哈尔滨工业大学(深圳)

《数据结构》实验报告

实验三

树型结构及其应用

学　院: 计算机科学与技术学院

姓　名: 苏亦凡

学　号: 200111229

专　业: 计算机科学与技术

日　期: 2021-04-16

一、问题分析

(1) 题目 1

按层次遍历建立二叉树，并输出该二叉树的前序遍历、 中序遍历和后序遍历的序列。需考虑判空以及空节点之后的占位符的处理方法，以及如何避免用户的非法输入对程序产生影响。

(2) 题目 2

给定一棵二叉树，路径定义为从树的根节点到叶子结点的任意路径，求取该二叉树的最大路径和，路径和定义为一条路径中各节点的权值之和。需要考虑判空以及对边界情况的处理，考虑采用哪种遍历方式。

(3) 题目 3

给定一棵二叉树，求取该二叉树的所有左子叶权重之和，左子叶被定义为二叉树叶子结点中属于左子树的节点。需考虑判空及边界情况的处理，考虑采用哪种遍历方式。

(4) 题目 4

给定求取该树的镜像并输出翻转后二叉树的中序遍历。需考虑判空并考虑采用哪种遍历方式。

二、详细设计

2.1 设计思想

(1)题目 1：

考虑到层次遍历的特性，需使用辅助队列并利用队列的 First in First out 特性建立二叉树。先建立根节点并令根节点入队。接下去每次循环令队列元素出队一次，然后读取下两个数组元素，建立该节点的左右孩子节点，循环直到队列为空或数组的下标超限。

为了避免多余的操作，在节点建立时将其两个指针域初始化为 NULL。

需要注意的是遇到占位的-1 时虽然无需申请空间建立节点，当仍需要使 NULL 进入队列占位，当遇到 NULL 出队时，为避免对 NULL 访问域导致程序出错，可采取以下逻辑：易知接下去两个元素必为-1，可令数组下标连续自增两次，将两个 NULL 连续入队。

为避免数组下标越界，在每次访问数组元素前判断数组下标是否越界，若越界则结束循环。

对于前序、中序、后序遍历，采用递归的思想，并设置当输入的根节点为 NULL 时返回即可。

(2)题目 2：

在模板中给出的函数原型中，函数的输入除了根节点外还有一个整形的变量 sum，且在 main 函数中调用此函数时传入的 sum 值为 0。因此可将 sum 的意义定义为从原树的根节点到该子树根节点的路径长。求取路径长应采取

深度优先的遍历方法。

(3)题目 3：

该问题的关键是遍历方法的选取以及左子叶的判定方法。

对于子叶的搜素，我们可选择优先遍历。

左子叶的判定可采取如下方法：对某节点的左孩子节点不为空，且该左孩子节点的左右孩子均为空，则该左孩子节点为左子叶节点。

在递归时利用如下性质：若一个节点为某树子树的左子叶，则该节点也为该树的左子叶。

考虑到效率问题可使用三目运算符，考虑到程序的易读性则使用 if 的判断分支。

(4)题目 4：

该问题的关键是如何设计递归函数。

利用镜像树与原数左右子树对调且取镜像，可设计递归函数如下：建立根节点，值与原数相同，该根节点的左指针指向原树根子树的右子树的镜像树；右指针指向原树根子树的左子树的镜像树。

2.2 存储结构及操作

(1) 存储结构：

主要结构：树的二叉链表储存形式。辅助结构：队列的链表形式。

```
typedef struct TreeNode
{
    int id;
    int val;
    struct TreeNode *left;
    struct TreeNode *right;
} TreeNode, *TreeNodePtr;
```

```
typedef struct ListNode
{
    struct TreeNode *node;
    struct ListNode *next;
} ListNode, *ListNodePtr;
```

```
typedef struct Queue
{
    ListNodePtr dummyHead;
    ListNodePtr tail;
    int size;
} *QueuePtr;
```

(2) 涉及的操作:

队列操作:

```
ListNodePtr createListNode(TreeNodePtr node, ListNodePtr next);
TreeNodePtr createTreeNode(int val, TreeNodePtr left, TreeNodePtr right);
QueuePtr InitQueue();
void EnQueue(QueuePtr queue, TreeNodePtr node);
void DeQueue(QueuePtr queue);
bool QueueEmpty(QueuePtr queue);
TreeNodePtr GetHead(QueuePtr queue);
```

