山东大学计算科学与技术学院

《数据结构与算法》实验指导书

# 一、实验要求

* 1. 采用良好的编程风格；关键操作要有注释。
  2. 程序能够运行，显示运行结果。

# 二、 开发工具

Microsoft Visual C++

Eclipse IDE For C++

实验室安装：Dev C++; visual studio 等

# 三、 实验题目

## 实验一 递归练习

一、实验目的

1. 熟悉开发工具的使用。
2. 掌握递归的实现思想。
3. 实验内容

**1、题目描述**：

现有一个有n个元素的序列a=[a1,a2,⋯,an]，定义这个序列的价值为。空序列的价值为0。先给你一个长度为n的序列a，求a中所有子集价值的异或和，要求子集中元素的相对位置保持不变。

异或和: 位运算的一种。如果a、b两个值不相同，则异或结果为1；如果a、b两个值相同，异或结果为0。

**输入输出格式**：

**输入**：第一行，一个整数n

接下来一行有n个非负整数：a1,a2,⋯,an

**输出**：一个整数，表示所有子集价值的异或和。

**2、题目描述**：

现有一个有n个元素的序列a=[a1,a2,⋯,an]，定义其价值为

给出这样一个序列，求其所有排列的价值vi或

其中∣为位运算或操作，⊕为位运算异或操作。

**输入输出格式**：

**输入**：输入的第一行是一个整数n (2<=n<=10)，表示需排列的数的个数。

接下来一行是n个整数，数的范围是0到100000，每两个相邻数据间用一个空格分隔。

**输出**：

一个整数，代表所有排列价值的或。

## 实验二 排序算法

一、实验目的

掌握各种简单排序算法。

1. 实验内容

**1、题目描述**：

用任意一种排序方式给出n个整数按升序排序后的结果，满足以下要求：

1.不得使用与实验相关的STL；

2.需使用类模版(template<class T>)；

3.需定义排序类，封装各排序方法；

4.排序数据需使用动态数组存储；

5.排序类需提供以下操作：名次排序、及时终止的选择排序、及时终止的冒泡排序、插入排序。

**输入输出格式**：

**输入**：输入的第一行是一个整数n(1<=n<=1000)，表示需排序的数的个数。接下来一行是n个整数，数的范围是0到1000，每两个相邻数据间用一个空格分隔。

**输出**：一行排好序的序列。

## 实验三 数组描述线性表

1. 实验目的
2. 掌握线性表结构、数组描述方法（顺序存储结构）、数组描述线性表的实现。
3. 掌握线性表应用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

设通讯录中每一个联系人的内容有：姓名、电话号码、班级、宿舍。由标准输入读入联系人信息，使用线性表中操作实现通讯录管理功能，包括：插入、删除、编辑、查找（按姓名查找）；键盘输入一班级，输出通讯录中该班级中所有人的信息。

每个操作的第一个数为操作数(插入-0，删除-1，编辑-2，查找-3，输出一个班所有人员信息-4)，具体格式如下:

* 0 姓名 电话 班级 宿舍 插入一条记录
* 1 姓名 根据姓名删除一条记录
* 2 姓名 编辑项目 项目新值 根据姓名编辑一条记录(编辑项目为1到3的整数，1代表编辑电话，2代表编辑班级，3代表编辑宿舍)
* 3 姓名 根据姓名查找，找到输出1，未找到输出0
* 4 班级 输出该班级的所有成员的宿舍号的异或值

其中查找操作当找到相应的人时输出1，未找到输出0。输出一个班级的人员信息时输出所有成员的宿舍号的异或值。输入数据保证合法。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行一个n(1<=n<=20000), 代表接下来操作的数目。接下来n行代表各项操作。

**输出**：

当遇到查找和输出一个班所有人员信息操作时输出。

## 实验四 链式描述线性表

1. 实验目的
2. 掌握线性表结构、链式描述方法（链式存储结构）、链表的实现。
3. 掌握链表迭代器的实现与应用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

