Projeto e Análise de Algoritmos

Aula 04 – Técnicas de Projeto de Algoritmos (Método Guloso)

Edirlei Soares de Lima
<edirlei@iprj.uerj.br>

Estratégias de Projeto de Algoritmos

- **Força Bruta (Brute Force)**
- **Dividir e Conquistar (Divide and Conquer)**
- Diminuir e Conquistar (Decrease and Conquer)
- Transformar e Conquistar (Transform and Conquer)
- Compromisso Tempo–Espaço (Space and Time Tradeoffs)
- **Estratégia Gulosa (Greedy)**
- **Programação Dinâmica (Dynamic Programming)**
- Voltando Atrás (Backtracking)
- Ramificar e Limitar (Branch and Bound)
- Algoritmos Aproximados

Método Guloso

- **Ideia:** quando temos uma escolha a fazer, fazemos aquela que pareça ser a **melhor no momento**.
  - Ou seja, fazemos uma escolha **ótima local**, na esperança de obter uma solução **ótima global**.

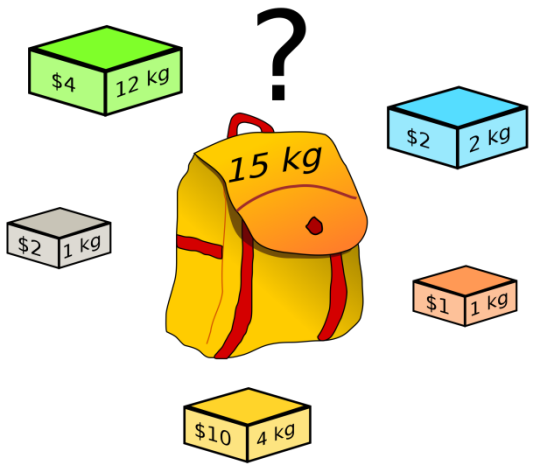
- O método guloso sugere construir uma solução através de uma **sequência de passos**, cada um expandindo uma solução parcialmente construída até o momento, até uma solução completa para o problema ser obtida.
  - Métodos gulosos nem sempre garantem soluções ótimas, mas quando eles garantem, geralmente são as soluções mais simples e eficientes.

Método Guloso

- Em cada passo de um algoritmo guloso, a escolha deve ser:
  - **Possível:** deve satisfazer as restrições do problema;
  - **Localmente ótima:** deve ser a melhor escolha local dentre todas as escolhas disponíveis naquele passo;
  - **Irreversível:** uma vez feita, ele não pode ser alterada nos passos subsequentes do algoritmo.

Exemplo 1: Problema da Mochila

- **Dados n itens:**
  - Pesos: w_1, w_2, ..., w_n
  - Valores: v_1, v_2, ..., v_n
  - Uma mochila de capacidade W



- **Problema:** encontrar o subconjunto mais valioso de itens que caibam dentro da mochila (Knapsack Problem).

Exemplo 1: Problema da Mochila

- **Problema da Mochila 0-1:**
  - Um ladrão rouba uma loja que contém n itens: o item i tem peso w_i e vale v_i. Ele quer levar o maior valor possível em uma mochila de carga máxima W. Quais itens escolher?

- **Problema da Mochila Fracionada:**
  - Mesmo formulação anterior, mas agora ele pode carregar frações dos itens, ao invés da escolha binária (0-1).

Exemplo 1: Problema da Mochila (Fracionada)

- **Algoritmo Guloso (ideia):**
  - Ordene os itens por valor/peso (v_i/w_i);
  - Começando em i = 1, coloque na mochila o máximo possível do item i que estiver disponível ;
  - Se puder levar mais, passe para o próximo item.

Exemplo 1: Problema da Mochila (Fracionada)

- **Algoritmo Guloso:**

```
1. Mochila_Fracionada(item, valor, peso, n, totalmochila)
2.   MergeSort(item, valor, peso, n)
3.   carga ← 0
4.   i ← 1
5.   enquanto (carga < totalmochila) e (i <= n) faça
6.     se (peso[i] ≤ totalmochila – carga) então
7.       pegue todo o item[i]
8.       carga ← carga + peso[i]
9.     senão
10.       pegue (totalmochila - carga)/peso[i] do item[i]
11.       carga ← carga + (totalmochila - carga)/peso[i]
12.    i ← i + 1
13.  retorne itens pegados
```

O(n log n)

Exemplo 2: Seleção de Atividades

- **Seja:**
  - S = {a_1, ... , a_n): conjunto de n atividades que podem ser executadas em um mesmo local. Exemplo: palestras em um auditório.
  - Para todo i = 1, ..., n, a atividade a_i começa no instante s_i e termina no instante f_i, com $0 < s_i < f_i < \infty$.
  - As atividades a_i e a_j são ditas compatíveis se os intervalos $[s_i, f_i]$ e $[s_j, f_j]$ são disjuntos.
- **Problema:** Encontre em S um subconjunto de atividades mutuamente compatíveis que tenha tamanho máximo.

Exemplo 2: Seleção de Atividades

- **Exemplo:**

i	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
s_i	1	3	0	5	3	5	6	8	8	2	12
f_i	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

  - Pares de atividades incompatíveis: (a_1, a_2), (a_1, a_3)
  - Pares de atividades compatíveis: (a_1, a_4), (a_4, a_8)
  - Conjuntos máximos de atividades compatíveis:
    (a_1, a_4, a_8, a_{11}) e (a_2, a_4, a_9, a_{11})

Exemplo 2: Seleção de Atividades

- **Algoritmo Guloso:**

```
1. Seleciona_Atividade(a, s, f, n)
2.   MergeSort(a, s, f, n) //ordenação crescente por f_i
3.   A ← {a_1}
4.   i = 1
5.   Para m ← 2 até n faça
6.     se s_m ≥ f_i então
7.       A ← A ∪ {a_m}
8.       i ← m
9.  retorne A
```

O(n log n)

Método Guloso

- Outros algoritmos gulosos que veremos ao longo do curso:
  - Algoritmo de Prim (Árvores Geradoras Mínimas)
  - Algoritmo de Kruskal (Árvores Geradoras Mínimas)
  - Algoritmo de Dijkstra (Distâncias Mínimas)

Comentários sobre o Método Guloso

- Vantagens:
  - Algoritmos simples;
  - Fácil implementação;
  - Quando garantem soluções ótimas, geralmente são os algoritmos mais simples e eficientes;

- Desvantagens:
  - Nem sempre garantem soluções ótimas locais;
  - Podem efetuar cálculos repetitivos;
  - Escolhe o caminho que, à primeira vista, é mais econômico;

Exercícios

Lista de Exercícios 04 – Método Guloso

http://www.inf.puc-rio.br/~elima/paa/

Leitura Complementar

- Levitin. **Introduction to the Design and Analysis of Algorithms**, 3rd Edition, 2011.

- **Capítulo 9: Greedy Technique**