UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Projeto e Análise de Algoritmos

Projeto de Algoritmos

Introdução

Prof. Humberto Brandão
humberto@dcc.ufmg.br

aula disponível no site:
http://www.bcc.unifal-mg.edu.br/~humberto/

Universidade Federal de Alfenas
Departamento de Ciências Exatas
versão da aula: 0.2

Metáfora

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Um canal de TV transmite dois programas sobre carpintaria;

- Em um deles, o apresentador constrói móveis usando ferramentas específicas;
  - As ferramentas são muito boas para esta atividade em específico;
  - Mas não são muito versáteis;

- No outro, o apresentador constrói os mesmos móveis utilizando ferramentas comuns;
  - O tempo de construção dos móveis aumenta;
  - Mas pode-se utilizar tais ferramentas para outros tipos de aplicação.

Metáfora

- Quais são as vantagens e desvantagens de utilizar ferramentas específicas?

- Quais são as vantagens e desvantagens de utilizar ferramentas comuns?

Visualizando na computação

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Concorrência:

- Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD):
  - implementam transações sem que os DBAs precisem se preocupar com a condição de disputa em regiões críticas;
  - O SGBD faz o controle de concorrência específico e a alocação inteligente de recursos porque conhece todos os recursos a serem utilizados;
  - Se ocorrer deadlock o próprio SGBD recupera as ações automaticamente;
- O DBA poderia resolver estes problemas utilizando Semáforos:
  - Seriam uma construções mais demoradas, e arriscadas;
  - Mas servem para um grande conjunto de problemas (TODOS).

Projeto de Algoritmos

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Padrões de Projeto de Algoritmo:
  - Oferecem técnicas genéricas de projeto e implementação de algoritmo;
  - Tais técnicas estão relacionadas com a natureza do problema.
- Não confunda com padrões de projeto de *software*:
  - Relacionada à natureza do paradigma de linguagem de programação utilizado;
  - Várias definições atuais na Orientação a Objetos

Projeto de Algoritmos

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Padrões de Projeto de Algoritmo
  - Está relacionado a natureza do problema;
- Exemplos:
  - Como resolver eficientemente problemas que apresentam subestrutura ótima;
  - Como resolver problemas que podemos descrever suas soluções em caminhos em árvores;

- Padrões de Projeto de *Software*
  - Está relacionada à linguagem de programação;
- Exemplos:
  - Como instanciar apenas um objeto de uma classe em todo o sistema;
  - Como implementar *frameworks*.

Projeto de Algoritmos

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Padrões de Projeto de Algoritmo e Padrões de Projeto de *Software*
  - Ambos descrevem técnicas genéricas para resolução de problemas;
  - Mas cada um no seu contexto.

Projeto de Algoritmos

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Principais técnicas de Projeto de Algoritmos
  - Recursividade
  - Tentativa e Erro
  - Divisão e Conquista
  - Balanceamento
  - Programação Dinâmica
  - Algoritmos Gulosos
  - Algoritmos Aproximados

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre recursividade

Introdução sobre Recursividade

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Um procedimento que chama a si mesmo, *direta ou indiretamente*, é dito ser recursivo.

- Recursividade permite descrever algoritmos de forma mais clara e concisa, especialmente problemas recursivos por natureza ou que utilizam estruturas recursivas.

- Por exemplo, árvore binária de pesquisa:
  - Todos os registros com chaves menores estão na sub-árvore esquerda;
  - Todos os registros com chaves maiores estão na sub-árvore direita.

Introdução sobre Recursividade

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Repare nas diferenças entre:
  - algoritmos recursivos e
  - estruturas recursivas.

- Quais são?

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre Tentativa e Erro

Introdução sobre Tentativa e Erro

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Problemas computáveis podem ser resolvidos enumerando todas as soluções possíveis e escolhendo, ao final, a melhor delas;
- O processo pode ser modelado com uma busca em árvore;
- Cada nó possui algumas variáveis já fixadas, e outras ainda não fixadas (livres);

Introdução sobre Tentativa e Erro

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- O próximo nível da árvore sempre fixa mais uma variável;
- Os nós raízes possuem todas as soluções possíveis para o problema;
- Assim, pode-se descobrir a melhor.

Introdução sobre Tentativa e Erro

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Tentativa e erro é um algoritmo simples/"burro";
- Existem variações que implementam mecanismos para evitar a navegação por toda a árvore de possibilidades;
- Como?

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre Divisão e Conquista

Introdução sobre Divisão e Conquista

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- A idéia é simples;
- Dividir o problema em subproblemas;
  - Estes subproblemas precisam ser combinados para a obtenção de problemas maiores;
  - Nem tudo pode ser dividido para ser resolvido;
  - Depende exclusivamente da natureza do problema.
- Este método facilita a utilização de versões elegantes através do uso da recursividade.

Introdução sobre Divisão e Conquista

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Citem problemas que podem ser resolvidos com divisão e conquista.

