《数据结构》实验指导书

计算机专业实验中心

2023 年 9 月

目 录

《数据结构》上机实验内容和要求

通过上机实验加深对课程内容的理解，提高程序设计、开发及调试能力。本实验指导书适用于 16 学时《数据结构》实验课，实验项目具体内容如下：

序号	实验名称	每组人数	实验学时	实验类别
1	实验一 基于线性表的图书信息管理	1	2	设计
2	实验二 基于栈的算术表达式求值	1	2	设计
3	实验三 基于字符串模式匹配算法的病毒感染检测问题	1	2	设计
4	实验四 基于哈夫曼树的数据压缩算法	1	2	设计
5	实验五 基于二叉树的表达式求值算法	1	2	设计
6	实验六 基于 Dijsktra 算法的最短路径求解	1	2	设计
7	实验七 基于广度优先搜索的六度空间理论验证	1	2	设计
8	实验八 排序算法的实现与分析	1	2	设计

实验报告要求：

请按照评分标准和报告模板要求，提交实验报告电子版文件。

实验一 基于线性表的图书信息管理

一、实验目的

1.掌握线性表的顺序存储表示和链式存储表示。

2.掌握顺序表和链表的基本操作，包括创建、查找、插入和删除等算法。

3.明确线性表两种不同存储结构的特点及其适用场合，明确它们各自的优缺点。

二、实验内容

选用顺序表或链表实现下述线性表的的基本操作。

1. 基于顺序（链式）存储结构的图书信息表的创建和输出

问题描述

定义一个包含图书信息(书号、书名、价格)的顺序表（链表），读入相应的图书数据来完成图书信息表的创建。然后，统计图书表中的图书个数，同时逐行输出每本图书的信息。

输入要求

输入 n+1 行，其中前 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔，价格之后没有空格。最后第 n+1 行是输入结束标志:000(空格分隔的三个 0)。其中，书号和书名为字符串类型，价格为浮点数类型。

输出要求

总计 n+1 行，第 1 行是所创建的图书信息表中的图书个数，后 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔。其中，价格输出保留两位小数。

输入样例

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

0 0 0

输出样例

6

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

2.基于顺序（链式）存储结构的图书信息表的修改

问题描述

首先，定义一个包含图书信息(书号、书名、价格)的顺序表（链表），读入相应的图书数据完成图信息表的创建。然后，计算所有图书的平均价格，将所有低于平均价格的图书价格提高 20%，所有高于或等于平均价格的图书价格提高 10%。最后，逐行输出价格修改后的图书信息。

输入要求

输入 n+1 行，前 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔，价格之后没有空格。最后，第 n+1 行是输入结束标志:000(空格分隔的三个 0)。其中书号和书名为字符串类型，价格为浮点数类型。

输出要求

总计 n+1 行,第 1 行是修改前所有图书的平均价格,后 n 行是价格修改后 n 本图书的信息(书号、书名、价格)、每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔。其中，价格输出保留两位小数。

输入样例

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

0 0 0

输出样例

25.50

9787302257646 程序设计基础 30.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 24.00

9787302219972 单片机技术及应用 35.20

9787302203513 单片机原理与应用技术 28.60

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 31.90

9787811234923 汇编语言程序设计教程 25.20

3.基于顺序（链式）存储结构的图书信息表的最贵图书的查找

问题描述

定义一个包含图书信息(书号、书名、价格)的顺序表（链表），读入相应的图书数据来完成图书信息表的创建。然后，查找价格最高的图书，输出相应图书的信息。

输入要求

总计输入 n+1 行，其中，第一行是图书数目 n，后 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔，价格之后没有空格。其中，书号和书名为字符串类型，价格为浮点数类型。

输出要求

总计输出 m+1 行，其中，第一行是最贵图书的数目(价格最高的图书可能有多本).后 m 行是最贵图书的信息，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔。其中，价格输出保留两位小数。

输入样例

6

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811230710 C#程序设计易懂易会教程 32.00

输出样例

2

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787811230710 C#程序设计易懂易会教程 32.00

4.基于顺序（链式）存储结构的图书信息表的新图书的入库

问题描述

首先，定义一个包含图书信息(书号、书名、价格)的顺序表（链表），读入相应的图书数据来完成图书信息表的创建。然后，根据指定的待入库的新图书的位置和信息，将新图书插入到图书表中指定的位置上。最后，输出新图书入库后所有图书的信息。