要求封装链表类，链表迭代器类；

链表类需提供操作：在指定位置插入元素，删除指定元素，搜索链表中是否有指定元素，原地逆置链表，输出链表；

不得使用与链表实现相关的STL。

**输入输出格式**：

**输入**：第一行两个整数 N 和 Q。

第二行 N 个整数，作为节点的元素值，创建链表。

接下来 Q 行，执行各个操作，具体格式如下：

插入操作 : 1 idx val，在链表的idx位置插入元素val;

删除操作 : 2 val，删除链表中的 val 元素。若链表中存在多个该元素，仅删除第一个。若该元素不存在，输出 -1；

逆置操作 : 3，原地逆置链表；

查询操作 : 4 val，查询链表中的val元素，并输出其索引。若链表中存在多个该元素，仅输出第一个的索引。若不存在该元素，输出 -1；

输出操作 : 5，使用链表迭代器，输出当前链表索引与元素的异或和。；

**2、题目描述**：

要求使用题目一中实现的链表类，迭代器类完成本题；

不得使用与题目实现相关的STL；

给定两组整数序列，你需要分别创建两个有序链表，使用链表迭代器实现链表的合并，并分别输出这三个有序链表的索引与元素的异或和。

注：给定序列是无序的，你需要首先得到一个有序的链表。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行两个整数 N 和 M；

第二行 N 个整数，代表第一组整数序列；

第三行 M 个整数，代表第二组整数序列。

**输出**：

三行整数。分别代表第一组数、第二组数对应的有序链表与合并后有序链表的索引与元素的异或和。

## 实验五 数组和矩阵

一、实验目的

掌握稀疏矩阵结构的描述及操作的实现。

1. 实验内容

**1、题目描述**：

创建稀疏矩阵类（参照课本MatrixTerm三元组定义） ,采用行主顺序把稀疏矩阵非0元素映射到一维数组中，实现操作：两个稀疏矩阵相加、两个稀疏矩阵相乘、稀疏矩阵的转置、输出矩阵。

重置矩阵：操作1，即重置矩阵 P 的尺寸为 n 行 m 列,且随后按行优先顺序输入矩阵 P 的各个元素。

矩阵乘法：操作2，t 行非零元素已按行优先顺序给出，矩阵中非零元素的表示为 x y v，其中 x 表示行序号，y 表示列序号，v 表示非零元素值，行列序号从 1 开始。设输入的矩阵为Q，若PxQ运算合法,则将PxQ的结果矩阵赋给 P,若不合法,则将Q赋给P，同时输出-1。

矩阵加法：操作3，t 行非零元素已按行优先顺序给出，矩阵中非零元素的表示为 x y v，其中 x 表示行序号，y 表示列序号，v 表示非零元素值，行列序号从 1 开始。设输入的矩阵为 Q,若 P+Q 运算合法,则将 P+Q 的结果矩阵赋给 P,若不合法,则将 Q 赋给 P,同时输出 -1。

输出操作：操作4，设当前矩阵 P 的尺寸为 n 行 m 列,第一行输出矩阵 P 的行数和列数，随后 n 行按行优先顺序输出矩阵 P,每行 m 个数字,来表示当前的矩阵内容，每行数字之间用空格分隔。

转置操作：操作5，设当前矩阵 P 的尺寸为 n 行 m 列，将其转置为 m 行 n 列的矩阵，无需输出。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行一个w代表操作个数，接下来若干行是各个操作，其中保证第一个操作一定为重置矩阵。

**输出：**

当执行操作4时，输出矩阵P；当执行操作2或3时，若对应运算不合法，则输出-1。

## 实验六 栈

一、实验目的

1. 掌握栈结构的定义与实现；
2. 掌握栈结构的使用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

创建栈类，采用数组描述；计算数学表达式的值。 输入数学表达式，输出表达式的计算结果。数学表达式由单个数字和运算符“+”、“-”、“\*”、“/”、“(”、“) ”构成，例如 2+3\*(4+5)–6/4。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行一个整数n(1<=n<=100)，代表表达式的个数。

