo que de n elementos de X se deseja obter um subconjunto K composto dos k elementos mais diversos, uma solução parcial é construída da seguinte forma: o primeiro elemento $e(1)$ de K é obtido de forma aleatória, o próximo elemento $e(j)$ de K será selecionado a partir de uma combinação $e(j) = \text{máximo} \{(1-u)li(p) + uls(p)\}$, para cada p de $X-K$, onde: u é um parâmetro entre 0 e 1; $li(p)$ = limite inferior (pior contribuição possível de p) e $ls(p)$ = limite superior (melhor contribuição possível de p). A cada novo elemento $e(j)$ a ser inserido em K , estes limites serão recalculados. Para permitir que a cada exe-

cução deste procedimento possamos gerar soluções distintas, o parâmetro u é sempre escolhido aleatoriamente. A fase de busca local do GRASP [1] é feita permutando cada elemento da solução K por cada elemento de $X-K$. A troca que resultar na melhor economia dos custos será implementada, e em cima desta nova solução, novas permutações serão efetuadas até que nenhuma redução ocorrer no custo atual. Neste momento, parte-se para uma nova iteração GRASP. Neste trabalho, propomos diferentes versões GRASPs para o PDM, onde novas formas de construção e busca local são sugeridos. Dentre as propostas de construção usamos conceitos de *vizinho mais distante*, *inserção mais distante* e algumas variações destes. Na busca local usamos tanto a proposta de Ghosh[1] como uma *busca exaustiva* onde à cada melhora atualizamos a solução base. Mostramos através de exaustivos testes computacionais que a maioria das versões propostas possuem um desempenho médio superior ao GRASP [1], principalmente em instâncias de grande porte. Uma parte dos testes foi elaborado de forma a conhecer previamente a solução ótima, e na maioria destas instâncias, os nossos algoritmos alcançaram a solução ótima. Embora o GRASP [1] tenha sido superado pelas versões aqui propostas, verificamos que o desempenho dele também foi muito bom, principalmente em instâncias de pequeno e médio porte.

Referências

- [1] J. B. Ghosh, Computational aspects of the maximum diversity problem, *Operations Research Letters* 19,1996, 175-181.
- [2] C. C. Kuo, F. Glover and K. S. Dhir, Analyzing and modeling the maximum diversity problem by zero-one programming, *Decision Sciences*, vol. 24(6), 1993, 1171-1185.
- [3] M. J. F. Souza, N. Maculan and L. S. Ochi, A GRASP-TABU SEARCH algorithm to solve a school timetabling problem, *To appear in METAHEURISTICS: Computer Decision - Making*, KLUWER, 2003.

*Financiamento parcial do CNPq e CAPES

[†]autor para correspondência