输入要求

总计 n+3 行。首先，输入 n+1 行，其中，第一行是图书数目 n，后 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔，价格之后没有空格。其中，书号和书名为字符串类型，价格为浮点数类型。之后输入第 n+2 行，内容仅为一个整数，代表待入库的新图书的位置序号。最后，输入第 n+3 行，内容为新图书的信息，书号、书名、价格用空格分隔。

输出要求

若插入成功：

输出新图书入库后所有图书的信息(书号、书名、价格)，总计 n+1 行，每行是一本图书的信息，书号、书名、价格用空格分隔。其中，价格输出保留两位小数。

若插入失败:

只输出以下提示:抱歉，入库位置非法!

输入样例

6

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机制技术原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

2

9787302265436 计算机导论实验指导 18.00

输出样例

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302265436 计算机导论实验指导 18.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

5.基于顺序（链式）存储结构的图书信息表的旧图书的出库

问题描述

定义一个包含图书信息(书号、书名、价格)的顺序表（链表），读入相应的图书数据来完成图书信息表的创建。然后根据指定的待出库的旧图书的位置，将该图书从图书表中删除。最后输出该图书出库后的所有图书的信息。

输入要求

总计 n+2 行。首先，输入 n+1 行，其中，第一行是图书数目 n，后 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔，价格之后没有空格。其中书号和书名为字符串类型，价格为浮点数类型。然后，输入第 n+2 行，内容仅为一个整数，代表待删除的旧图书的位置序号。

输出要求

若删除成功：

输出旧图书出库后所有图书的信息(书号、书名、价格)，总计 n-1 行，每行是一本图书的信息，书号、书名、价格用空格分隔。其中，价格输出保留两位小数。

若删除失败：

只输出以下提示:抱歉，出库位置非法!

输入样例

6

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

2

输出样例

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302203513 单片机原理与应用技术 26.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787811234923 汇编语言程序设计教程 21.00

6.基于顺序（链式）存储结构的图书信息表的图书去重（选做）

问题描述

出版社出版的任何一本图书的书号(ISBN)都是唯一的，即图书表中不允许包含书号重复的图书。定义一个包含图书信息(书号、书名、价格)的顺序表（链表），读入相应的图书数据来完成图书信息表的创建(书号可能重复)。然后进行图书的去重，即删除书号重复的图书(只保留第一本)。最后输出去重后所有图书的信息。

输入要求

总计输入 n+1 行，其中，第一行是图书数目 n，后 n 行是 n 本图书的信息(书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔，价格之后没有空格(书号可能重复)。其中书号和书名为字符串类型，价格为浮点数类型。

输出要求

总计输出 m+1 行(m≤n)，其中，第一行是去重后的图书数目。后 m 行是去重后图书的信息（书号、书名、价格)，每本图书信息占一行，书号、书名、价格用空格分隔。其中，价格输出保留两位小数。

输入样例

6

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

输出样例

9787302257646 程序设计基础 25.00

9787302164340 程序设计基础(第 2 版) 20.00

9787302219972 单片机技术及应用 32.00

9787810827430 工业计算机控制技术--原理与应用 29.00

三、实验提示

不同的存储结构对应的算法实现不同，下面分别给出图书信息表的顺序存储结构和链式存储结构的定义。

根据图书所包含的基本信息，可以对图书信息的结构体描述如下:

```
#define MAXSIZE 10000 //图书表可能达到的最大长度
typedef struct //图书信息定义
{
char no[20]; //图书 ISBN
char name[50]; //图书名字
float price; //图书价格
}Book;
```

基于上述图书信息的描述,下面分别给出图书信息表的顺序存储结构和链式存储结构的定义。图书信息表的顺序存储结构如下:

typedef struct

{

Book *elem; //存储空间的基地址

int length; //图书表中当前图书个数

)sqlist; //图书表的顺序存储结构类型为 SqList

链式存储结构的定义如下:

