

Greedy Randomized Adaptive Search Procedures (GRASP)

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

Puca Huachi Vaz Penna¹

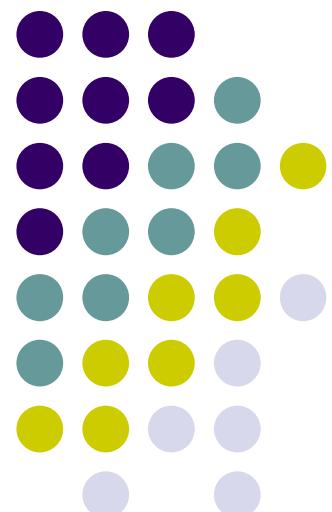
¹ Departamento de Computação

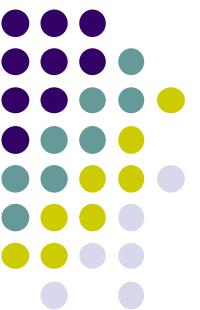
¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Ouro Preto

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

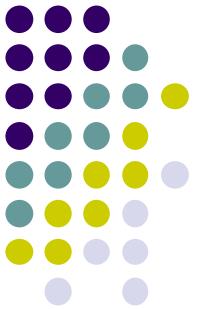
www.decom.ufop.br/prof/marcone, www.decom.ufop.br/puca
E-mail: {marcone,puca}@ufop.edu.br





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



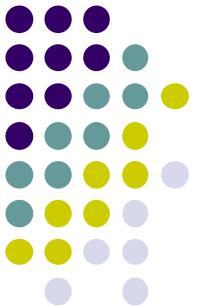
Fundamentação da fase de construção do método

- 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, pelo menos teoricamente, todo o espaço de soluções do problema



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

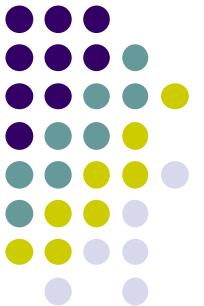


Exemplo de formação da LRC para o PCV

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

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

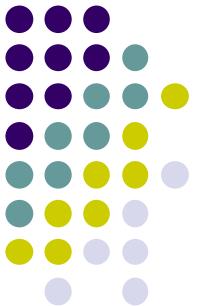


Exemplo de formação da LRC para o PCV

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

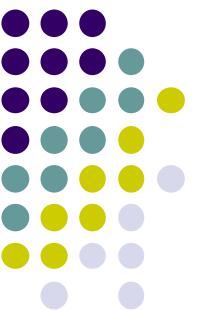
t	$g(t) = d_{3t}$
1	12
2	4
4	14
5	16
6	13
7	8

- $g_{\min} = 4; g_{\max} = 16; \text{ Seja } \alpha = 0,4$
- 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

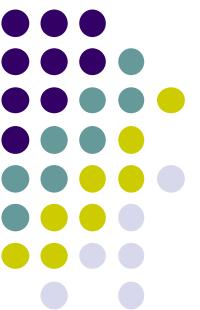
- Solução parcial $s = \{0, 3, 2\}$
- $LC = \{1, 4, 5, 6, 7\}$
- $g(t) =$ distância do candidato $t \in LC$ à última cidade inserida na rota. No caso, $g(t) = d_{2t}$
- A construção termina quando $LC = \emptyset$
- A cada aplicação da fase de construção GRASP novas soluções parcialmente gulosas são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



Algoritmo GRASP

procedimento *GRASP*($f(\cdot)$, $g(\cdot)$, $N(\cdot)$, $GRASPmax$, s)

- 1 $f^* \leftarrow \infty;$
- 2 para ($Iter = 1, 2, \dots, GRASPmax$) faça
- 3 *Construcao*($g(\cdot)$, α , 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
- Eses parâmetros devem ser calibrados apropriadamente