

GRASP

Marcone Jamilson Freitas Souza^{1,2,3}

Puca Huachi Vaz Penna¹

¹ Departamento de Computação

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

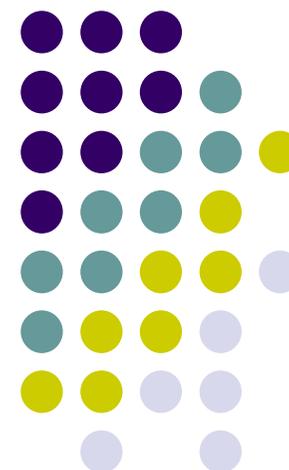
Universidade Federal de Ouro Preto

² Programa de Pós-graduação em Modelagem Matemática e
Computacional / CEFET-MG

³ Programa de Pós-graduação em Instrumentação, Controle e
Automação de Processos de Mineração / ITV/UFOP

www.decom.ufop.br/prof/marcone, www.decom.ufop.br/puca

E-mail: {marcone,puca}@ufop.edu.br

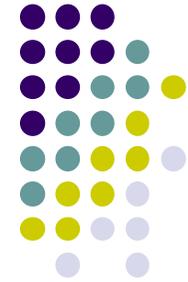


Fundamentação do método



- Proposto por Feo e Resende (1995):
 - Feo, T. A. e Resende, M. G. C. Greedy Randomized Adaptive Search Procedures. *Journal of Global Optimization*, 6:109-133, 1995.
- Constituído por duas fases que são aplicadas iterativamente até um critério de parada ser atendido:
 - Construção:
 - constrói uma solução de forma parcialmente gulosa
 - Refinamento:
 - melhora a solução construída por meio da aplicação de um método de busca local

Fundamentação da fase de construção do método



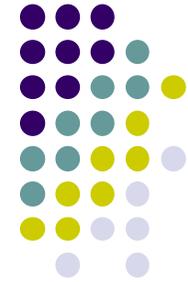
- A fase de construção combina os pontos positivos das estratégias de construção gulosa e aleatória de uma solução
- Pontos positivos da construção gulosa:
 - Gera soluções de boa qualidade
 - Soluções convergem rapidamente para um ótimo local
- Pontos positivos da construção aleatória:
 - Diversifica o espaço de soluções do problema
 - É capaz de gerar todo o espaço de busca

Fundamentação da fase de construção do método



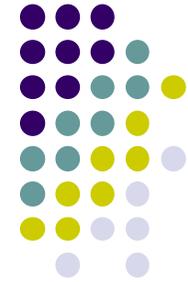
- Ideia da fase de construção GRASP:
 - Cria-se uma lista de candidatos (LC)
 - Avalia-se cada candidato por meio de uma função gulosa g , que mensura a importância da inserção de cada candidato na solução parcial
 - Enquanto houver candidatos da LC:
 - Forma-se uma lista restrita de candidatos (LRC) com os melhores candidatos segundo a função g
 - Escolhe-se aleatoriamente um elemento candidato dessa LRC
 - Insere-se esse elemento da LRC na solução parcial s
 - Atualiza-se a LC, excluindo-se o elemento inserido na solução parcial s
 - A fase de construção termina retornando uma solução s

Formação da Lista Restrita de Candidatos (LRC)



- Seja LC uma lista de candidatos
- Seja $g(t)$ uma função que avalia a inserção do candidato $t \in LC$ na solução parcial s
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq g_{\min} + \alpha \times (g_{\max} - g_{\min})\}$
- g_{\min} é o menor valor de g dentre os candidatos $t \in LC$
- g_{\max} é o maior valor de g dentre os candidatos $t \in LC$
- $\alpha \in [0, 1]$ é um parâmetro que mensura o grau de aleatoriedade/gulosidade da escolha do candidato $t \in LC$
 - Se $\alpha = 0$, a escolha é gulosa
 - Se $\alpha = 1$, a escolha é totalmente aleatória

Exemplo de formação da LRC para o PCV



- Depósito na origem: 0
- $LC = \{ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \}$
- $g(t)$ = distância do candidato $t \in LC$ à última cidade inserida na rota. No caso, $g(t) = d_{0t}$

t	$g(t) = d_{0t}$
1	20
2	9
3	13
4	17
5	10
6	18
7	23

- $g_{\min} = 9; g_{\max} = 23; \text{ Seja } \alpha = 0,4$
- Solução parcial $s = \{0\}$
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq g_{\min} + \alpha \times (g_{\max} - g_{\min})\}$
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq 9 + 0,4 \times (23 - 9)\}$
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq 14,6\}$
- $LRC = \{2, 3, 5\}$
- $s \leftarrow s \cup \{3\} = \{0, 3\}$
- $LC \leftarrow LC \setminus \{3\} = \{ 1, 2, 4, 5, 6, 7 \}$

Exemplo de formação da LRC para o PCV



- Solução parcial $s = \{0, 3\}$
- $LC = \{1, 2, 4, 5, 6, 7\}$
- $g(t) =$ distância do candidato $t \in LC$ à última cidade inserida na rota. No caso, $g(t) = d_{3t}$

t	$g(t) = d_{3t}$
1	12
2	4
4	14
5	16
6	13
7	8

- $g_{\min} = 4$; $g_{\max} = 16$; Seja $\alpha = 0,4$
- Solução parcial $s = \{0, 3\}$
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq g_{\min} + \alpha \times (g_{\max} - g_{\min})\}$
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq 4 + 0,4 \times (16 - 4)\}$
- $LRC = \{t \in LC \mid g(t) \leq 8,8\}$
- $LRC = \{2, 7\}$
- $s \leftarrow s \cup \{2\} = \{0, 3, 2\}$
- $LC \leftarrow LC \setminus \{2\} = \{1, 4, 5, 6, 7\}$

Exemplo de formação da LRC para o PCV



- Solução parcial $s = \{0, 3, 2\}$
- $LC = \{1, 4, 5, 6, 7\}$
- $g(t)$ = distância do candidato $t \in LC$ à última cidade inserida na rota. No caso, $g(t) = d_{2t}$
- A construção termina quando $LC = \emptyset$
- A cada aplicação da fase de construção GRASP novas soluções parcialmente gulosas são geradas, dada a aleatoriedade do processo construtivo

Algoritmo GRASP



```
procedimento GRASP( $f(\cdot), g(\cdot), N(\cdot), GRASP_{max}, s$ )
1   $f^* \leftarrow \infty$ ;
2  para ( $Iter = 1, 2, \dots, GRASP_{max}$ ) faça
3      Construcao( $g(\cdot), \alpha, s$ );
4      BuscaLocal( $f(\cdot), N(\cdot), s$ );
5      se ( $f(s) < f^*$ ) então
6           $s^* \leftarrow s$ ;
7           $f^* \leftarrow f(s)$ ;
8      fim-se;
9  fim-para;
10  $s \leftarrow s^*$ ;
11 Retorne  $s$ ;
fim GRASP
```

Parâmetros do método GRASP



- Há somente dois parâmetros no método:
 - GRASPmax: número de iterações em que o método é aplicado:
 - α : fator de aleatoriedade / gulosidade da fase de construção
- Esses parâmetros devem ser calibrados apropriadamente