typedef struct LNode

{

Book data; //结点的数据域

struct LNode *next; /结点的指针域

}LNode,*LinkList; //LinkList 为指向结构体 LNode 的指针类型

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

实验二 基于栈的算术表达式求值

一、实验目的

1.掌握栈的基本操作算法的实现，包括栈初始化、进栈、出栈、取栈顶元素等。

2.掌握利用栈实现中缀表达式求值的算法。

二、实验内容

问题描述

输入一个中缀算术表达式，求解表达式的值。运算符包括“+”、“-”、“*”、“/”、“(”、“)”、“=”，参加运算的数为 double 类型且为正数。

要求:直接使用中缀算术表达式进行计算，不能转换为后缀或前缀表达式再进行计算，只考虑二元运算即可。

输入要求

多组数据，每组数据一行，对应一个算术表达式，每个表达式均以“=”结尾。当表达式只有一个“= ”时，输入结束。参加运算的数为 double 类型。

输出要求

对于每组数据输出 1 行，为表达式的运算结果。输出保留两位小数。

输入样例

2+2=

20*(4.5-3)=

=

输出样例

4.00

30.00

三、实验提示

此实验内容即为主教材算法 3.22 的扩展内容，算法 3.22 只考虑个位数的运

算，不具备拼数功能。拼数功能可以手工编写，也可以借助 C 语言的库函数 atof() 函数来完成，其功能是将字符串转换为双精度浮点数(double)。

算符间的优先关系如下表所示（表来源：严蔚敏《数据结构》）：

表 2.1 算符间的优先关系

θ1 \ θ2	+	-	*	/	(	)	#
+	>	>	<	<	<	>	>
-	>	>	<	<	<	>	>
*	>	>	>	>	<	>	>
/	>	>	>	>	<	>	>
(	<	<	<	<	<	=	
)	>	>	>	>		>	>
#	<	<	<	<	<		=

表中需要注意的是 θ1 为运算符栈 OPTR 的栈顶元素 top，θ2 为从表达式中读取的操作符 c，此优先级表可以用二维数组实现。

算法步骤：

为了实现用栈计算算数表达式的值，需设置两个工作栈：用于存储运算符的栈 OPTR，以及用于存储操作数及中间结果的栈 OPND。

算法基本思想如下：

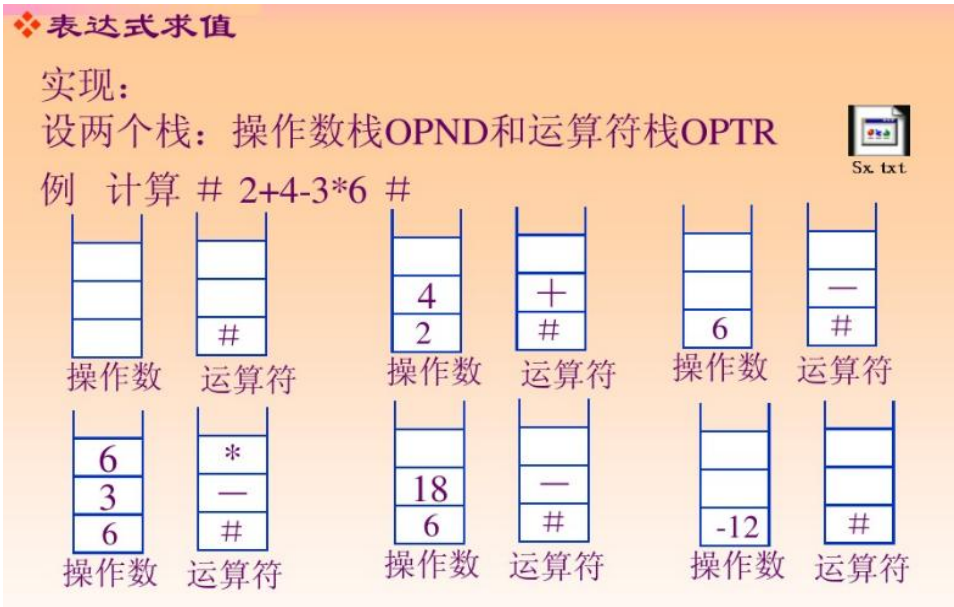
（1）首先将操作数栈 OPND 设为空栈，而将'#'作为运算符栈 OPTR 的栈底元素，这样的目的是判断表达式是否求值完毕。

（2）依次读入表达式的每个字，表达式须以'#'结，读入字符若是操作数则入栈 OPND，读入字符若是运算符，则将此运算符 c 与 OPTR 的栈顶元素 top 比较优先级后执行相应的操作，具体操作如下：

(i)若 top 的优先级小于 c，即 top<c，则将 c 直接入栈 OPTR，并读入下一字符赋值给 c；

(ii)若 top 的优先级等于 c，即 top=c，则弹出 OPTR 的栈顶元素，并读入下一字符赋值给 c，这一步目的是进行括号操作;