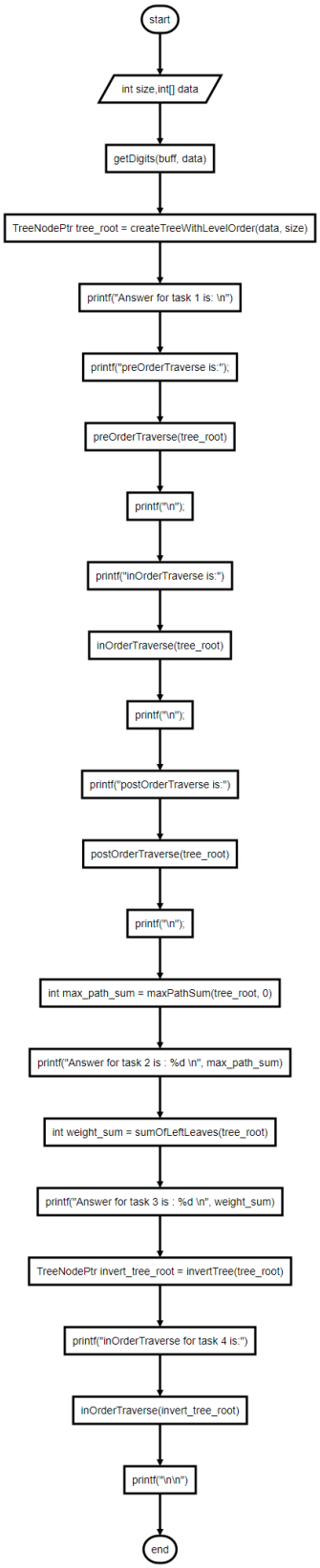
树操作:

```
void destoryTree(TreeNodePtr root);
TreeNodePtr createTreeWithLevelOrder(int *data, int size);
void preOrderTraverse(TreeNodePtr root);
void inOrderTraverse(TreeNodePtr root);
void postOrderTraverse(TreeNodePtr root);
int maxPathSum(TreeNodePtr root, int sum);
int sumOfLeftLeaves(TreeNodePtr root);
TreeNodePtr invertTree(TreeNodePtr root);
```

