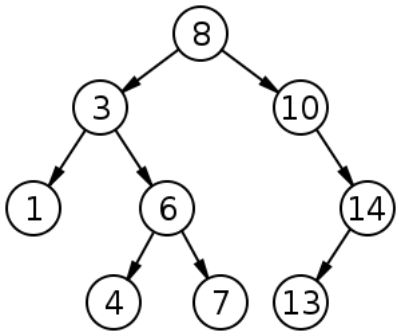
ВикипедиЯ

Сортировка с помощью двоичного дерева

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Сортировка с помощью двоичного дерева (сортировка двоичным деревом, сортировка деревом, древесная сортировка, сортировка с помощью бинарного дерева, англ. *tree sort*) — универсальный алгоритм сортировки, заключающийся в построении двоичного дерева поиска по ключам массива (списка), с последующей сборкой результирующего массива путём обхода узлов построенного дерева в необходимом порядке следования ключей. Данная сортировка является оптимальной при получении данных путём непосредственного чтения с потока (например, из файла, сокета или консоли).



Пример двоичного дерева

Содержание

Алгоритм

1. Построение двоичного дерева.

2. Сборка результирующего массива путём обхода узлов в необходимом порядке следования ключей.

Эффективность

Процедура добавления объекта в бинарное дерево имеет среднюю алгоритмическую сложность порядка O(log(n)). Соответственно, для n объектов сложность будет составлять O(n log(n)), что относит сортировку с помощью двоичного дерева к группе «быстрых сортировок». Однако, сложность добавления объекта в разбалансированное дерево может достигать O(n), что может привести к общей сложности порядка $O(n^2)$.

При физическом развёртывании древовидной структуры в памяти требуется не менее чем 4n ячеек дополнительной памяти (каждый узел должен содержать ссылки на элемент исходного массива, на родительский элемент, на левый и правый лист), однако, существуют способы уменьшить требуемую дополнительную память.

Примеры реализации

В простой форме функционального программирования на Haskell данный алгоритм будет выглядеть так:

```haskell
data Tree a = Leaf | Node (Tree a) a (Tree a)

insert :: Ord a => a -> Tree a -> Tree a
insert x Leaf = Node Leaf x Leaf
insert x (Node t y t') | x <= y = Node (insert x t) y t'
insert x (Node t y t') | x > y = Node t y (insert x t')

flatten :: Tree a -> [a]
flatten Leaf = []
flatten (Node t x t') = flatten t ++ [x] ++ flatten t'

treesort :: Ord a => [a] -> [a]
treesort = flatten . foldr insert Leaf
```

Реализация на C++14:

```cpp
#include <memory>
#include <cassert>
#include <algorithm>

#include <vector>
#include <iostream>

using namespace std;

// класс, представляющий бинарное дерево
class BinaryTree
{
protected:
  // узел бинарного дерева
  struct BinaryTreeNode
  {
    shared_ptr<BinaryTreeNode> left, right; // левое и правое поддерево
    int key; // ключ
  };

  shared_ptr<BinaryTreeNode> m_root; // корень дерева

protected:
  // рекурсивная процедура вставки ключа
  // cur_node - текущий узел дерева, с которым сравнивается вставляемый узел
  // node_to_insert - вставляемый узел
  void insert_recursive(const shared_ptr<BinaryTreeNode>& cur_node, const shared_ptr<BinaryTreeNode>& node_to_insert)
  {
      assert(cur_node != nullptr);
      // сравнение
      bool insertIsLess = node_to_insert->key < cur_node->key;
      if(insertIsLess)
      {
        // вставка в левое поддерево
        if(cur_node->left == nullptr)
          cur_node->left = node_to_insert;
        else
          insert_recursive(cur_node->left, node_to_insert);
      }
      else
      {
        // вставка в правое поддерево
        if(cur_node->right == nullptr)
          cur_node->right = node_to_insert;
        else
          insert_recursive(cur_node->right, node_to_insert);
      }
  }

public:
  void insert(int key)
  {
    shared_ptr<BinaryTreeNode> node_to_insert(new BinaryTreeNode);
    node_to_insert->key = key;

    if(m_root == nullptr)
    {
        m_root = node_to_insert;
        return;
```

```
    }

    insert_recursive(m_root, node_to_insert);
  }

public:
  typedef function<void(int key)> Visitor;

protected:
  // рекурсивная процедура обхода дерева
  // cur_node - посещаемый в данный момент узел
  void visit_recursive(const shared_ptr<BinaryTreeNode>& cur_node, const Visitor& visitor)
  {
    assert(cur_node != nullptr);

    // сначала посещаем левое поддерево
    if(cur_node->left != nullptr)
      visit_recursive(cur_node->left, visitor);

    // посещаем текущий элемент
    visitor(cur_node->key);

    // посещаем правое поддерево
    if(cur_node->right != nullptr)
      visit_recursive(cur_node->right, visitor);
  }

public:
  void visit(const Visitor& visitor)
  {
    if(m_root == nullptr)
      return;
    visit_recursive(m_root, visitor);
  }
};

int main()
{
  BinaryTree tree;
  // добавление элементов в дерево
  vector<int> data_to_sort = {10, 2, 7, 3, 14, 7, 32};
  for(int value : data_to_sort)
  {
    tree.insert(value);
  }
  // обход дерева
  tree.visit([](int visited_key)
  {
    cout<<visited_key<<" ";
  });
  cout<<endl;

  // результат выполнения: 2 3 7 7 10 14 32
  return 0;
}
```

Пример создания бинарного дерева и сортировки на языке Java:

```
// Скомпилируйте и введите java TreeSort
class Tree {
   public Tree left;            // левое и правое поддеревья и ключ
   public Tree right;
   public int key;

   public Tree(int k) {        // конструктор с инициализацией ключа
      key = k;
   }

/*  insert (добавление нового поддерева (ключа))
    сравнить ключ добавляемого поддерева (K) с ключом корневого узла (X).
    Если K>=X, рекурсивно добавить новое дерево в правое поддерево.
    Если K<X, рекурсивно добавить новое дерево в левое поддерево.
    Если поддерева нет, то вставить на это место новое дерево
*/
   public void insert( Tree aTree) {
     if ( aTree.key < key )
```

```
        if ( left != null ) left.insert( aTree );
        else left = aTree;
     else
        if ( right != null ) right.insert( aTree );
        else right = aTree;
   }

/*  traverse (обход)
    Рекурсивно обойти левое поддерево.
    Применить функцию f (печать) к корневому узлу.
    Рекурсивно обойти правое поддерево.
*/
   public void traverse(TreeVisitor visitor) {
      if ( left != null)
            left.traverse( visitor );

      visitor.visit(this);

      if ( right != null )
            right.traverse( visitor );
   }
}

interface TreeVisitor {
  public void visit(Tree node);
};

class KeyPrinter  implements TreeVisitor {
  public void visit(Tree node) {
      System.out.println( " " + node.key );
  }
};

class TreeSort {
  public static void main(String args[]) {
     Tree myTree;
     myTree = new Tree( 7 );       // создать дерево (с ключом)
     myTree.insert( new Tree( 5 ) );  // присоединять поддеревья
     myTree.insert( new Tree( 9 ) );
     myTree.traverse(new KeyPrinter());
  }
}
```

См. также

- Двоичное дерево поиска

Получено от "https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Сортировка_с_помощью_двоичного_дерева&oldid=95151230"