（iii）若 top 优先级高于 c，即 top>c，则表明可以计算，此时弹出 OPND 的栈顶两个元素，并且弹出 OPTR 栈顶的的运算符，计算后将结果放入栈 OPND 中。直至 OPTR 的栈顶元素和当前读入的字符均为'#'，此时求值结束。



比较算符优先关系代码示例：

```
1. int getIndex(char theta)    //获取 theta 所对应的索引
2. {
3.     int index = 0;
4.     switch (theta)
5.     {
6.     case '+':
7.         index = 0;
8.         break;
9.     case '-':
10.         index = 1;
11.         break;
12.     case '*':
13.         index = 2;
14.         break;
15.     case '/':
16.         index = 3;
17.         break;
18.     case '(':
19.         index = 4;
```

```
        break;
    case ')':
        index = 5;
        break;
    case '#':
        index = 6;
    default:break;
    }
    return index;
}

char getPriority(char theta1, char theta2)
 //获取 theta1 与 theta2 之间的优先级
{
    const char priority[][7] =
//算符间的优先级关系
    {
        { '>','>','<','<','<','>','>' },
        { '>','>','<','<','<','>','>' },
        { '>','>','>','>','<','>','>' },
        { '>','>','>','>','<','>','>' },
        { '<','<','<','<','<','=','0' },
        { '>','>','>','>','0','>','>' },
        { '<','<','<','<','<','0','=' },
    };

    int index1 = getIndex(theta1);
    int index2 = getIndex(theta2);
    return priority[index1][index2];
}
```

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

实验三 基于字符串模式匹配算法的病毒感染检测问题

一、实验目的

1、掌握字符串的顺序存储表示方法。

2、掌握字符串模式匹配算法 BF 算法或 KMP 算法的实现。

二、实验内容

问题描述

医学研究者最近发现了某些新病毒，通过对这些病毒的分析，得知它们的 DNA 序列都是环状的。现在研究者已收集了大量的病毒 DNA 和人的 DNA 数据，想快速检测出这些人是否感染了相应的病毒。为了方便研究，研究者将人的 DNA 和病毒 DNA 均表示成由一些字母组成的字符串序列，然后检测某种病毒 DNA 序列是否在患者的 DNA 序列中出现过，如果出现过，则此人感染了该病毒，否则没有感染。例如，假设病毒的 DNA 序列为 baa，患者 1 的 DNA 序列为 aaabbba 则感染;患者 2 的 DNA 序列为 babbba，则未感染。

注意，人的 DNA 序列是线性的，而病毒的 DNA 序列是环状的。

输入要求

多组数据，每组数据有 1 行，为序列 A 和 B，A 对应病毒的 DNA 序列，B 对应人的 DNA 序列。A 和 B 都为“0”时输入结束。

输出要求

对于每组数据输出 1 行，若患者感染了病毒输出“YES”，否则输出“NO”。输入样例

abbab abbabaab

baa cacdveabacsd

abe def

0 0

输出样例

YES

YES

NO

三、实验提示

此实验内容即要求实现主教材的案例 4.1，具体实现可参考算法 4.5，算法 4.5 是利用 BF 算法来实现字符串的模式匹配过程的，效率较低，可以利用 KMP 算法完成模式匹配以提高算法的效率。同学们可以模仿算法 4.5，利用 KMP 算法来完成病毒感染检测的方案。

算法 4.5 病毒感染检测

【算法步骤】

①从文件中读取待检测的任务数 num。

②根据 mm 个数依次检测每对病毒 DNA 和人的 DNA 是否匹配，循环 m 次，执行以下操作：

·从文件中分别读取一对病毒 DNA 列和人的 DNA 列;

·设置一个标志性变量 flag，用来标识是否匹配成功，初始为 0，表示未匹配;

·病毒 DNA 列的长度是 m，将存储病毒 DNA 列的字符串长度扩大为 2m，将病毒 DNA 序列连续存储两次;

·循环 m 次，重复执行以下操作：

>依次取得每个长度为 m 的病毒 DNA 环状字符串;

>将此字符串作为模式串，将人的 DNA 序列作为主串，调用 BF 算法进行模式匹配，将匹配结果返回赋值给 flag;

>若 flag 非 0，表示匹配成功，中止循环，表明该人感染了对应的病毒。

·退出循环时，判断 flag 的值，若 flag 非 0，输出““YES”，否则，输出“NO”