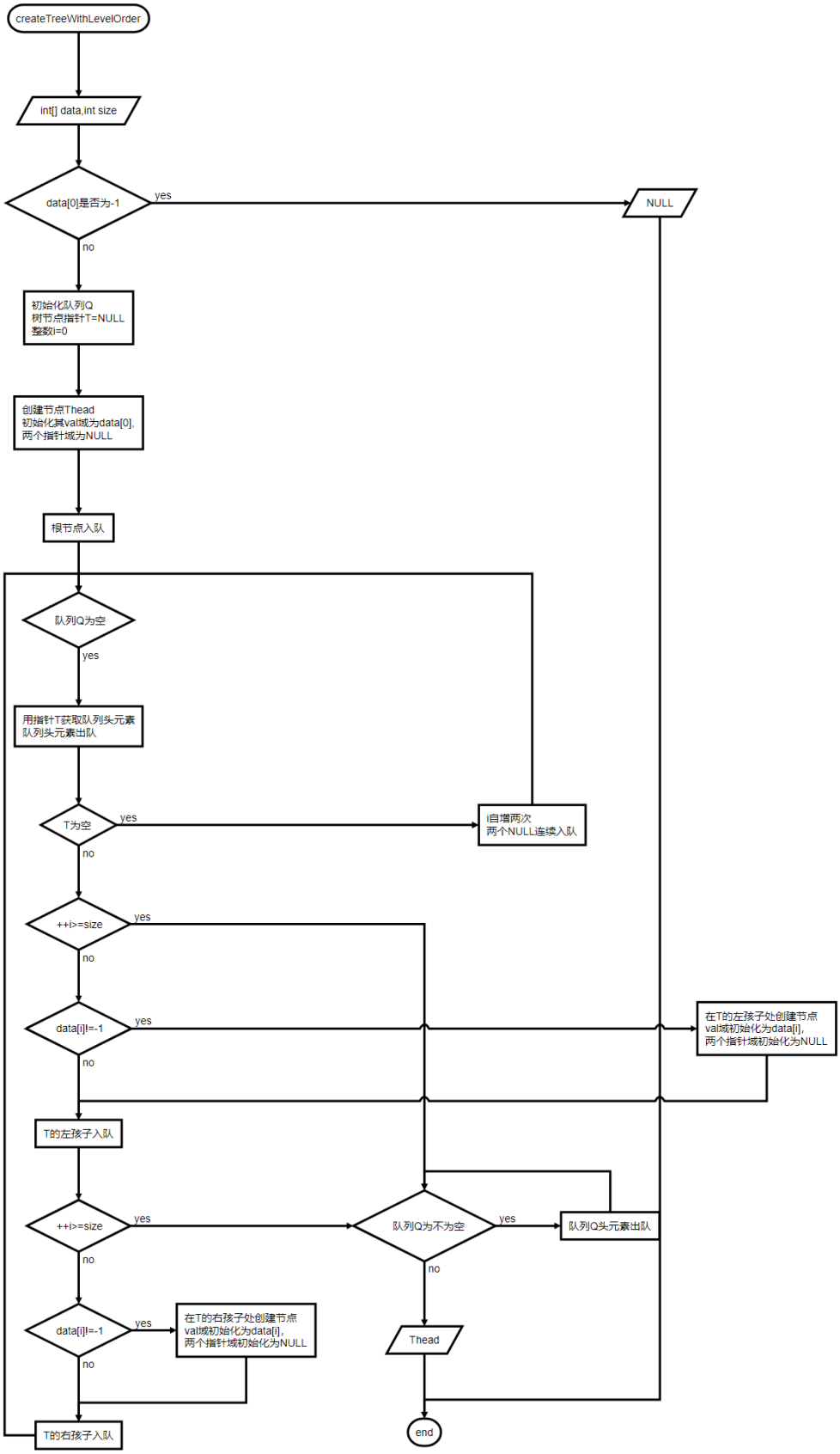
2.3 程序整体流程

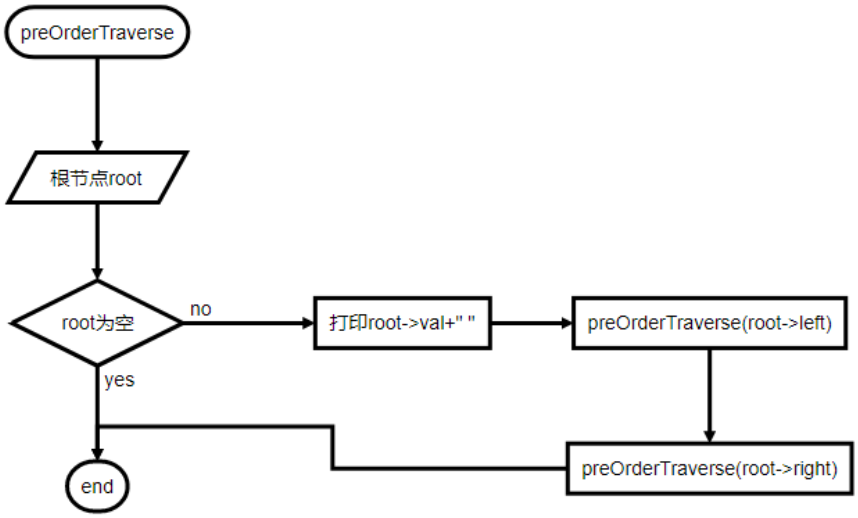
源码及原图保存在 flowchart 文件夹中。

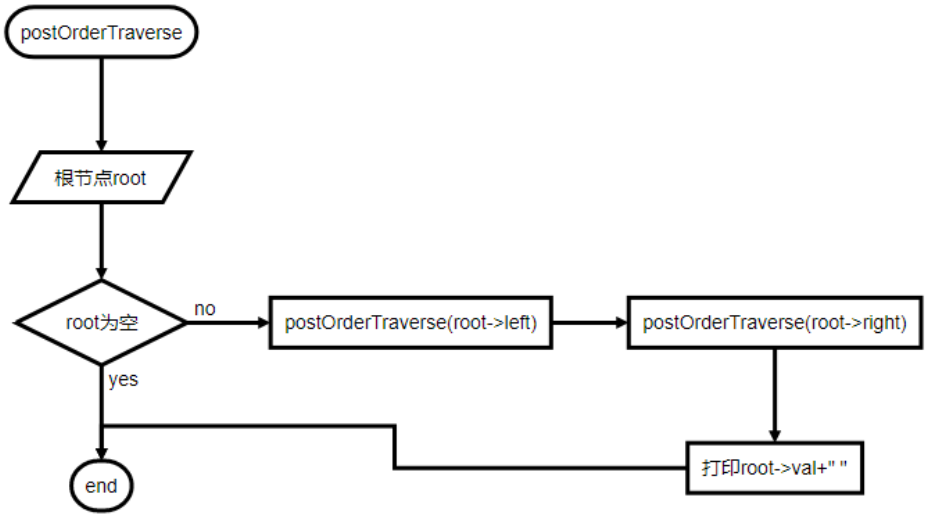
整体流程：仅画出对一组数据的处理流程

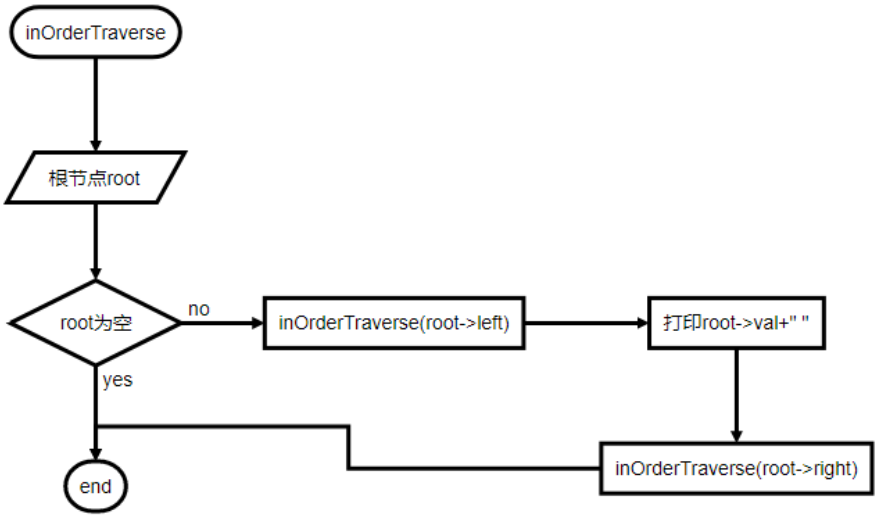


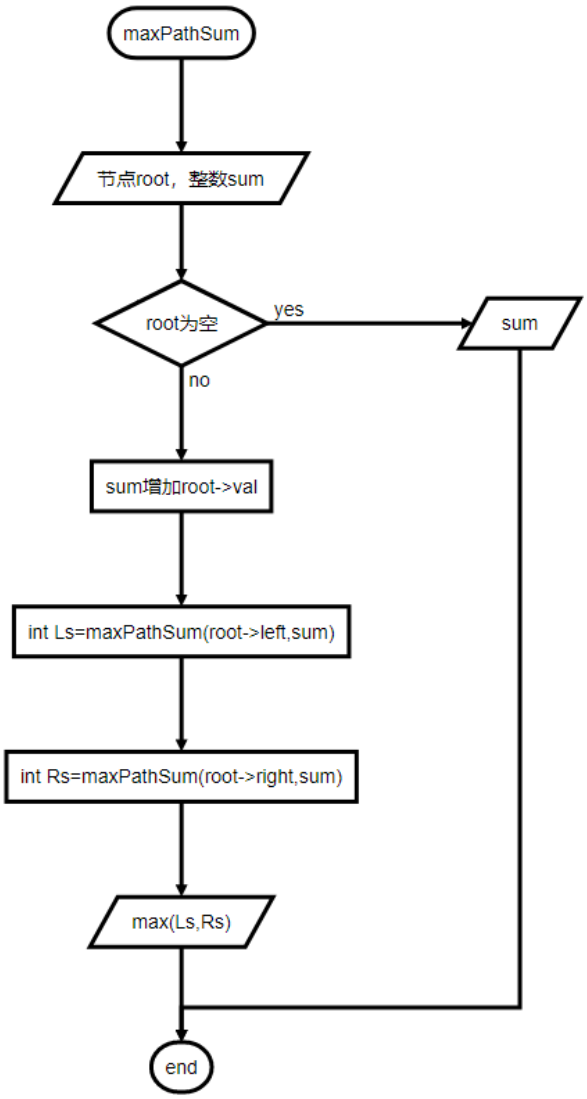
函数算法流程：

