UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE INFORMÁTICA INF 01203 – Estruturas de Dados

Professora Renata Galante

TRABALHO FINAL

Comparação do Desempenho

de Árvores Binárias

ABP(Árvore Binária de Pesquisa)

X

AVL(Árvore Adelson, Velski & Landis)

Guilherme Gomes Haetinger

e

Lucas Nunes Alegre

Sumário

Este trabalho tem como objetivo a análise comparativa do desempenho em termos de tempo de processamento, número de comparações, fator de balanceamento, altura, etc das árvores binárias de pesquisas ABP e AVL, além de analisar a eficiência de ambas para cada uma das operações e tipo de entrada com o auxílio de gráficos e tabelas.

É avaliado também como cada árvore se comporta à medida que o número de valores a serem inseridos/removidos/consultados aumenta.

Para obtenção dos dados, foi utilizado a implementação na linguagem C da ABP e AVL para números inteiros.

Operação Insere

Dados Ordenados

ABP

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 100 | 99 | 5.050 | 0 |
| 1.000 | 4 | 1.000 | 999 | 500.500 | 0 |
| 10.000 | 380 | 10.000 | 9.999 | 50.005.000 | 0 |
| 100.000 | 42.692 | 100.000 | 99.999 | 705.082.704 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

AVL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 7 | 1 | 673 | 93 |
| 1.000 | 0 | 10 | 1 | 9.977 | 990 |
| 10.000 | 1 | 14 | 1 | 133.617 | 9986 |
| 100.000 | 24 | 17 | 1 | 1.668.929 | 99983 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

Operação Insere

Dados Aleatórios

ABP

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 17 | 10 | 799 | 0 |
| 1.000 | 0 | 22 | 14 | 11.301 | 0 |
| 10.000 | 1 | 31 | 17 | 163.375 | 0 |
| 100.000 | 170 | 480 | 464 | 16.893.479 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

AVL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 8 | 1 | 640 | 74 |
| 1.000 | 1 | 12 | 1 | 9.647 | 689 |
| 10.000 | 1 | 16 | 1 | 130.955 | 7.019 |
| 100.000 | 35 | 20 | 1 | 1.675.573 | 70.419 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

Conclusões – Insere

Tempo

Pode ser observado que apesar de que para árvores com poucos nodos o tempo é parecido, a operação de insere da ABP torna-se extremamente mais lenta para grandes números de nodos, e a diferença se torna ainda maior com dados ordenados, pois a ABP torna-se completamente desbalanceada.

Altura

Para dados ordenados, a altura da ABP apresenta seu pior caso, sendo uma lista de altura igual à do tamanho do seus nodos. Já para dados aleatórios a altura é muito menor, apesar de ainda maior que a altura de uma AVL em todos os casos.

A altura do AVL não apresenta variação considerável de altura, entretanto apresentou maiores alturas na inserção de dados aleatórios do que de dados ordenados.

Fator

Na inserção de dados ordenados, o fator de uma ABP é igual ao número de nodos menos um, consideralvemente maior que na inserção de dados aleatórios, em ambos os casos a altura cresce cada vez mais rápido à medida que o número de nodos aumenta.

A AVL por ser uma árvore balanceada, apresentou fator igual a um independentemente do número de nodos ou dá ordem de inserção.

Comparações

Á medida que o número de nodos cresce, a ABP realiza cada vez mais comparações, tendo sua curva de crescimento muito maior que a da AVL tanto para inserção aleatória quanto para inserção ordenada(onde o crescimento é ainda maior).

Já a AVL realiza um número de comparações levemente maior para dados ordenados que para dados aleatórios.

Operação Consulta

Dados Ordenados

ABP

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 100 | 99 | 5.050 | 0 |
| 1.000 | 2 | 1.000 | 999 | 500.500 | 0 |
| 10.000 | 209 | 10.000 | 9.999 | 50.005.000 | 0 |
| 100.000 | 20.969 | 100.000 | 99.999 | 705.082.704 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

AVL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 7 | 1 | 580 | 0 |
| 1.000 | 1 | 10 | 1 | 8.987 | 0 |
| 10.000 | 2 | 14 | 1 | 123.631 | 0 |
| 100.000 | 12 | 17 | 1 | 1.568.946 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

Operação Consulta

Dados Aleatórios

ABP

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 17 | 10 | 799 | 0 |
| 1.000 | 0 | 22 | 14 | 11.301 | 0 |
| 10.000 | 1 | 31 | 17 | 163.375 | 0 |
| 100.000 | 104 | 480 | 464 | 16.893.479 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

AVL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 8 | 1 | 591 | 0 |
| 1.000 | 0 | 12 | 1 | 9162 | 0 |
| 10.000 | 1 | 16 | 1 | 125.663 | 0 |
| 100.000 | 16 | 20 | 1 | 1.602.141 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

Conclusões – Consulta

Tempo

Em questão de tempo, a consulta de ambos arquivos sorted e random é mais eficiente em AVL, devido à baixa altura da árvore, mesmo possuindo os mesmos algoritmos. Em ABP, a consulta em sorted é muito menos eficiente que a unsorted. Isso acontece, pois a busca em uma árvore alinhada(fila) acaba por efetuar o valor do nodo de comparações por busca do mesmo. Em AVL, a sorted é um pouco menos eficiente, devido a inserção de uma lista sorted ser mais organizada do que a random.

Tempo

Paragrafo ABP

Paragrafo avl

Tempo

Paragrafo ABP

Paragrafo avl

Tempo

Paragrafo ABP

Paragrafo avl

Operação Remove

Dados Ordenados

ABP

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 1.000 | 0 | 0 | 0 | 1.000 | 0 |
| 10.000 | 0 | 0 | 0 | 10.000 | 0 |
| 100.000 | 8 | 0 | 0 | 100.000 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

AVL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 449 | 44 |
| 1.000 | 7 | 0 | 0 | 6806 | 491 |
| 10.000 | 464 | 0 | 0 | 92.566 | 4.988 |
| 100.000 | 57852 | 0 | 0 | 1.195.394 | 49.984 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

Operação Remove

Dados Aleatórios

ABP

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 643 | 0 |
| 1.000 | 0 | 0 | 0 | 9.396 | 0 |
| 10.000 | 0 | 0 | 0 | 145.757 | 0 |
| 100.000 | 173 | 0 | 0 | 15.850.422 | 0 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |

AVL

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº Nodos | Tempo(ms) | Altura | Fator | Comparações | Rotações |  |
| 100 | 1 | 0 | 0 | 533 | 39 |
| 1.000 | 8 | 0 | 0 | 8.555 | 370 |
| 10.000 | 1.001 | 0 | 0 | 119.763 | 3860 |
| 100.000 | 199.083 | 0 | 0 | 15.254.450 | 39.571 |
| 1.000.000 |  |  |  |  | 0 |