【算法描述】

```
void Virus_detection()
{//利用 BF 算法实现病毒检测
```

```
    ifstream inFile(“病毒感染检测输人数据.txt");
    ofstream outFile(“病毒感染检测输出结果.txt");
    inFile>>num; //读取待检测的任务数
    while(num--) //依次检测每对病毒 DNA 和人的 DNA 是否匹配
    {
    infile>>num;
    infile>>Virus.ch+l: //读取病毒 DNA 序列，字符串从下标 1 开始存放
    inFile>>Person.ch+1: //读取人的 DNA 序列
    Vir=Virus.ch; //将病毒 DNA 临时暂存在 Vir 中，以备输出
    flag=0; //用来标识是否匹配，初始为 0，匹配后为非 0
    m=Virus.length; //病毒 DNA 序列的长度是 m
    for(i=m+1,j=1;j<=m;j++)
    Virus.ch[i++]=Virus.ch[j]; //将病毒字符串的长度扩大 2 倍
    Virus.ch[2*m+1]="\0'; //添加结束符号
    for(i=0;i<m;i++) //依次取得每个长度为 m 的病毒 DNA 环状字符串 temp
    {
    for(j=1;j<=m;j++) temp.ch[j]=Virus.ch[i+j];
    temp.ch[m+1]='\0'; //添加结束符号
    flag-Index_BF(Person,temp;1); //模式匹配
    if(flag) break; //匹配即可退出循环
    }    //for
    If(flag) outfile<<vir+1<<” “<<Person.ch+1<<” “<<”YES”<<endl;
    else     outfile<<vir+1<<” “<<Person.ch+1<<” “<<”NO”<<endl;
    }    //while
}
```

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

实验四 基于哈夫曼树的数据压缩算法

一、实验目的

1.掌握哈夫曼树的构造算法。

2.掌握哈夫曼编码的构造算法。

二、实验内容

问题描述

输入一串字符串，根据给定的字符串中字符出现的频率建立相应的哈夫曼树，构造哈夫曼编码表，在此基础上可以对压缩文件进行压缩(即编码)，同时可以对压缩后的二进制编码文件进行解压(即译码)。

输入要求

多组数据，每组数据 1 行，为一个字符串(只考虑 26 个小写字母即可)。当输入字符串为“0”时，输入结束

输出要求

每组数据输出 2n+3 行(n 为输入串中字符类别的个数)。第 1 行为统计出来的字符出现频率(只输出存在的字符，格式为:字符:频度)，每两组字符之间用一个空格分隔，字符按照 ASCI 码从小到大的顺序排列。第 2 行至第 2n 行为哈夫曼树的存储结构的终态(如主教材 139 页表 5.2(b),一行当中的数据用空格分隔)。第 2n+1 行为每个字符的哈夫曼编码(只输出存在的字符。格式为:字符:编码)，每两组字符之间用一个空格分隔，字符按照 ASCI 码从小到大的顺序排列。第 2n+2 行为编码后的字符串，第 2n+3 行为解码后的字符串(与输入的字符串相同)。

输入样例

aaaaaaabbbbbccdddd

aabccc

0

输出样例

a:7 b:5 c:2 d:4

1 7 7 0 0

2 5 6 0 0

3 2 5 0 0

4 4 5 0 0

5 6 6 3 4

6 11 7 2 5

7 18 0 1 6

a:0 b:10 c:110 d:111

00000001010101010110110111111111111

aaaaaabbbbbccdddd

a:2 b:1 c:3

1 2 4 0 0

2 1 4 0 0

3 3 5 0 0

4 3 5 2 1

5 6 0 3 4

a:11 b:10 c:0

111110000

aabccc

三、实验提示

此实验内容即要求实现主教材的案例 5.1，具体实现可参考算法 5.10 和算法 5.11。

首先,读入一行字符串,统计每个字符出现的频率;然后,根据字符出现的频率利用算法 5.10 建立相应的哈夫曼树；最后，根据得到的哈夫曼树利用算法 5.11 求出每个字符的哈夫曼编码，然后译码。

1.哈夫曼树的存储表示：

```
typedef struct{
    int weight;                 //结点权值
    int parent,lchild,rchild;//结点的双亲、左孩子、右孩子
}HTNode,*HuffmanTree; //动态分配数组存储哈夫曼树
```