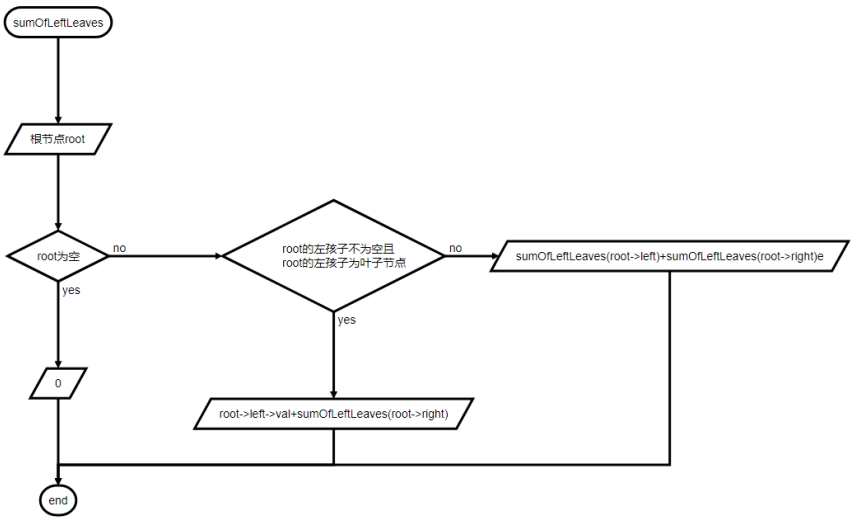

createTreeWithLevelOrder
int[] data,int size
data[0]是否为-1
yes
NULL
no
初始化队列Q
树节点指针T=NULL
整数i=0
创建节点Thead
初始化其val域为data[0],
两个指针域为NULL
根节点入队
队列Q为空
yes
用指针T获取队列头元素
队列头元素出队
T为空
yes
i自增两次
两个NULL连续入队
no
++i>=size
yes
no
data[i]!=-1
yes
在T的左孩子处创建节点
val域初始化为data[i],
两个指针域初始化为NULL
