

Tarefa AG: Problema de empacotamento (Mochila)

1 Objetivos de Aprendizagem

- Compreender algoritmos genéticos na sua forma canônica
- Compreender a importância dos parâmetros de configuração em AGs
- Compreender como realizar avaliação de AGs

2 Enunciado

Um viajante deve levar consigo apenas uma mochila. Essa mochila possui uma capacidade limitada e deve ser carregada apenas com objetos que serão úteis durante a viagem. Cada objeto é único e possui um peso e um determinado valor. Quais objetos devem ser levados pelo viajante de forma a **maximizar o valor da mochila sem ultrapassar sua capacidade máxima de peso?**

Existem diferentes tipos de problemas da mochila em função da distribuição de itens e mochilas (ex. itens repetidos ou não, várias mochilas com capacidades diferentes). Nesta tarefa deverá ser tratado o problema da mochila 0/1: cada item pode ser escolhido no máximo uma vez e há apenas uma mochila. Este problema pode ser formulado algebricamente como:

$$\begin{aligned} \text{maximizar } f(x) &= \sum_{i=1}^n x_i v_i \\ \text{sujeito a } \sum_{i=1}^n x_i w_i &\leq C, x_i \in \{0, 1\} \end{aligned} \quad (1)$$

onde v_i é o valor i -ésimo objeto, w_i o seu peso, x_i indica se o objeto aparece ou não na mochila e C define a capacidade da mochila (em termos de peso).

Obj <i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Peso(kg)	3	8	12	2	8	4	4	5	1	1	8	6	4	3
Valor	1	3	1	8	9	3	2	8	5	1	1	6	3	2
Obj <i>i</i>	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Peso(kg)	3	5	7	3	5	7	4	3	7	2	3	5	4	3
Valor	5	2	3	8	9	3	2	4	5	4	3	1	3	2
Obj <i>i</i>	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Peso(Kg)	7	19	20	21	11	24	13	17	18	6	15	25	12	19
Valor	14	32	20	19	15	37	18	13	19	10	15	40	17	39

Capacidade da mochila $C = 113$ Kg

3 Objetivo da tarefa

Analisar e comparar o comportamento da implementação de um AG canônico para o problema em questão utilizando duas técnicas distintas:

1. implementação de uma função de reparação de indivíduos inactiváveis e
2. implementação de uma função de penalização aos indivíduos inactiváveis.

3.1 Método

Faça os passos abaixo para a implementação com reparação de indivíduos inactiváveis e para a implementação com a função de penalização. Elas serão comparadas.

- a) Escolha uma configuração para o AG constituída de probabilidade mutação, de crossover, condição de parada (ex. máximo de gerações por execução) e tamanho da população inicial e subsequentes. Planeje também quantas execuções (≥ 1.000) fará do algoritmo e execute todas elas com a mesma configuração. Esta escolha de configuração deve ser feita após alguns testes preliminares.
- b) Para cada execução, guarde o identificador da geração (número sequencial) e o fitness do melhor indivíduo. No exemplo abaixo, tem-se que na primeira iteração o valor de fitness do MELHOR INDIVÍDUO foi de 143 e assim até o MAX_GERAÇÕES.

Exemplo

```
run:
1,143
2,143
3,162
4,162
5,162
6,162
...
MAX_GERACOES, fitness
```

- c) Ao final de cada execução, o programa deve salvar a melhor mochila encontrada com as seguintes informações *<quantidade de itens, peso total, valor total, lista de presença ou ausência de cada item na mochila>*:
11,113,206,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,1,0,1

Esta informação impressa produz a seguinte saída:

Mochila	peso	valor

item[4]	2	8
item[9]	1	5
item[10]	1	1
item[15]	3	5
item[18]	3	8
item[24]	2	4
item[30]	19	32
item[34]	24	37
item[35]	13	18
item[40]	25	40
item[42]	19	39

Mochila com 11 ITENS		
Mochila com 112 KG		
Mochila com 197 VALOR		

- d) Ao final de todas as execuções, salve aquela que produziu o melhor resultado (itens b e c).

4 PARA ENTREGAR

1. Explique como procedeu para penalizar o fitness de mochilas inactiváveis (cujo peso é maior do que o máximo permitido).
 - a. Adicione o código do método implementado no PDF a ser entregue.

- b. Explique o método em linguagem natural.
- 2. Explique como procedeu para reparar mochilas infactíveis (cujo peso é maior do que o máximo permitido), ou seja, para que tivessem seu peso ajustado para atender à restrição de capacidade.
 - a. Adicione o código do método ao PDF a ser entregue.
 - b. Explique o método em linguagem natural.
- 3. Plote um gráfico *valor do fitness x geração* da execução na qual obteve o melhor fitness, portanto, o gráfico deve ter 2 curvas (uma para cada implementação).
Responda: as curvas variam em função do modo de cálculo de fitness: penalização x reparação? Explique.
- 4. Sobre as melhores soluções obtidas, responda para cada uma das implementações:
 - a. Qual foi o valor máximo para os itens de uma mochila que você encontrou (sem violar a capacidade em Kg da mochila)?
 - b. Quantas mochilas com valor máximo foram obtidas?
 - c. Liste todas as mochilas que obteve que apresentaram valor máximo. Para cada uma delas coloque os itens, valor total e peso total.
- 5. Compare a taxa de sucesso das implementações penalização e reparação. Para este problema, taxa de sucesso é o número de vezes que a solução de maior valor (possivelmente a ótima) foi encontrada nas execuções realizadas (recorda-se que o total de execuções foi definido no item a do método). Responda:
 - a. Quais foram as taxas de sucesso obtidas?
 - b. Quantas vezes o cálculo de fitness é executado para a configuração em questão por execução? Escreva a fórmula.
 - c. Qual método implementado é mais custoso temporalmente: o de reparação ou de penalização?