2.统计字符串每个字符出现的次数参考代码：

```
int count[26]={0};
for(i=0;i<strlen(str);i++){
    count[str[i]-'a']++;
}
for(i=0;i<26;i++){
if(count[i]!=0){
   printf("%c:%d ",i+'a',count[i]);
}
```

2. 构造哈夫曼树，参见教材。其中选择函数参考代码：

```
void Select(HTNode HT[],int m,int &s1,int &s2){
    int i;
    int minweight=10000;
    for(i=1;i<m;i++){
        if(HT[i].weight<minweight&&HT[i].parent==0){
            minweight=HT[i].weight;
            s1=i;
        }
    }
    minweight=10000;
    for(i=0;i<m;i++){
```

```
            if(HT[i].weight<minweight&&HT[i].parent==0&&i!=s1){
                minweight=HT[i].weight;
                s2=i;
            }
        }
}
```

3. 根据哈夫曼树求哈夫曼编码，参见教材。

4. 译码参考代码：

```
void HuffmanDeCode(HuffmanTree HT,char s[],char a[],int n){
    int i=0;
    int f=2*n-1;
    while(s[i]!='\0'){
        if(s[i]=='0')
        f=HT[f].lchild;
        else
        f=HT[f].rchild;
        if(f<=n){
            printf("%c",a[f]);
            f=2*n-1;
        }
        i++;
    }
}
```

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试（**译码可选做**），完成实验报告的撰写。

实验五 基于二叉树的表达式求值算法

一、实验目的

1.掌握二叉树的二叉链表存储表示和二叉树的遍历等基本算法。

2.掌握根据中缀表达式创建表达式树的算法。

3.掌握基于表达式树的表达式求值算法。

二、实验内容

问题描述

输入一个表达式(表达式中的数均为小于 10 的正整数)，利用二叉树来表示该表达式，创建表达式树，然后利用二叉树的遍历操作求表达式的值。

输入要求

多组数据。每组数据 1 行，为一个表达式，表达式以“=”结尾。当输入只有一个“=”时，输入结束。

输出要求

每组数据输出 1 行，为表达式的值。

输入样例

2*(2+5)=

1+2=

输出样例

14

3

三、实验提示

此实验内容即要求实现主教材的案例 5.2，具体实现可参考算法 5.12 和算法 5.13。

首先，读入表达式，利用算法 5.12 创建一个基于二叉链表表示的表达式树;然后，利用算法 5.13 对表达式树进行后序遍历，得到表达式的值。

1. 二叉树结点定义：

```
typedef struct Node {
char data;/*数据域*/
struct Node *leftChild;/*左子树指针*/
struct Node *rightChild;/*右子树指针*/
}BiTreeNode,*BiTree;
```

2. 表达式树的创建算法，参见教材或网址：

https://www.bilibili.com/video/BV1rP411w7VZ/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=608fc0da7c4966c59bc8b67a9e6b1073。

其中，CreateExpTree 参考代码:

```
BiTreeNode **CreateExpTree(BiTreeNode **T,BiTreeNode *a,BiTreeNode *b,char ch)
{
      (*T)=(BiTreeNode*)malloc(sizeof(BiTreeNode));
       (*T)->data = ch;
       (*T)->leftChild = a;
       (*T)->rightChild = b;
       return T;
}
```

算符优先算法参考实验二。

3. 两个工作栈：

```
#include<stack>
using namespace std;
stack<BiTreeNode*>EXPT;
stack<char>OPTR;
```

入栈示例：OPTR.push('#');

出栈示例：OPTR.pop();

取栈顶元素示例：ch=OPTR.top();

4. 后序遍历表述式树求表述式的值，参考教材或网址：

https://www.bilibili.com/video/BV1Le4y1h7ZZ/?spm_id_from=333.337.search-card.all.click&vd_source=608fc0da7c4966c59bc8b67a9e6b1073。

其中，GetValue 参考代码：

```
int GetValue(char thetha,int a,int b) {
    switch(thetha){
        case '+':
            return a+b;
            break;
        case '-':
            return a-b;
            break;
        case '*':
            return a*b;
            break;
        case '/':
            return int(a/b);
            break;
    }
}
```

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

实验六 基于 Dijsktra 算法的最短路径求解

一、实验目的

1.掌握图的邻接矩阵表示法，掌握采用邻接矩阵表示法创建图的算法。

2.掌握求解最短路径的 Dijsktra 算法。

二、实验内容

问题描述

一张地图包括 n 个城市，假设城市间有 m 条路径(有向图)，每条路径的长度已知。给定地图的一个起点城市和终点城市，利用 Dijsktra 算法求出起点到终点之间的最短路径。

