

Análise e Projeto de Algoritmos

Professor: Nairon Neri Silva
naironsilva@unipac.br

2023/02

Por que Estudar Algoritmos?

Razões Práticas & Teóricas:

- Devemos conhecer um conjunto de algoritmos de diferentes áreas;
 - Devemos ser capazes de projetar novos algoritmos e analisar suas eficiências;
 - O estudo de algoritmos é reconhecidamente a pedra fundamental da ciência da computação;
 - Programas de computadores não existiriam sem algoritmos.
-
-

Por que Estudar Algoritmos?

“Algoritmo é muito mais do que um ramo da ciência da computação. É o núcleo da ciência da computação, e com toda a imparcialidade, pode ser considerado relevante para a maioria das ciências, negócios e tecnologia”

David Harel



O que é um Algoritmo ?

- Algoritmos podem ser vistos como soluções especiais para problemas;
- Os algoritmos não são soluções em si para problemas, mas procedimentos precisamente definidos para obter as soluções.



O que é um algoritmo?

Em resumo:

Técnicas específicas de projeto de algoritmos podem ser interpretadas como estratégias para a resolução de problemas que podem ser úteis, estando ou não um computador envolvido.

Pergunta: Todos os problemas podem ser resolvidos por algoritmos eficientes?

Características dos algoritmos

- **Algoritmo correto:** é um algoritmo que para cada instância de entrada ele encerra com a saída correta.
- **Algoritmo incorreto:** pode não encerrar em algumas instâncias de entrada, ou então encerrar com outra resposta que não a desejada.



Características dos algoritmos

- **Algoritmo eficiente:** resolve o problema em tempo polinomial.
 - **Algoritmo ineficiente:** executa em tempo superpolinomial.
 - **Instância de um problema:** consiste na entrada, que satisfaz a quaisquer restrições impostas no enunciado do problema.
-
-

Características dos algoritmos

- **Problema tratável:** pode ser resolvido por algoritmo de tempo polinomial.
 - **Problema intratável:** exige tempo superpolinomial.
 - **Problema decidível:** existe algoritmo para resolvê-lo.
 - **Problema indecidível:** não exista algoritmo para resolvê-lo.
-
-

O que é um algoritmo?

Os algoritmos devem satisfazer aos seguintes critérios:

Entrada: Uma ou mais quantidades são fornecidas externamente

Saída: Ao menos uma saída é produzida

Certeza: Cada instrução é clara e não ambígua

Finito: Se seguirmos as instruções de um algoritmo, então, para todos os casos, o algoritmo termina após um número finito de passos.

Efetividade: Cada instrução deve ser o mais simples possível.

Questão:

Suponha que os computadores fossem infinitamente rápidos e que a memória do computador fosse ilimitada.

Seria necessário analisar os algoritmos?

Porém ...

Em condições reais é importante considerar tempo e espaço

Eficiência de Algoritmos

- Algoritmos criados para resolver um mesmo problema diferem de forma drástica quanto a sua eficiência.

Exemplo: Quicksort x Bubblesort

- Esta diferença é mais significativa que a diferença de hardware e software!



Eficiência de Algoritmos

O desempenho total de um sistema computacional depende da combinação de :

Algoritmos Eficientes + Hardware Rápido



Fundamentos P&A Algoritmos

- Podemos considerar algoritmos como soluções procedurais para os problemas
- Estas soluções não são respostas, mas instruções específicas para obter respostas.
- A seguir é apresentada uma sequência de passos normalmente seguida para projetar e analisar um algoritmo

Fundamentos P&A Algoritmos

Entender o Problema:

- Ler o problema
 - Formular questões
 - Fazer alguns exemplos a mão
 - Pensar a respeito de casos especiais
 - Formular questões novamente se necessário
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Solução Exata x Aproximada:

- Existem problemas importantes que não podem ser resolvidos com exatidão (raiz quadrada, equações não lineares, etc.)
- Além disso os algoritmos disponíveis para resolver com exatidão alguns problemas podem ser inaceitavelmente lentos. Ex. caixeiro viajante.

Fundamentos P&A Algoritmos

Escolher a Estrutura de Dados Adequada

Já visto na disciplina de Estrutura de Dados.



