Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho

UNESP

Projeto de Análise de Algoritmos

Análise experimental e assintótica de algoritmos de ordenação

Henrique Leal Tavares

Bauru – SP

Sumário

[1. Introdução 3](#_Toc519124341)

[2. Análise 4](#_Toc519124342)

[2.1 Bubble Sort 4](#_Toc519124343)

[2.2 Bubble Sort Otimizado 5](#_Toc519124344)

[2.3 Quick Sort 6](#_Toc519124345)

[2.3.1 Pivô Inicial 6](#_Toc519124346)

[2.3.2 Pivô Central 7](#_Toc519124347)

[2.4 Insert Sort 8](#_Toc519124348)

[2.5 Shell Sort 9](#_Toc519124349)

[2.6 Selection Sort 10](#_Toc519124350)

[2.7 Heap Sort 11](#_Toc519124351)

[2.8 Merge Sort 12](#_Toc519124352)

[3. Comparações 13](#_Toc519124353)

[3.1 Ordenação Crescente 13](#_Toc519124354)

[3.2 Ordenação Decrescente 14](#_Toc519124355)

[3.2 Ordenação Aleatória 15](#_Toc519124356)

[4. Referências 16](#_Toc519124357)

# Introdução

Os métodos de ordenação de dados são de fundamental importância em sistemas computacionais, escolher um método eficiente para determinada atividade gera um grande impacto no processamento e no desempenho de uma aplicação, existem diversos métodos famosos de ordenação, cada qual com seu potencial específico, sendo a melhor ou a pior opção em alguns cenários.

Este trabalho tem como objetivo testar, comparar e demonstrar como os algoritmos de ordenação: *BubbleSort*, *BubbleSort* com validação de lista ordenada, *QuickSort* com seu ponteiro no centro e no início do vetor, *InsertionSort*, *SelectionSort*, *ShellSort*, *MergeSort* e *HeapSort*, como eles atuam em diversos cenários de Caso médio (disposição aleatória dos vetores tentando evitar o melhor e o pior caso), Melhor caso (vetores ordenados, com a intenção de reduzir o número de comparações presentes no programa) e Pior caso (vetor disposto a entrar em todas as comparações e funções possíveis dentro do algoritmo).

Os valores dos vetores gerados foram de 1 até sua posição final, foram utilizados vetor de tamanho 1000, 5000, 10000, 15000, 20000 e 25000 posições, em ordem crescente, decrescente e aleatória, gerada pela função *random.sampe()*.

Os algoritmos foram executados no mínimo 10 vezes cada, a média de seu tempo foi calculada para uma análise mais confiável, todos foram executados nas mesmas configurações de máquina (Intel i3, placa de vídeo integrada 8GB RAM), a linguagem utilizada foi o *Python* e para captura do tempo foi utilizada a função *time.time()*.

# Análise

Nos gráficos que serão demonstrados o eixo **x** representa o valor do vetor inserido no algoritmo e o eixo **y** o tempo em **ms** (milissegundos) que o mesmo levou.

# Bubble Sort

O método de *Bubble Sort* é conhecido por sua fácil implementação e por suas complexidades semelhantes, em teoria o mesmo apenas realiza permutação do maior valor e menor valor, esse processo é repetido até que todos os itens da lista estejam em ordem.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n²) | **O(n²)** | **O(n²)** |

Figura 1 - Bubble Sort (Tempo)

Figura 2 - Bubble Sort (Quantidade de Trocas)

# Bubble Sort Otimizado

Este algoritmo é muito semelhante ao *Bubble Sort* original, porém antes de realizar as permutações é executada uma verificação se o vetor já está ordenado.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n) | **O(n²)** | **O(n²)** |

Figura 3 - Bubble Sort Otimizado (Tempo)

Figura 4 - Bubble Sort Otimizado (Quantidade de Trocas)

# Quick Sort

O *Quick Sort* utiliza a estratégia de divisão e conquista, onde é escolhi um elemento dentro da lista (pivô) e a partir dele são permutados os maiores e melhores valores, a lista é particionada para resolução de problemas menores e a partir disto as listas são combinadas posteriormente à ordenação, para que um maior problema seja resolvido.

# Pivô Inicial

Neste caso o pivô é escolhido pelo primeiro elemento da lista.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n log (n)) | **O(n log (n))** | **O(n²)** |

Figura 5 – Quick Sort Pivô Inicial (Tempo)

Figura 6 – Quick Sort Pivô Inicial (Quantidade de Trocas)

# Pivô Central

Uma maneira eficaz de se evitar o pior caso do Quick Sort é mudando a metodologia de escolha de pivôs do algoritmo. Ao invés de escolher o primeiro (ou último) elemento, como o Quick Sort padrão, pode-se escolher o elemento central do conjunto de dados como pivô (assegurando que, na maioria dos casos, não há a geração de subproblemas de tamanho *0*).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n log (n)) | **O(n log (n))** | **O(n²)** |

Figura 7 – Quick Sort Pivô Central (Tempo)

Figura 8 – Quick Sort Pivô Central (Quantidade de Trocas)

Podemos perceber que com o pivô concentrando-se no meio do vetor o desempenho deste algoritmo para conjuntos crescentes ou decrescentes melhorou de *n²* para *n log(n)* e também na configuração aleatória o tempo foi drasticamente menor em relação ao algoritmo que toma o primeiro ou último elemento como pivô.

