

实验二 二叉树及其应用（3-3.5 次上机）

【实验目的】

树是一种应用极为广泛的数据结构之一，是本课程的重点。树是一种 1:N 的非线性结构。本章首先以**二叉树**这种特殊、简单的树为原型，讨论数据元素(结点)之间的 1:N(N=0,1,2)关系的表示(顺序映像——**完全二叉树的顺序存储**；链式映像——**二叉链表、三叉链表**)；重点介绍二叉树的各种**遍历算法**(先序、中序、后序、层次遍历)；并以这些遍历算法为基础，进一步讨论二叉树的其他各种**问题的求解算法**。然后，展开对**一般树的表示**(双亲表示法、孩子表示法、孩子-兄弟表示法)和**操作算法**的讨论；强调树(森林)的**孩子-兄弟表示法**及其相关应用；并将表示树(森林)的**孩子-兄弟链**映射到表示二叉树的**二叉链**，从而获得**树(森林)与二叉树的相互转换**。

本实验以二叉树的链式表示、建立和应用为基础，旨在让学生深入了解二叉树的存储表示特征以及遍历次序与二叉树的存储结构之间的关系，进一步掌握利用遍历思想解决二叉树中相关问题的方法。

本实验的另一个目的是让学生通过思考、上机实践与分析总结，理解计算机进行算术表达式解析、计算的可能方法，初步涉及一些编译技术，增加自己今后学习编译原理的兴趣，并奠定一些学习的基础。

【实验内容】

本实验由以下环节组成：

1) 存储结构

以二叉链表或三叉链表作为二叉树的存储结构；

2) 二叉树的创建(链式存储)

以某一种遍历的次序录入二叉树的元素，写出相应的二/三叉链表的创建算法，并上机实现该算法；

二叉树的输入次序可以有如下几种方法，你可以选择**其中之一**来作为二/三叉链表创建程序的输入：

- i. 添加虚结点补足成完全二叉树，对补足虚结点后的二叉树按**层次遍历**次序输入。

如图 1 的二叉树输入次序为：

A, B, C, **Φ**, D, E, F, **Φ**, **Φ**, G, **Φ**, **Φ**, H

也可以通过添加虚结点，为每一实在结点补足其孩子，再对补足虚结点后的二叉树按**层次遍历**的次序输入。

如图 1 的二叉树输入次序为：

A, B, C, **Φ**, D, E, F, G, **Φ**, **Φ**, H, **Φ**, **Φ**, **Φ**, **Φ**, **Φ**

进一步改进，可以在输入列表中忽略出现在列表尾部的虚结点，即：

A, B, C, **Φ**, D, E, F, G, **Φ**, **Φ**, H

- ii. 通过添加虚结点，将二叉树中的每一实在结点补足成度为 2 的结点，对补足虚结点后的二叉树按**先序遍历**的次序输入。

如图 1 的二叉树输入次序为：

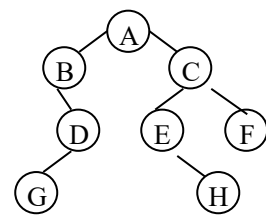


图 1

A, B, Φ , D, G, Φ , Φ , Φ , C, E, Φ , H, Φ , Φ , F, Φ , Φ

iii. 依次输入二叉树的中序和后序遍历的结果。

如图 1 的二叉树输入次序为：

中序：B, G, D, A, E, H, C, F

后序：G, D, B, H, E, F, C, A

iv. 依次输入二叉树的中序和先序遍历的结果。

如图 1 的二叉树输入次序为：

中序：B, G, D, A, E, H, C, F

先序：A, B, D, G, C, E, H, F

3) 二叉树的遍历

对所建的二叉树进行验证：按初始输入元素采用的遍历方法遍历该二叉树，看遍历的结果是否与初始输入一致；

4) 二叉树的应用：线索二叉树的创建

基于二叉树遍历思想的其它问题的求解：扩展二叉树的存储结构，增加表示直接后继线索的链域，给出创建给定二叉树的后序线索化二叉树的程序；

5) 线索二叉树的遍历

编写在后序线索化树上的遍历算法。

6) 二叉树创建的特例——表达式树

在 2) 基础上，设计并实现为输入表达式（仅考虑运算符为双目运算符的情况）创建表达式树的程序：

A) 先实现输入为合法的波兰式；

B) 进一步考虑输入为中缀表达式（需要分析优先级和结合性）

C) 考虑输入为合法的逆波兰式；

7) 二叉树遍历的特例——表达式树

针对用 6) 创建的表达式树，用 3) 遍历（先序/中序/后序）该树，比较它与实际的波兰式、中缀式和逆波兰式之间的区别；

8) 二叉树的应用——表达式求值与转换

基于 3) 的后序遍历或基于 5)，

A) 完成给定表达式树的表达式求值运算；

B) 输出表达式的另一种表示方法（如波兰式、逆波兰式或中缀表达式）。

【实验要求】

1. 每一学生必须完成以下内容：

a) 1)至 5)

b) 6)中的 A)、B)、C)之一

c) 7) 以及 8) 中的 A)、B) 之一。

2. 其余部分可以根据自己的实际情况酌情处理。

评分标准：

i. 完成 1)-5) 得 4 分，若部分未能实现，酌情扣分

ii. 完成 6) 中的 A) B) C) 之一得 1 分

iii. 完成 7) 得 1 分

iv. 完成 8) 中 A) B) 之一得 1 分

v. 实验报告 3 分，只要按时交，且基本符合要求，一般给满。

实验报告要求：

只需给出必要的实验步骤截图以及运行结果截图，简要说明实验过程即可，无格式与字数要求。

如果实验中有部分未能实现，请在报告中说明清楚，且要讲清楚这部分的原理，实现方式，以及自己所遇到的困难。未完成的部分在操作分中已作相应扣除，不会在报告分中重复扣分。（也就是说即使实验完全不会做，只要在报告中说明清楚原理，实现方式和困难，还是可以拿3分）

实验报告用BB系统作业提交

切记：不要卷字数，言简意赅最好，给自己和助教都减轻些负担。

【检查期限】

1. 上机内容检查时间：第6~8次上机时，以第8次上机为截止时间：
(2022.11.11-2022.11.26)
2. 报告上交截止时间：第8次上机后的第1次课上课前截止。
(2022.11.28.14:00)

实验补做给分原则见群公告。实验报告迟交评分规则与实验补做相同。

(一周内补交80%，两周内补交60%，两周以上不接受补交)