Algoritmos e Estruturas de Dados II
Roteiro de Laboratório – Árvore Bicolor

Objetivo

Implementar uma Árvore Bicolor a partir de uma Árvore Binária de Pesquisa (ABP).

Pré-requisitos

- Código funcional de uma Árvore Binária de Pesquisa (classes No e ArvoreBinaria).
- Compreensão dos conceitos de Árvore Bicolor e seus reequilíbrios a partir de fragmentações e rotações simples e duplas

Atividades

1. Renomear a classe ArvoreBinaria
   Renomear a classe ArvoreBinaria para ArvoreBicolor para explicitar a estrutura de dados com a qual está trabalhando.

2. Adicionar atributo cor
   Alterar a classe No para incluir um novo atributo chamado "cor" do tipo booleano que indica se o nó é colorido ou não.

3. Criar método para detectar 4-nó
   Criar um método "boolean isNoTipo4()" na classe No que verifica e retorna verdadeiro se o nó é do tipo 4, isto é, se é um 4-nó.

4. Criar método para fragmentar um nó
   Criar um método "void fragmentar()" na classe No que realiza um reequilíbrio do tipo fragmentação, isto é, que seria equivalente à fragmentação na Árvore 2-3-4 correspondente.

5. Criar métodos para os casos de balanceamento por rotação
   Criar, na classe ArvoreBicolor, os métodos para os casos de balanceamento:
   a. Rotação simples à esquerda
   b. Rotação simples à direita
   c. Rotação dupla direita-esquerda
   d. Rotação dupla esquerda-direita

   Cada método deve receber um ponteiro para o nó a ser rotacionado, aplicar a rotação e retornar um ponteiro para o nó que é a nova raiz do conjunto após a rotação.

6. Criar método para balancear um nó
   Criar um método "void balancear(No bisavo, No avo, No pai, No i)" na classe ArvoreBicolor que recebe os ponteiros para o nó, seu pai, seu avô e seu bisavô e efetua um reequilíbrio do tipo balanceamento por rotação. O balanceamento é feito com o nó, o pai e o avô. Ao final, a nova raiz do conjunto é conectada como filho do bisavô, daí a necessidade de passar o ponteiro para o bisavô como parâmetro.

Lembre-se que 4 tipos de rotação podem ser executados, de acordo com o alinhamento entre avô, pai e o nó:

a. Se pai > avô e nó > pai, então aplica-se uma rotação simples à esquerda
b. Se pai > avô e nó < pai, então aplica-se uma rotação dupla direita-esquerda
c. Se pai < avô e nó < avô, então aplica-se uma rotação simples à direita
d. Se pai < avô e nó > pai, então aplica-se uma rotação dupla esquerda-direita

Após a rotação, o novo nó raiz do conjunto passa a ser filho do nó bisavô em substituição ao avô.

Em qual situação o bisavô não irá existir (bisavô == null)? Faça o tratamento deste caso.

Por fim, lembre-se que, ao final do balanceamento, a nova raiz do conjunto rotacionado deve ser não colorida e, seus filhos, coloridos.

7. Implementar método de inserção

   Será necessário implementar o processo de inserção com todas as regras de reequilíbrios da Árvore Bicolor. Sugere-se uma implementação completamente nova em relação aos métodos de inserção existentes na antiga classe ArvoreBinaria.

   Criar um método “void inserir(int x)” na classe ArvoreBicolor, que insere a chave x na árvore, da seguinte maneira: se a árvore estiver vazia, inserir na raiz; caso contrário, chamar o método de inserção recursivo.

8. Implementar método recursivo de inserção

   Criar um método recursivo “void inserir(int x, No bisavo, No avo, No pai, No i)” na classe ArvoreBicolor. Esse método deve realizar a localização do ponto de inserção da chave x e orquestrar os reequilíbrios necessários na árvore. Lembre-se da sequência da inserção:

   a. Se chegar à posição de inserção, inserir como uma folha colorida.
   b. Caso contrário
      i. Se for um 4-nó, fragmentar
      ii. Chamar recursivamente a inserção na subárvore da esquerda ou da direita

   Lembre-se dos momentos em que temos que verificar: “o pai é colorido?”

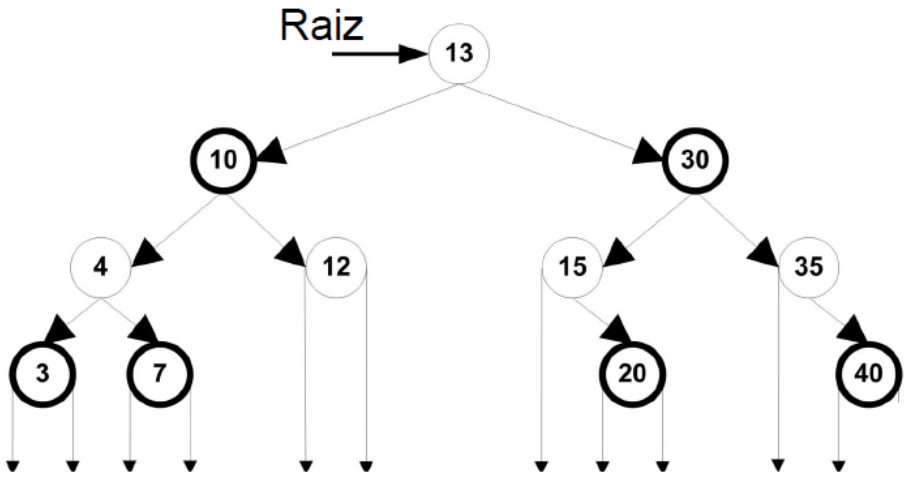
9. Validar a Árvore Bicolor

   Criar um programa para validar a sua Árvore Bicolor. Seu programa deve inserir elementos na árvore e verificar se os reequilíbrios estão sendo aplicados corretamente. Para isso, seu programa deve:

   a. Criar uma árvore vazia.
   b. Inserir os elementos na árvore conforme exemplo a seguir.
   c. Caminhar na árvore e, em cada visita, imprimir o elemento visitado juntamente com sua cor.

   Use o exemplo a seguir para verificação.

   Ordem de inserção: 4, 35, 10, 13, 3, 30, 15, 12, 7, 40 e 20



Para essa árvore, um caminhamento central deverá imprimir:

3(cor=1) 4(cor=0) 7(cor=1) 10(cor=1) 12(cor=0) 13(cor=0) 15(cor=0) 20(cor=1) 30(cor=1) 35(cor=0) 40(cor=1)

Parte Extra

Nosso material de aula apresenta uma simplificação da inserção na árvore bicolor até o 3º elemento. Alterar o método de inserção da classe ArvoreBicolor para que utilize essa abordagem.