BEE 1466

Percurso em Árvore por Nível

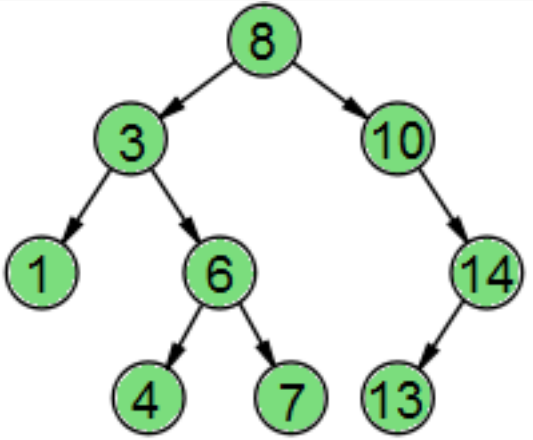
Prof. Edson Alves – UnB/FGA

Problema

Em uma árvore binária, o percurso por nível é um percurso denominado *breadth first search* (BFS) ou em português, busca em largura, a qual seria não-recursiva por natureza. Este percurso utiliza uma fila ao invés de pilha para armazenar os próximos 2 nodos que devem ser pesquisados (filho à esquerda e à direita). Esta é a razão pela qual você deve percorrer os nodos na ordem FIFO ao invés da ordem LIFO, obtendo desta forma a recursão.

Portanto nossa tarefa aqui, após algumas operações de inserção sobre uma árvore binária de busca (pesquisa), é imprimir o percurso por nível sobre estes nodos. Por exemplo, uma entrada com a sequência de valores inteiros: 8 3 10 14 6 4 13 7 1 resultará na seguinte árvore:

Problema



Entrada e saída

Entrada

A entrada contém vários casos de teste. A primeira linha da entrada contém um inteiro C $(C \leq 1000)$, indicando o número de casos de teste que virão a seguir. Cada caso de teste é composto por 2 linhas. A primeira linha contém um inteiro N $(1 \leq N \leq 500)$ que indica a quantidade de números que deve compor cada árvore e a segunda linha contém N inteiros distintos e não negativos, separados por um espaço em branco.

Entrada e saída

Saída

Para cada caso de teste de entrada você deverá imprimir a mensagem "Case n:", onde n indica o número do caso de teste seguido por uma linha contendo a listagem por nível dos nodos da árvore, conforme o exemplo abaixo.

Obs: Não deve haver espaço em branco após o último item de cada linha e há uma linha em branco após cada caso de teste, inclusive após o último. A árvore resultante não terá nodos repetidos e também não terá mais do que 500 níveis.

Exemplo de entradas e saídas

Exemplo de Entrada

```
2
3
5 2 7
9
8 3 10 14 6 4 13 7 1
```

Exemplo de Saída

```
Case 1:
5 2 7

Case 2:
8 3 10 1 6 14 4 7 13
```

Solução com complexidade $O(N^2)$

- A solução deste problema é semelhante à do problema BEE 1195
- Novamente é necessário implementar o método construtor e a rotina de inserção (a qual tem complexidade $O(S)$ no pior caso, onde S é o tamanho da árvore)
- Além disso, é preciso implementar a travessia por largura (BFS) (cuja complexidade de cada travessia também é $O(S)$)
- Esta implementação é iterativa e requer o uso de uma fila para a organização do processamento dos nós
- Por fim, para cada caso de teste, basta instanciar uma árvore, inserir os elementos indicados e produzir a saída usando a travessia por largura

Solução com complexidade $O(N^2)$

```cpp
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

struct BST {
    struct Node
    {
        int info;
        Node *left, *right;
    };

    Node *root;

    BST() : root(nullptr) {}

    void BFS() const
    {
        vector<int> xs;
        queue<Node *> q;
        q.push(root);
```

Solução com complexidade $O(N^2)$

```
22          while (not q.empty()) {
23              auto node = q.front();
24              q.pop();
25
26              if (node) {
27                  xs.push_back(node->info);
28                  q.push(node->left);
29                  q.push(node->right);
30              }
31          }
32
33          for (size_t i = 0; i < xs.size(); ++i)
34              cout << xs[i] << (i + 1 == xs.size() ? '\n' : ' ');
35          cout << '\n';
36      }
37
38      void insert(int info)
39      {
40          Node **node = &root;
```

Solução com complexidade $O(N^2)$

```
42          while (*node)
43          {
44              if ((*node)->info == info)
45                  return;
46              else if (info < (*node)->info)
47                  node = &(*node)->left;
48              else
49                  node = &(*node)->right;
50          }
51
52          *node = new Node { info, nullptr, nullptr };
53      }
54  };
55
56  int main()
57  {
58      ios::sync_with_stdio(false);
59
60      int C;
61      cin >> C;
```

Solução com complexidade $O(N^2)$

```
63      for (int test = 1; test <= C; ++test)
64      {
65          int N;
66          cin >> N;
67
68          BST tree;
69
70          while (N--)
71          {
72              int info;
73              cin >> info;
74              tree.insert(info);
75          }
76
77          cout << "Case " << test << ":\n";
78          tree.BFS();
79      }
80
81      return 0;
82  }
```