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre Balanceamento

Introdução sobre Balanceamento

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Grande parte dos algoritmos de divisão e conquista utilizam também a técnica de balanceamento;

- Ela consiste na manutenção do balanceamento de carga entre os algoritmos/processadores;

- O balanceamento pode ser visto de outras formas também:
  - Em árvores para garantir eficiência em buscas;
  - Em carga de servidores;

Introdução sobre Balanceamento

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- DNS primário e secundário;
- Bando de dados distribuídos;
- *Branch-and-bound* paralelo;

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre Programação Dinâmica

Introdução sobre Programação Dinâmica

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Programação, neste caso, não está relacionado com um programa de computador.
  - A palavra está relacionada com um método de solução baseado em tabela.
- Programação dinâmica (PD) × Divisão e conquista (DeC):
  - DeC quebra o problema em sub-problemas menores.
    - Os subproblemas menores facilitam a resolução de um problema maior;
  - PD resolve todos os sub-problemas menores
    - Os subproblemas são parte de um problema maior;

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre Algoritmos Gulosos

Introdução sobre Algoritmos Gulosos

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Aplicado nos problemas de otimização.

- Seja o algoritmo para encontrar o caminho mais curto entre dois vértices de um grafo:
  - Escolhe a aresta que parece mais promissora em qualquer instante.

- Assim:
  - independente do que possa acontecer mais tarde, nunca reconsidera a decisão tomada.
  - não necessita avaliar alternativas, ou usar procedimentos sofisticados para desfazer decisões tomadas previamente.

Introdução sobre Algoritmos Gulosos

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Algoritmos Gulosos podem:
  - nos levar a soluções ótimas sempre;
  - Nos levar a soluções aproximadas.

- Depende da natureza do problema;

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

Introdução sobre Algoritmos Aproximados

Introdução sobre Algoritmos Aproximados

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Problemas que somente possuem algoritmos exponenciais para resolvê-los são considerados "difíceis".

- Problemas considerados intratáveis ou difíceis são muito comuns, tais como:
  - Problema do caixeiro viajante cuja complexidade de tempo é $O(n!)$

- Diante de um problema difícil é comum remover a exigência de que o algoritmo tenha sempre que obter a solução ótima.

- Neste caso procuramos por algoritmos eficientes que não garantem obter a solução ótima, mas uma que seja a mais próxima possível da solução ótima.

Introdução sobre Algoritmos Aproximados

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Algoritmos Aproximados podem ser gulosos;

- Algoritmos Aproximados podem ser baseados em meta-heurísticas:

  - Algoritmos Genéticos;
  - Programação Genética;
  - *Simulated Annealing*;
  - *Particle Swarm Optimization*;
  - *Ant Colony Optimization*;
  - Etc.

Detalhes sobre a bibliografia

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

- Cormen apresenta no capítulo IV três técnicas mais avançadas de projeto de algoritmos:
  - Programação Dinâmica;
  - Algoritmos Gulosos;
  - Análise Amortizada;
- As técnicas mais básicas como recursividade, dividir e conquistar e outras são apresentadas junto com capítulos anteriores;

- Nivio Ziviani já possui uma melhor organização neste ponto. Todas as tecnicas são apresentadas no capítulo 2;

- Goodrich e Tamassia apresentam uma organização similar a de Cormen. O capítulo 5 apresenta as técnicas de algoritmos, e outras são diluídas em capítulos anteriores.

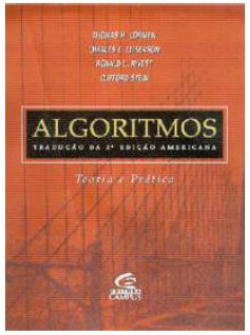
Leitura para próxima aula

UNIFAL-MG
Universidade Federal de Alfenas

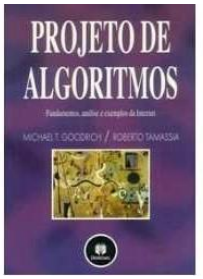
- Projeto de Algoritmos (Ziviani)
  - 2.2 Recursividade
    - 2.2.1 Como implementar recursividade
    - 2.2.2 Quando não implementar recursividade

Bibliografia

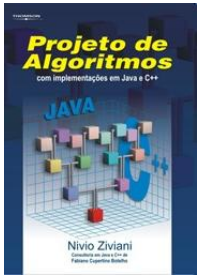
- CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; (2002). Algoritmos – Teoria e Prática. Tradução da 2ª edição americana. Rio de Janeiro. Editora Campus.



- TAMASSIA, ROBERTO; GOODRICH, MICHAEL T. (2004). Projeto de Algoritmos - Fundamentos, Análise e Exemplos da Internet.



- ZIVIANI, N. (2007). Projeto e Algoritmos com implementações em Java e C++. São Paulo. Editora Thomson;



- Material de aulas do Professor Loureiro (DCC-UFMG)
  - http://www.dcc.ufmg.br/~loureiro/paa/