Fundamentos P&A Algoritmos

Técnicas de Projeto de Algoritmos

- Tendo agora todos os componentes, como projetar um algoritmo para resolver o problema?
- Esta é a questão que o Projeto de Algoritmos pretende responder, apresentado diferentes técnicas de projeto.



Fundamentos P&A Algoritmos

Métodos para Especificar um Algoritmo:

- Pseudocódigo: mistura de linguagem natural e construtores de linguagens de programação (if, for, while, etc.)
- Fluxograma. . .

Fundamentos P&A Algoritmos

Provar a Exatidão do Algoritmo

- Provar que o algoritmo produz um resultado esperado para toda entrada legítima em um intervalo de tempo finito
 - Para alguns algoritmos é bem fácil enquanto que para outros pode ser muito complexo.
 - Indução matemática
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Provar a Exatidão do Algoritmo

- Mostrar o funcionamento do algoritmo para algumas entradas pode ser interessante, porém, não prova a exatidão do algoritmo.
- Para algoritmos aproximados: erro produzido não excede um limite pré-definido.

Fundamentos P&A Algoritmos

Codificar um Algoritmo

- Muitos algoritmos são destinados a implementação como programas de computador.
- Obviamente, a implementação correta de um algoritmo é necessária, mas não suficiente.

Fundamentos P&A Algoritmos

Analisar um Algoritmo

- Geralmente desejamos que o nosso algoritmo possua diversas qualidades;
 - Depois da correção, a mais importante é a eficiência;
 - Na verdade existem dois tipos de eficiência: eficiência temporal e eficiência espacial;
 - Outras características desejáveis são: simplicidade e generalidade.
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Analisar um Algoritmo

- A análise de um algoritmo busca extrair uma função matemática do código que permite medir o tempo gasto para executar o algoritmo;
 - Essa medida de tempo não é o tempo de execução propriamente dito, mas o número de vezes que cada operação (relevante) é executada;
 - Dessa forma, é possível comparar dois algoritmos em relação à eficiência.
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Tipos Importantes de Problemas

Face ao número ilimitado de problemas que encontramos em computação, alguns tipos de problemas merecem atenção especial, pois, aparecem com muita frequência.

- **Problemas de Ordenação:** Reorganizar os itens de uma dada lista em ordem crescente.
 - **Problemas de Busca:** Encontrar um dado valor chamado de chave de busca em um dado conjunto.
 - **Processamento de Strings:** Buscar uma dada palavra em um texto, avaliar a similaridade entre cadeias de caracteres, etc.
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Tipos Importantes de Problemas

- **Problemas de Grafos:** Travessia de grafos (como visitar todos os pontos de uma rede) caminho mais curto (qual a melhor rota entre duas cidades), ordenação topológica.
 - **Problemas Combinatoriais:** Problemas onde é necessário encontrar um objeto combinatorial (permutações, combinações ou subconjuntos) que satisfaça certas restrições e tenha certas propriedades (maximizar um valor, minimizar um custo).
 - **Problemas Geométricos:** Envolvem objetos geométricos com pontos, linhas e polígonos.
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Tipos Importantes de Problemas

- **Problemas Numéricos:** Envolvem objetos matemáticos de natureza contínua: resolução de equações e sistemas de equações, integrais definidas, etc

Fundamentos P&A Algoritmos

Estratégias de Projeto de Algoritmos

- Força Bruta
 - Dividir e Conquistar
 - Diminuir e Conquistar
 - Transformar e Conquistar
 - Compromisso Tempo–Espaço
-
-

Fundamentos P&A Algoritmos

Estratégias de Projeto de Algoritmos

- Estratégia Gulosa
 - Programação Dinâmica
 - Voltando Atrás
 - Ramificar e Limitar
 - Algoritmos Aproximados
-
-

Fonte:

Material da Disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos do
Professor Ale Koerich da PUC-PR – Disponível em:
[http://www.ppgia.pucpr.br/~alekoe/PAA/20081/2008-02-
NocoosFundamProblemas.pdf](http://www.ppgia.pucpr.br/~alekoe/PAA/20081/2008-02-NocoosFundamProblemas.pdf)