接下来n行，每行一个表达式，保证表达式内的数字为单个整数，表达式内各运算符和数字间没有空格，且表达式的长度不超过2000。

**输出**：

每行表达式输出一个浮点数，要求保留两位小数，保证输入表达式合法。

## 实验七 队列

一、实验目的

1、掌握队列结构的定义与实现；

2、掌握队列结构的使用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

首先创建队列类，采用数组描述；实现卡片游戏，假设桌上有一叠扑克牌，依次编号为1-n（从最上面开始）。当至少还有两张的时候，可以进行操作：把第一张牌扔掉，然后把新的第一张放到整叠牌的最后。输入n，输出最后剩下的牌。

**输入输出格式**：

**输入**：

一个整数n，代表一开始卡片的总数。

**输出**：

最后一张卡片的值。

## 实验八 散列表

一、实验目的

1、掌握散列表结构的定义和实现。

2、掌握散列表结构的应用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

给定散列函数的除数D和操作数m，输出每次操作后的状态。

有以下三种操作：

插入x，若散列表已存在x，输出“Existed”，否则插入x到散列表中，输出所在的下标。

查询x，若散列表不含有x，输出“-1”，否则输出x对应下标。

删除x，若散列表不含有x，输出“Not Found”，否则输出删除x过程中移动元素的个数。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行两个整数D，m。分别代表散列函数的除数D和操作数m。

接下来m行，每行两个整数opt和x，分别代表操作类型和操作数。

若opt为0，代表插入x；

若opt为1，代表查询x；

若opt为2，代表删除x。

**输出**：

按需输出。

**2、题目描述**：

给定散列函数的除数D和操作数m，输出每次操作后的状态。

有以下三种操作：

插入x，若散列表已存在x，输出"Existed"；

查询x，若散列表不含有x，输出"Not Found"，否则输出x所在的链表长度；

删除x，若散列表不含有x，输出"Delete Failed"，否则输出x所在链表删除x后的长度；

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行两个整数D(1<=D<=3000)和m(1<=m<=3000)，其中D为散列函数的除数，m为操作数。

接下来的m行，每行两个整数opt和x，分别代表操作类型和操作数。

若opt为0，则代表向散列表中插入x；

若opt为1，代表查询散列表中x是否存在；

若opt为2，(如果散列表中含有x)，删除x。

**输出**：

按需输出。

## 实验九 二叉树操作

一、实验目的

掌握二叉树的基本概念，链表描述方法；二叉树操作的实现。

二、实验内容

**1、题目描述**：

创建二叉树类。二叉树的存储结构使用链表。提供操作:前序遍历、中序遍历、后序遍历、层次遍历、计算二叉树结点数目、计算二叉树高度。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行为一个数字n (10<=n<=100000)，表示有这棵树有n个节点，编号为1~n。之后n行每行两个数字，第 i 行的两个数字a、b表示编号为 i 的节点的左孩子节点为 a，右孩子节点为 b，-1表示该位置没有节点。保证数据有效，根节点为1。

**输出**：

第一行，n个数字，表示该树的层次遍历。

第二行，n个数字，第i个数字表示以 i 节点为根的子树的节点数目。

第三行，n个数字，第i个数字表示以 i 节点为根的子树的高度。

**2、题目描述**：

接收二叉树前序序列和中序序列(各元素各不相同)，输出该二叉树的后序序列。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行为数字n；

第二行有n个数字，表示二叉树的前序遍历；

第三行有n个数字，表示二叉树的中序遍历。

**输出**：

输出一行，表示该二叉树的后序遍历序列。

## 实验十 堆及其应用

一、实验目的

1、掌握堆结构的定义、描述方法、操作定义及实现。

2、掌握堆结构的应用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

创建最小堆类，使用数组作为存储结构，提供操作：插入、删除、初始化、排序。保证第一个操作是建堆操作，接下来是对堆的插入和删除操作，删除和插入都在建好的堆上进行操作。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行一个数n（n<=5000)，代表堆的大小；第二行n个数，代表堆的各个元素；第三行一个数m (m<=1000)，代表接下来共m个操作。接下来m行，分别代表各个操作。下面是各个操作的格式：

