



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS – PICOS
Disciplina: Estrutura de Dados II
Curso: Bacharelado em Sistemas de Informação
Aluno: Aleff Ericlys Lustosa Araujo



Resumo do Projeto

O Relatório técnico apresenta a descrição de todos os métodos e conceitos utilizados para a resolução da segunda avaliação de Estrutura de Dados II.

1. Introdução

As árvores, são uma das mais importantes estruturas de dados não lineares. Diferente das listas nas árvores os dados estão dispostos de forma hierárquica. São estruturas eficientes e simples em relação ao tratamento computacional, há inúmeros problemas no mundo real que podem ser modelados e resolvidos através das árvores. Estruturas de pastas de um sistema operacional, interfaces gráficas, bancos de dados e sites da Internet são exemplos de aplicações de árvores. Esse relatório técnico foi organizado da seguinte maneira. Na Seção 2 serão apresentados alguns conceitos básicos dos assuntos abordados. A Seção 3 contém a metodologia implementada para a realização dos experimentos. Na Seção 4 apresenta os resultados da execução do programa e na Seção 5 contém a conclusão dos resultados alcançados. Na Seção 6 apêndice e na Seção 7 as referências usadas na produção deste relatório.

2. Seções Específicas

2.1. Estrutura de Árvore

As estruturas de dados de árvores são estruturas nomeadas assim por apresentarem um aspecto representativo semelhante às árvores da vida real [Cormen et al. 2002]. Diferente das estruturas de listas encadeadas, aqui as informações não são dispostas em forma sequencial, nas árvores os dados inseridos são armazenados de forma hierárquica. Nesse tipo de estrutura temos elementos inseridos que são armazenados em nós encadeados, cada nó de uma árvore binária aponta para até dois outros nós [Celes et al. 2004]. O nó que inicia a árvore e aponta para outros nós é denominado de raiz, a partir da raiz é possível chegar em qualquer outro nó da árvore.

2.2. Árvore 2-3

Uma árvore 2-3 de busca é uma árvore vazia ou um nó simples, que contém uma chave e dois links: um link esquerdo para uma árvore 2-3 que tem chaves menores que a chave do nó e um link direito para uma árvore 2-3 que tem chaves maiores ou um nó duplo, que contém duas chaves e três links: um link esquerdo para uma árvore 2-3 que tem chaves menores; um link do meio para uma árvore 2-3 que tem chaves entre as duas chaves do nó; e um link direito para uma árvore 2-3 que tem chaves maiores. Árvores 2-3 têm esse nome porque cada nó tem 2 ou 3 links e toda árvore 2-3 é perfeitamente balanceada, ou seja, todos os nós folha estão no mesmo nível.

2.3. Árvore Rubro Negra

Uma árvore rubro-negra é um tipo de árvore binária de busca balanceada, uma estrutura de dados usada em ciência da computação, tipicamente para implementar vetores associativos. Ela é complexa, mas tem um bom pior-caso de tempo de execução para suas operações e é eficiente na prática: pode-se buscar, inserir, e remover em tempo $O(\log n)$, onde n é o número total de elementos da árvore. De maneira simplificada, uma árvore rubro-negra é uma árvore de busca binária que insere e remove de forma inteligente, para assegurar que a árvore permaneça aproximadamente balanceada.

3. Metodologia

Nessa seção apresenta a metodologia e ambiente utilizados para realizar a análise e comparação das estruturas de dados citadas. Durante a fase de testes o ambiente que foi utilizado, consiste em um computador para a execução de algoritmos e medição de dados. Todos os arquivos foram executados por um compilador web. As configurações de hardware do dispositivo ao apresentadas na Tabela 1.

