

# Heurística e Metaheurísticas

## Atividade Avaliativa 3

Heitor Lourenço Werneck

### 1 Introdução

O GRASP é um método que utiliza como princípio a combinação de um método construtivo com busca local, em um procedimento iterativo com iterações completamente independentes.

Já o Path Relinking é um método que faz um balanço entre intensificação e diversificação, o método considera um par de soluções e o objetivo e chegar na solução guia a partir da solução de partida, por meio disto ele consegue os feitos citados anteriormente.

A combinação dos dois métodos será estudada a seguir utilizando como problema a mochila binária.

### 2 Estratégias e implementação

Para a formulação do GRASP primeiro foi utilizado uma heurística construtiva por valor, ou seja, a lista restrita de candidatos é  $\{j | c_j \geq c_{max} - \alpha(c_{max} - c_{min})\}$ . O alpha utilizado foi 0.7, isso tendo uma lista bem diversa em soluções.

O algoritmo de busca local utilizado foi o VND(Variable Neighborhood Descent), sendo este algoritmo uma busca local que utiliza vizinhanças sucessivas na descida até um ótimo local. Se uma solução  $s$  não é melhorada na sua vizinhança atual/corrente  $N^k(s)$ , a estrutura é alterada da vizinhança  $N^k$  para  $N^{k+1}$ . Se a solução é melhorada então a busca se inicializa de novo na nova solução melhorada na primeira vizinhança.

Para a implementação do VND foram utilizadas duas vizinhanças, uma  $N^1$  e outra  $N^2$ . A vizinhança  $N^1$  troca um bit da representação por vez e testa a solução com o bit trocado e guarda a melhor solução com 1 bit trocado. A vizinhança  $N^2$  troca dois bits da representação por vez e testa a solução com os bits trocados e guarda a melhor solução.

Para combinar o **Path Relinking** com o GRASP foi utilizado o **Path Relinking** como etapa de intensificação entre um ótimo local e uma solução elite. A solução elite escolhida é aleatória.

O conjunto elite foi definido com um tamanho fixo de 10. O critério de entrada de uma solução no conjunto é de ser melhor que a pior solução no conjunto. O critério de saída escolhe a pior solução para sair da lista.

A direção utilizada para o Path Relinking foi a reconexão por caminhos regressiva pois é considerada mais eficiente.

### 3 Resultados

Como os algoritmos não são determinísticos então cada abordagem será aplicada 5 vezes e cada valor apresentado é a média dessas 5 execuções.

Usando a instâncias "large scale" de [http://artemisa.unicauca.edu.co/~johnyortega/instances\\_01\\_KP/](http://artemisa.unicauca.edu.co/~johnyortega/instances_01_KP/) os resultados são mostrados na tabela abaixo:

Instância	Usando PR	Função Objetivo	Tempo (s)
knapPI_1_1000_1000_1	Não	54373.2	641.63
knapPI_1_1_1000_1000_1	Sim	54357.2	640.83
knapPI_1_1_100_1000_1	Não	9147.0	0.30
knapPI_1_1_100_1000_1	Sim	9147.0	0.31
knapPI_1_1_200_1000_1	Não	11238.0	2.55
knapPI_1_1_200_1000_1	Sim	11238.0	2.52
knapPI_1_1_500_1000_1	Não	28852.4	56.81
knapPI_1_1_500_1000_1	Sim	28857.0	57.00
knapPI_2_1000_1000_1	Não	7122.8	574.60
knapPI_2_1_1000_1000_1	Sim	7381.4	604.27
knapPI_2_1_100_1000_1	Não	1482.8	0.33
knapPI_2_1_100_1000_1	Sim	1456.6	0.31
knapPI_2_1_200_1000_1	Não	1476.6	2.30
knapPI_2_1_200_1000_1	Sim	1463.2	2.31
knapPI_2_1_500_1000_1	Não	3707.2	62.78
knapPI_2_1_500_1000_1	Sim	3768.6	62.97
knapPI_3_1000_1000_1	Não	14350.0	135.29
knapPI_3_1_1000_1000_1	Sim	14350.0	135.14
knapPI_3_1_100_1000_1	Não	1976.8	0.17
knapPI_3_1_100_1000_1	Sim	1957.0	0.18
knapPI_3_1_200_1000_1	Não	2697.0	1.31
knapPI_3_1_200_1000_1	Sim	2697.0	1.36
knapPI_3_1_500_1000_1	Não	7117.0	19.58
knapPI_3_1_500_1000_1	Sim	7117.0	19.42

É possível observar que não houve diferença significativa na utilização ou não do Path Relinking no tempo de execução, isso pois ele possui complexidade  $O(n^2)$  e além disso a distância de hamming é sempre bem pequena entre soluções. O principal que utiliza mais a CPU é a busca local, então a redução ou otimização de outros componentes do algoritmo tem pouco impacto no tempo geral.

Em algumas instâncias o GRASP-PR conseguiu sobressair o GRASP puro porém pelo não determinismo do algoritmo algumas vezes o GRASP conseguiu ser melhor que o GRASP-PR por muito pouco, porém o GRASP-PR conseguiu aumentos mais significativos.

Para ter uma ideia de como as soluções se comportam durante as iterações vamos observar o gráfico abaixo(Obs o gráfico é a média de cada iteração das 5 execuções, ou seja, isso não quer dizer que o valor máximo é realmente o valor máximo de uma execução pois o que está apresentado é a média):

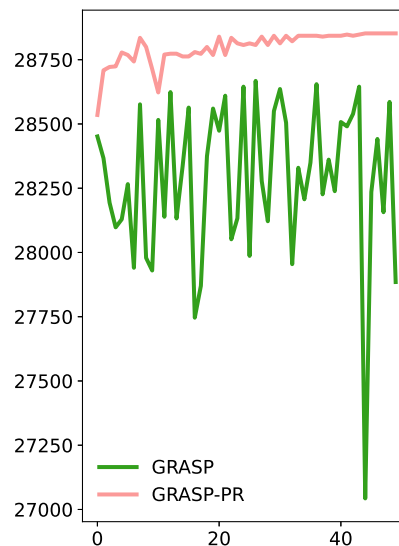


Figura 1: Execução da instância knapPI\_1\_500\_1000\_1

A primeira coisa que se percebe é que o GRASP-PR consegue manter a qualidade das soluções durante as execuções e chegando nas ultimas iterações ele aproximadamente converge em um ponto. Já o GRASP, como suas iterações são independentes, não apresenta essas características logo possui muito mais variações em execuções pois não é guiado por boas soluções anteriores.

## 4 Conclusão

Uma adaptação da metaheurísticas Path Relinking foi proposta e combinada com o GRASP para solucionar o problema da mochila binária.

Foi possível observar com esse estudo que o GRASP com Path Relinking consegue guiar melhores soluções e também que a adição dessa método não adiciona significativamente em tempo computacional.