插入操作：1 num；

删除操作：2；

排序操作：第一行两个数3和n，3代表是排序操作，n代表待排序的数的数目，接下来一行n个数是待排序数。

保证排序操作只出现一次且一定是最后一个操作。

**输出**：

第一行建堆操作输出建好堆后的堆顶的元素。接下来m个操作，若是插入和删除操作。每行输出执行操作后堆顶的元素的值；若是排序操作，输出一行按升序排序好的结果，每个元素间用空格分隔。

**2、题目描述**：哈夫曼编码。

**输入输出格式**：

**输入**：

一串小写字母组成的字符串（不超过1000000)。

**输出**：

输出这个字符串通过Huffman编码后的长度。

## 实验十一 搜索树

一、实验目的

掌握二叉搜索树结构的定义、描述方法、操作实现。

1. 实验内容

**1、题目描述**：

创建带索引的二叉搜索树类。存储结构使用链表，提供操作:插入、删除、按名次删除、查找、按名次查找、升序输出所有元素。

**输入输出格式**：

**输入**：

输入第一行一个数字m (m<=1000000)，表示有m个操作。

接下来m行，每一行有两个数字a，b；

当输入的第一个数字 a 为 0 时，输入的第二个数字 b 表示向搜索树中插入 b；

当输入的第一个数字 a 为 1 时，输入的第二个数字 b 表示向搜索树中查找 b；

当输入的第一个数字 a 为 2 时，输入的第二个数字 b 表示向搜索树中删除 b；

当输入的第一个数字 a 为 3 时，输入的第二个数字 b 表示查找搜索树中名次为 b 的元素；

当输入的第一个数字 a 为 4 时，输入的第二个数字 b 表示删除搜索树中名次为 b 的元素；

**输出**：

对于输入中的每一种操作，输出执行操作的过程中依次比较的元素值的异或值。

## 实验十二 图（4学时）

一、实验目的

1、掌握图的基本概念，图的描述方法；图上的操作方法实现。

2、掌握图结构的应用。

二、实验内容

**1、题目描述**：

创建无向图类，存储结构使用邻接链表，提供操作：插入一条边，删除一条边，BFS，DFS。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行四个整数n，m，s，t。n (10≤n≤100000) 代表图中点的个数，m (10≤m≤200000) 代表接下来共有m个操作，s代表起始点，t代表终点。

接下来m行，每行代表一次插入或删除边的操作，操作格式为：

0 u v 在点u和v之间增加一条边；

1 u v 删除点u和v之间的边。

**输出**：

第一行输出图中有多少个连通分量；

第二行输出所有连通子图中最小点的编号（升序），编号间用空格分隔；

第三行输出从s点开始的dfs序列长度；

第四行输出从s点开始的字典序最小的dfs序列；

第五行输出从t点开始的bfs序列的长度；

第六行输出从t点开始字典序最小的bfs序列；

第七行输出从s点到t点的最短路径，若是不存在路径则输出-1。

## 实验十三 贪婪算法

一、实验目的

掌握最小生成树的Prim算法和Kruskal算法的及其实现。

二、实验内容

**1、题目描述**：

创建加权无向图类。设图没有重边和自环，实现Prim算法和Kruskal算法。

**输入输出格式**：

**输入**：

第一行两个整数 n,e。n (1≤n≤200000) 代表图中点的个数，e (0≤m≤500000) 代表边的个数。

接下来 e 行，每行代表一条边：

i j w 表示顶点 i 和顶点 j 之间有一条权重为 w 的边。

**输出**：

最小生成树所有边的权重和。