no
T的左孩子入队
++i>=size
yes
队列Q为不为空
yes
队列Q头元素出队
no
no
data[i]!=-1
yes
在T的右孩子处创建节点
val域初始化为data[i],
两个指针域初始化为NULL
Thead
no
T的右孩子入队
end

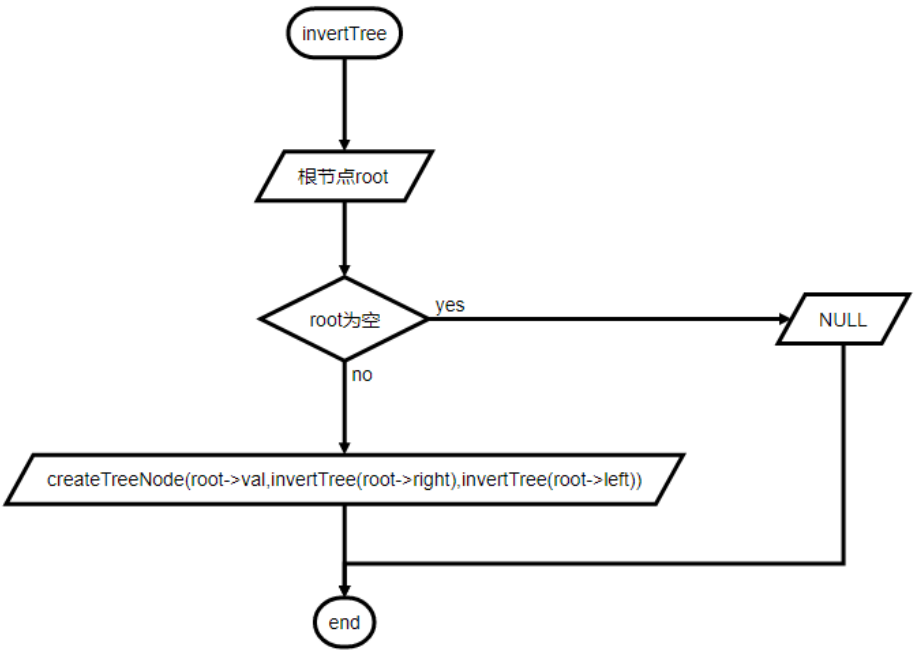

preOrderTraverse
根节点root
root为空
no
打印root->val+" "
preOrderTraverse(root->left)
yes
end
preOrderTraverse(root->right)