输入要求

多组数据，每组数据有 m+3 行。第一行为两个整数 n 和 m，分别代表城市个数 n 和路径条数 m。第二行有 n 个字符，代表每个城市的名字。第三行到第 m+2 行每行有两个字符 a 和 b 和一个整数 d，代表从城市 a 到城市 b 有一条距离为 d 的路。最后一行为两个字符，代表待求最短路径的城市起点和终点。当 n 和 m 都等于 0 时，输入结束。

输出要求

每组数据输出 2 行。第 1 行为一个整数，为从起点到终点之间最短路的长度。第 2 行为一串字符串，代表该路径。每两个字符之间用空格隔开。

输入样例

3 3

A B C

A B 1

B C 1

C A 3

A C

6 8

A B C D E F

A F 100

A E 30

A C 10

B C 5

C D 50

D E 20

E F 60

D F 10

A F

0 0

输出样例

2

A B C

70

A C D F

三、实验提示

此实验内容即为主教材算法 6.10 的扩展内容，算法 6.10 求出源点 v0 到图中其余所有顶点的最短路径。本实验要求求出一个指定起点到一个指定终点的最短路径。

为了提高算法的效率，在求解时，可以加以判断，当已求得的终点为指定终点时，则可以终止求解，按要求输出相应结果。

1. 图的邻接矩阵存储表示：

用邻接矩阵表示法表示图，除了一个用于存储邻接矩阵的二维数组外，还需要一个一维数组存储顶点信息。

```
#define MVNum 100
#define MaxInt 32767
typedef struct{
    char vex[MVNum]; //顶点表
    int arcs[MVNum][MVNum];//邻接矩阵，权重为整数
    int Vexnum;//顶点数
    int arcnum;  //边数
}AMGraph;
```

2. 采用邻接矩阵表示法创建有向图（无向图），参见教材算法 6.1。
3. 运用 Dijsktra 算法求最短路径，参见教材算法 6.10。
4. 输出从源点 V0 到终点 Vi 的路径参考代码：

```
    string s,s1;
    while(vi!=-1){      //vi 为顶点 Vi 在顶点表 vex[]中的索引。
        s1=G.vex[vi];
        s1=s1+" ";
        s=s1+s;
        vi=Path[vi];
    }
    cout<<"最短路径为："<<s;
```

注：一维数组 Path[i]用于记录源点 V0 到终点 Vi 的当前最短路径上 Vi 的直接前驱顶点序号。初值为：如果从 V0 到 Vi 有弧，则 Path[i]为 V0 在顶点表中的索引；否则为-1。

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

实验七 基于广度优先搜索的六度空间理论验证

一、实验目的

1.掌握图的邻接矩阵和邻接表表示法，掌握采用邻接矩阵和邻接表表示法创建图的算法。

2.掌握图的广度优先搜索算法。

3.掌握基于图的广度优先搜索的六度空间理论验证的算法。

二、实验内容

问题描述

“六度空间”理论又称作“六度分隔(Six Degrees of Separation)”理论。这个理论可以通俗地阐述为:“你和任何一个陌生人之间所间隔的人不会超过六个，也就是说，最多通过五个人你就能够认识任何一个陌生人。”假如给你一个社交网络图，请你对每个节点计算符合“六度空间”理论的结点占结点总数的百分比。

输入要求

多组数据，每组数据 m+1 行。第一行有两个数字 n 和 m，代表有 n 个人和 m 组朋友关系。n 个人的编号为 1 到 n。第二行到第 m+1 行每行包括两个数字 a 和 b，代表这两个人互相认识。当 n 和 m 都等于 0 时，输入结束。

输出要求

每组数据输出 n 行，对每个结点输出与该结点距离不超过 6 的结点数占结点总数的百分比，精确到小数点后 2 位。每个结节点输出一行，格式为“结点编号:(空格)百分比%”。