Dispositivo	Processador	Memória RAM	Sistema Operacional
Notebook Acer A515-51G-C690	Intel I7-8550U	8GB	Ubuntu 20.04.4

Tabela 1. Configurações de Hardware

3.1. Funcionalidades Utilizadas

- Funções implementadas no algoritmo da questão 1:
 - criaNo** - Função que cria um novo elemento para a árvore.
 - ehFolha** - Função que verifica se um nó é folha. Recebe um nó da árvore.
 - adiciona** - Função que adiciona um novo valor a um nó, respeitando as condições de inserção da árvore 2-3.
 - quebraNo** - Função que quebra um nó, separando o menor valor e deixando-o na raiz, subindo o valor do meio e criando um novo nó com o maior valor.
 - insereArv23** - Função que insere uma informação, criando um novo nó ou colocando a informação em um nó existente, em uma árvore 2-3.
 - limpa** - Função que limpa/libera a árvore
 - busca** - Função que busca um valor na árvore. Recebe a árvore e um valor a ser procurado.
 - mostra** - Função que mostra os atributos de um elemento calçado. Recebe o calçado.
 - mostraOrdem** - Função que mostra os elementos da árvore 2-3.
 - Calc** - Função que cadastra um calçado. Recebe as informações pertinentes ao calçado: código, tipo, marca, tamanho, quantidade e preço.

cadastra - Função que cadastra calçados na árvore 2-3. Recebe a árvore, a posição do elemento e o arquivo em que estão contidas as informações dos calçados.

buscaminho - Função que busca um valor na árvore e mostra o caminho percorrido até ele. Recebe a árvore e um valor a ser procurado.

- Funções implementadas no algoritmo da questão 2:

cor - Função que retorna a cor de um nó (retorna 0 caso seja NULL). Recebe um nó.

balancear - Função que verifica se as condições de uma árvore rubro-negra estão sendo seguidas e faz alterações conforme é preciso.

rotacionaDireita - Função que realiza uma rotação à direita na árvore. Recebe o nó que em que vai ocorrer a rotação.

rotacionaEsquerda - Função que realiza uma rotação à esquerda na árvore. Recebe o nó que em que vai ocorrer a rotação.

trocaCor - Função que inverte a cor do nó e de seus filhos. Recebe o nó que em que vai ocorrer a troca.

move2EsqRED - Move um nó vermelho à esquerda. Recebe o nó.

move2DirRED - Move um nó vermelho à direita. Recebe o nó.

insereNO - Função que insere um nó na árvore e verifica se as condições da árvore rubro-negra estão sendo seguidas fazendo as alterações necessárias.

insere_ArvLLRB - Função que gerencia a inserção. Recebe a árvore e o struct calçado.

remove_NO - Função que remove um elemento da árvore e verifica se as condições da árvore estão corretas. Recebe a árvore e o código do valor a ser removido.

remove_ArvLLRB - Função que gerencia a remoção na árvore RN. Recebe a árvore e um valor a ser buscado.

consulta_ArvLLRB - Função que busca elementos na árvore RN. Recebe a árvore e um valor a ser buscado.

atualizar - Função que reinsere elementos da árvore no arquivo após uma atualização na árvore.

removerMenor - Função que remove o menor à esquerda. Recebe um nó como parâmetro.

procuraMenor - Função que procura pelo nó mais à esquerda. Recebe um nó como parâmetro.

limpaArv - Função que limpa/libera a raiz.

Calc - Função que cadastra um calçado. Recebe as informações pertinentes ao calçado: código, tipo, marca, tamanho, quantidade e preço.

ehFolha - Função que verifica se um nó é folha. Ela recebe um nó como parâmetro.

mostra - Função que mostra os atributos de um elemento calçado. Recebe o calçado.

mostraArv - Função que mostra os elementos da árvore RN.

carregar - Função que insere os elementos do arquivo, na árvore RN.

buscaminho - Função que busca um valor na árvore e mostra o caminho percorrido até ele. Recebe a árvore e um valor a ser procurado.