postOrderTraverse
根节点root
root为空
no
postOrderTraverse(root->left)
postOrderTraverse(root->right)
yes
end
打印root->val+" "


inOrderTraverse
根节点root
root为空
no
inOrderTraverse(root->left)
打印root->val+" "
yes
end
inOrderTraverse(root->right)


maxPathSum
节点root，整数sum
root为空
yes
sum
no
sum增加root->val
int Ls=maxPathSum(root->left,sum)
int Rs=maxPathSum(root->right,sum)
max(Ls,Rs)
end


sumOfLeftLeaves
根节点root
root为空
no
root的左孩子不为空且
root的左孩子为叶子节点
no
sumOfLeftLeaves(root->left)+sumOfLeftLeaves(root->right)e
yes
yes
0
root->left->val+sumOfLeftLeaves(root->right)
end



三、用户手册

(1)输入数据的方式：

使用同级目录的 test.txt 文件进行输入。规范为：

a) 第一行为输入的序列长度。

b) 第二行为层序遍历序列，用#表示空。

c) 若有多组输入换行后重复以上两个步骤。

(2)实现各种功能的操作方式：

1. 按层次遍历建立链表：

调用 createTreeWithLevelOrder 函数，输入为转换后的层次遍历序列整形数组名，整形的序列长度，返回值为指向根节点的树节点指针。

2. 按前序、中序或后序遍历树并输出遍历序列：

   分别调用 preOrderTraverse, inOrderTraverse 或 postOrderTraverse，函数的输入为指向根节点的树节点指针。

3. 求取二叉树的最大路径和：

   调用 maxPathSum 函数，函数的输入为指向根节点的树节点指针，整形 0；输出为整形的最大路径和。

4. 求二叉树的所有左子叶权重之和：

   调用 sumOfLeftLeaves 函数，函数的输入为指向根节点的树节点指针；输出为整形的左子叶权重和。

5. 求取二叉树的镜像：

   调用 invertTree 函数，函数的输入为指向根节点的树节点指针；输出为指向镜像二叉树根节点的树节点指针。

四、结果

```
Case 1, data: 9 8 7 6 # 5 # 4 # # # # 3 #, nodes number: 14
Answer for task 1 is:
preOrderTraverse is:9 8 6 4 7 5 3
inOrderTraverse is:4 6 8 9 5 3 7
postOrderTraverse is:4 6 8 3 5 7 9
Answer for task 2 is : 27
Answer for task 3 is : 4
inOrderTraverse for task 4 is:7 3 5 9 8 6 4

Case 2, data: 9 8 # # 7 # # # # 6 # # # # # # # # # 5, nodes number: 21
Answer for task 1 is:
preOrderTraverse is:9 8 7 6 5
inOrderTraverse is:8 6 5 7 9
postOrderTraverse is:5 6 7 8 9
Answer for task 2 is : 35
Answer for task 3 is : 0
inOrderTraverse for task 4 is:9 7 5 6 8

Case 3, data: 9 8 # 7 # # # # 6 # # # # # # # # 5, nodes number: 19
Answer for task 1 is:
preOrderTraverse is:9 8 7 6 5
inOrderTraverse is:7 6 5 8 9
postOrderTraverse is:5 6 7 8 9
Answer for task 2 is : 35
Answer for task 3 is : 0
inOrderTraverse for task 4 is:9 8 5 6 7


Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.012 s
Press any key to continue.
```

五、总结

该实验涉及到的数据结构和算法，以及遇到的问题和收获。

该实验主要涉及树这一数据结构，并使用二叉链表进行储存；同时使用了链表形式的队列作为辅助。算法主要有 BFS 与 DFS，并大量使用递归的思想。

本次实验的难点主要在于任务一的建立二叉树。该任务无法向其他问题一样用递归解决，故操作过程相对繁琐，很容易出现纰漏，如：数组越界、对 NULL 访问域等、忘记释放队列内存等等。故这项任务很考验耐心与细致程度，当然，若发生错误亦考察 debug 的能力。

另一个困难仍然出现在实验报告中，由于实验的总代码量不小，故流程图的绘制也是相对繁琐，我采用了 markdown 基于 flowchart.js 的流程图绘制方法，问题也得到解决。Markdown 源码以及生成的图片保存在 flowchart 文件夹中。

本次实验是对树的相关知识的回顾与复习，加深了对与树相关的算法的理解，锻炼了动手编程的能力，总体来说，收获颇丰。