输入样例

10 9

1 2

2 3

3 4

4 5

5 6

6 7

7 8

8 9

9 10

10 8

1 2

2 3

3 4

4 5

5 6

6 7

7 8

9 10

0 0

输出样例

1: 70.00%

2: 80.00%

3: 90.00%

4: 100.00%

5: 100.00%

6: 100.00%

7:100.00%

8: 90.00%

9: 80.00%

10:70.00%

1: 70.00%

2: 80.00%

3:80.00%

4: 80.00%

5:80.00%

6: 80.00%

7:80.00%

8:70.00%

9: 20.00%

10: 20.00%

三、实验提示

此实验内容即要求实现主教材的案例 6.1，具体实现可参考算法 6.14。

算法 6.14 给出了利用广度优先搜索方法进行验证的方案，实际上也可以利用求解最短路径的方法(迪杰斯特拉算法或弗洛伊德算法)对六度空间理论进行理论上的验证。读者可以根据算法 6.14 和最短路算法自行写出相应的验证方法。

下面是用图的邻接矩阵作为存储结构的参考代码：

1. 图的邻接矩阵存储表示：

用邻接矩阵表示法表示图，除了一个用于存储邻接矩阵的二维数组外，还需要一个一维数组存储顶点信息。

```
#define MVNum 100
#define MaxInt 32767
typedef struct{
    int vex[MVNum]; //顶点表
    int arcs[MVNum][MVNum];//邻接矩阵，无向图，无权重，1 表示有边，0 表示无边。
```

```
    int Vexnum;//顶点数
    int arcnum;  //边数
}AMGraph;
```

2. 采用邻接矩阵表示法创建无向图，参见教材算法 6.1。

3. 通过 BFS 广度优先搜索方法遍历图 G 来验证六度空间，参见教材算法 6.14.

其中求邻接点参考代码：

```
int FirstAdjVex(AMGraph G,int u){
    int j;
    for(j=1;j<=G.vexnum;j++){
        if(G.arcs[u][j]==1)
        return j;
    }
    return 0;
}
int NextAdjVex(AMGraph G,int u,int w){
    int i,j;
    for(j=w+1;j<=G.vexnum;j++){
        if(G.arcs[u][j]==1)
        return j;
    }
    return 0;
}
```

队列的使用：

```
#include<queue>
using namespace std;
```

定义一个队列：queue<int>Q;

入队：Q.push(start)；

出队： Q.pop();

取队头元素：u=Q.front();

判断队列是否为空：Q.empty();

4.百分比计算的时候包括顶点自己。

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

实验八 排序算法的实现与分析

一、实验目的

1.掌握常用的排序方法，并掌握用高级语言实现排序算法的方法；

2.深刻理解排序的定义和各种排序方法的特点，并能加以灵活应用；

3.了解各种方法的排序过程及其时间复杂度的分析方法。

二、实验内容

问题描述

统计成绩：给出 n 个学生的考试成绩表，每条信息由姓名和分数组成，试设计一个算法：

1.按分数高低次序，打印出每个学生在考试中获得的名次，分数相同的为同一名次；

2.按名次列出每个学生的姓名与分数。

输入要求

输入 n+1 行，前 n 行是 n 个学生的信息(姓名，成绩)，每个学生信息占一行，姓名、成绩用空格分隔，成绩之后没有空格。最后，第 n+1 行是输入结束标志:00(空格分隔的二个 0)。其中，姓名为字符串类型，成绩为浮点数类型。

输出要求

总计 n 行，每行是一个学生的信息(名次、姓名、成绩)，名次、姓名、成绩用空格分隔。其中，成绩输出保留两位小数。

输入样例

张三 80.00

李四 96.00

王五 90.00

郑六 78.00

田七 85.00

李明 90.00

0 0

输出样例

1 李四 96.00

2 王五 90.00

2 李明 90.00

3 田七 85.00

4 张三 80.00

5 郑六 78.00

三、实验提示

1.定义结构体。

```
typedef  struct  student      //学生信息定义
{
    char name[8];              //学生姓名
    int score;                 //学生成绩
};
```

2.定义结构体数组。

3.编写主程序，对数据进行排序。

4.至少采用一种排序算法实现，如直接插入排序、快速排序等算法等。

四、实验任务

认真阅读与理解实验内容的具体要求，参考教材相关章节，结合实验内容的要求，编写实验程序并上机调试与测试，完成实验报告的撰写。

参考文献

[1] 李冬梅, 张琪 编著. 数据结构习题解析与实验指导[M]. 北京: 人民邮电出版社. 2022.

[2] 严蔚敏, 李冬梅, 吴伟民 编著. 数据结构(C 语言版)[M]. 北京: 人民邮电出版社. 2019.