4. Resultados da Execução do Programa

Nesta seção, são apresentados os resultados utilizados para realizar a análise e comparação das estruturas de dados referente a árvore 2-3 e a árvore rubro negra. Com o objetivo de identificar qual método será mais eficiente. Ao longo do experimento foram executados dois algoritmos referentes à inserção e busca de dados referentes a uma loja de calçados, cada um com sua variação referente a árvore 2-3 e a árvore rubro negra.

	Árvore Bi-Tri		Árvore Vermelho-Preta	
Código buscado	tempo de busca	caminho até encontrar	tempo de busca	caminho até encontrar
1	1250	12 20, 5, 2, 1	962	20, 12, 5, 2, 1
2	463	12 20, 5, 2	259	20, 12, 5, 2
3	469	12 20, 5, 2, 3 4	429	20, 12, 5, 2, 4, 3
4	463	12 20, 5, 2, 3 4	323	20, 12, 5, 2, 4
5	212	12 20, 5	201	20, 12, 05
6	491	12 20, 5, 7 9, 6	362	20, 12, 5, 9, 7, 6
7	289	12 20, 5, 7 9	283	20, 12, 5, 9, 7
8	361	12 20, 5, 7 9, 8	322	20, 12, 5, 9, 7, 8
9	306	12 20, 5, 7 9	299	20, 12, 5, 9
10	392	12 20, 5, 7 9, 10 11	326	20, 12, 5, 9, 11, 10
11	297	12 20, 5, 7 9, 10 11	277	20, 12, 5, 9, 11
12	222	12 20	221	20, 12
13	672	12 20, 16, 14, 13	467	20, 12, 16, 14, 13
14	375	12 20, 16, 14	265	20, 12, 16, 14
15	502	12 20, 16, 14, 15	437	20, 12, 16, 14, 15
16	334	12 20, 16	541	20, 12, 16
17	392	12 20, 16, 18, 17	497	20, 12, 16, 18, 17
18	346	12 20, 16, 18	433	20, 12, 16, 18
19	261	12 20, 16, 18, 19	272	20, 12, 16, 18, 19
20	190	12 20	236	20
21	674	12 20, 24, 22, 21	554	20, 24, 22, 21
22	293	12 20, 24, 22	224	20, 24, 22
23	323	12 20, 24, 22, 23	215	20, 24, 22, 23
24	196	12 20, 24	175	20, 24
25	455	12 20, 24, 26 28, 25	292	20, 24, 28, 26, 25
26	268	12 20, 24, 26 28	317	20, 24, 28, 26
27	399	12 20, 24, 26 28, 27	287	20, 24, 28, 26, 27
28	229	12 20, 24, 26 28	238	20, 24, 28
29	380	12 20, 24, 26 28, 29 30	380	20, 24, 28, 30, 29
30	344	12 20, 24, 26 28, 29 30	297	20, 24, 28, 30

Tabela 2. Tempos de busca e caminho até o valor buscado

5. Conclusão

Esse relatório técnico apresentou uma análise das estruturas de dados baseadas em árvores binárias de 2-3 e rubro negra, com o objetivo de comparar a eficiência das estruturas no cenários apresentados. Nessa análise foi feita a comparação dos tempos de busca entre esses dois tipos de árvores.

Os tempos de busca entre as duas estruturas de dados analisados mostraram-se semelhantes, contudo a média do tempo de busca da árvore rubro negra se mostrou menor que a média dos tempos de busca da árvore 2-3.

6. Apêndice

Todo código-fonte apresentado para as soluções das questões propostas seguem em anexo com a documentação.

7. Referências

Celes, W., Cerqueira, R., and Rangel, J. L. (2004). Introdução a estruturas de dados. Editora Campus.

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., and Stein, C. (2002). Algoritmos: teoria e prática. Editora Campus, 2:296.

<https://www.ime.usp.br/~pf/estruturas-de-dados/aulas/st-twothree.html>

https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rvore_rubro-negra