# Insert Sort

*Insertion Sort* utiliza ordenação por inserção, onde dada uma lista é construída e realizada uma inserção por vez onde o objeto se encaixa da melhor forma. Pertence aos algoritmos de ordenação quadrática, descantando-se assim para organização de vetores com pequenas entradas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n) | **O(n²)** | **O(n²)** |

Figura 9 – Insert Sort (Tempo)

Figura 10 – Insert Sort (Quantidade de Trocas)

# Shell Sort

O método *ShellSort* pode ser considerado o refinamento do método *Insertion Sort*. O que diferencia pelo fato de no lugar de considerar o vetor ordenado, como único segmento, considera vários segmentos sendo aplicado o algoritmo de *Insertion* *Sort* em cada um desses segmentos.

O *ShellSort* permite trocar de registros que estão distantes um do outro e o tempo de execução do algoritmo é sensível à ordem inicial do arquivo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n) | **O(n²)** | **O(n²)** |

Figura 11 – Shell Sort (Tempo)

Figura 12 – Shell Sort (Quantidade de Trocas)

# 2.6 Selection Sort

O Selection Sort por sua vez tem a intenção de selecionar o menor item da lista e colocá-lo em sua posição correta, o algoritmo faz comparações de n – 1, n – 2 e assim por diante.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n²) | **O(n²)** | **O(n²)** |

Figura 13 – Select Sort (Tempo)

Figura 14 – Select Sort (Quantidade de Trocas)

# Heap Sort

Utiliza metodologia de ordenação por seleção, criado por Robert W. Floyd em 1964 tem seus melhores resultados quando inseridos conjunto de dados ordenados de maneira aleatória.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n log (n)) | **O(n log (n))** | **O(n log (n))** |

Figura 15 – Heap Sort (Tempo)

Figura 15 – Heap Sort (Quantidade de Trocas)

# 2.8 Merge Sort

O Merge Sort é outro algoritmo de ordenação que utiliza o método de divisão e conquista, divide a lista em sub-lista, realiza a ordenação das mesmas e executa a unificação destas, porém este algoritmo utiliza recursividade, o que demanda um consumo de processamento maior em comparação a outros.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Melhor caso | Caso Médio | Pior Caso |
| O(n log (n)) | **O(n log (n))** | **O(n log (n))** |

Figura 16 – Merge Sort (Tempo)

Figura 17 – Merge Sort (Quantidade de Trocas)

# Comparações

Analisando gráfico a gráfico, é possível ver nitidamente a dificuldade que alguns algoritmos enfrentam conforme a entrada de dados cresce ou pelo menos muda de ordenação (crescente, aleatória e decrescente) e a diferença no processamento entre eles.

# Ordenação Crescente

Figura 18 – Vetor Ordenado (Tempo)

Figura 19 – Vetor Ordenado (Quantidade de Trocas)

Com vetores ordenados, Bubble Sort, Quick (pivô inicial), Selection tiveram os piores resultados de maneira discrepante com relação aos outros, os demais algoritmos mostraram-se eficientes neste cenário, o Bubble Sort otimizado quase não executou instruções.

# 3.2 Ordenação Decrescente

Figura 20 – Vetor Decrescente (Tempo)

Figura 21 – Vetor Decrescente (Quantidade de Trocas)

Para os vetores que estão em ordem decrescente os algoritmos de Bubble Sort, Bubble Sort Otimizado e Insertion Sort, apresentam os piores resultados. Quick sort com pivô central demonstrou o melhor resultado.

# Ordenação Aleatória

Figura 22 – Vetor Aleatório (Tempo)

Figura 22 – Vetor Aleatório (Quantidade de Trocas)

A semelhança de processamento é quase a mesma em relação a vetores aleatórios e vetores decrescentes. Bubble Sort, Bubble Sort Otimizado, Insertion Sort, Select Sort e Quick Sort apresentaram os piores resultados.

# Referências

[1] Materiais dados em aula.

[2] J. E. Souza, J. V. G. Ricarte, and N. C. de Almeida Lima. Algoritmos de ordenação: Um estudo comparativo. Anais do Encontro de Computação do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA, 1, 2017.

[3] J. E. Souza, J. V. G. Ricarte, and N. C. de Almeida Lima. Algoritmos de ordenac¸ ˜

ao: Um estudo comparativo. Anais do

Encontro de Computac¸ ˜

ao do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA, 1, 2017.

J. E. Souza, J. V. G. Ricarte, and N. C. de Almeida Lima. Algoritmos de ordenac¸ ˜

ao: Um estudo comparativo. Anais do

Encontro de Computac¸ ˜

ao do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA, 1, 2017.

[3] N. Ziviani et al. *Projeto de algoritmos: com implementações em Pascal e C*, volume 2. Thomson, 2004.

[4] Pratt, Vaughan R. *Shellsorg and Sorting Networks*. No. STAN-CS-72-260. STANFORD UNIV CALIF DEPT OF COMPUTER SCIENCE, 1972.