

**课 程 实 验 报 告**

**课程名称： 数据结构实验**

**专业班级：**

**学 号：**

**姓 名：**

**指导教师：**

**报告日期：**

**计算机科学与技术学院**

目 录

[1 基于顺序存储结构的线性表实现 2](#_Toc533700261)

[1.1 问题描述 2](#_Toc533700262)

[1.2 系统设计 3](#_Toc533700263)

[1.3 顺序表系统测试 13](#_Toc533700264)

[1.4 实验小结 20](#_Toc533700265)

[1.5 附录A common.h代码清单 21](#_Toc533700266)

[1.6附录B SqList.h代码清单 22](#_Toc533700267)

[2基于链式存储结构的线性表实现 23](#_Toc533700268)

[2.1问题描述 23](#_Toc533700269)

[2.2系统设计 24](#_Toc533700270)

[2.3链表系统测试 31](#_Toc533700271)

[2.4 实验小结 37](#_Toc533700272)

[2.5 附录A LinkedList.h代码清单 38](#_Toc533700273)

[3基于二叉链表的二叉树实现 39](#_Toc533700274)

[3.1问题描述 39](#_Toc533700275)

[3.2系统设计 41](#_Toc533700276)

[3.3二叉树系统测试 54](#_Toc533700277)

[3.5实验小结 60](#_Toc533700278)

[3.6 附录A BiTree.h代码清单 61](#_Toc533700279)

[4基于邻接表的图实现 63](#_Toc533700280)

[4.1 问题描述 63](#_Toc533700281)

[4.2系统设计 65](#_Toc533700282)

[4.3有向图系统测试 75](#_Toc533700283)

[4.5实验小结 81](#_Toc533700284)

[4.6 附录A Graph.h代码清单 82](#_Toc533700285)

[参考文献 83](#_Toc533700286)

[附录 四次实验的代码清单 85](#_Toc533700287)

1 基于顺序存储结构的线性表实现

## 问题描述

线性表在物理内存中可以以顺序表的方式实现，即物理上存储位置相邻的两个元素是线性表中的相邻元素，且数据元素的前后关系不变。

本次实验主要完成线性表在物理内存中用顺序表的实现，和定义在其上的一系列算法。

实验要完成的顺序表算法：

⑴初始化表：函数名称是 InitaList(L)；初始条件是线性表 L 不存在已存在；操作结果是构造一个空的线性表。

⑵销毁表：函数名称是 DestroyList(L)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是销毁线性表 L。

⑶清空表：函数名称是 ClearList(L)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是将 L 重置为空表。

⑷判定空表：函数名称是 ListEmpty(L)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是若 L 为空表则返回 TRUE,否则返回 FALSE。

⑸求表长：函数名称是 ListLength(L)；初始条件是线性表已存在；操作结果是返回 L 中数据元素的个数。

⑹获得元素：函数名称是 GetElem(L,i,e)；初始条件是线性表已存在，1≤i≤ListLength(L)；操作结果是用 e 返回 L 中第 i 个数据元素的值。

⑺查找元素：函数名称是 LocateElem(L,e)；初始条件是线性表已存在；操作结果是返回 L 中第 1 个与 e相等的数据元素的位序，若这样的数据元素不存在，则返回值为 0。

⑻获得前驱：函数名称是 PriorElem(L,cur\_e,pre\_e)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是若 cur\_e 是 L 的数据元素，且不是第一个，则用 pre\_e 返回它的前驱，否则操作失败，pre\_e 无定义。

⑼获得后继：函数名称是 NextElem(L,cur\_e,next\_e)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是若 cur\_e 是 L 的数据元素，且不是最后一个，则用 next\_e 返回它的后继，否则操作失败，next\_e 无定义。

⑽插入元素：函数名称是 ListInsert(L,i,e)；初始条件是线性表 L 已存在且非空，1≤i≤ListLength(L)+1；操作结果是在 L 的第 i 个位置之前插入新的数据元素e。

⑾删除元素：函数名称是 ListDelete(L,i,e)；初始条件是线性表 L 已存在且非空，1≤i≤ListLength(L)；操作结果：删除 L 的第 i 个数据元素，用 e 返回其值。

⑿遍历表：函数名称是 ListTraverse(L)，初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是依次打印出L的每个数据元素。

**实验目标：**

通过实验达到

1. 加深对线性表的概念、基本运算的理解；
2. 熟练掌握线性表的逻辑结构与物理结构的关系；
3. 物理结构采用顺序表,熟练掌握线性表的基本运算的实现。

的目的。

## 系统设计

### 系统总体设计

****

图1-1 系统总体设计示意图

系统具有一个功能菜单。在主程序中完成函数调用所需实参值的准备和函数执行结果的显示，并给出适当的操作提示显示。

系统中，线性表结构体中含有一个next指针域，指向下一个线性表，相当于用链表的方式存储了多个线性表。在系统运行时，通过输入一个给定的ID来标识不同的线性表，并对它们进行操作。

系统开始运行时调用函数读取文件中的数据，并提供数据保存功能以实现线性表的文件形式保存。

该演示系统提供的操作有：表的初始化、销毁、清空、判空，求表长、获取数据元素、查找数据元素、获得前驱、获得后继、插入数据元素、删除数据元素、表的遍历、表的选择、数据保存。

在程序中实现消息处理和操作提示，包括数据的输入和输出，错误操作提示、程序的退出。

本系统采用c++写成，但没有使用class（因为api设计是面向过程样式的），但使用了常量引用一类的c++特性。

### 公用头文件common.h中的有关定义

在实验中，我使用了一组公用的变量定义和类型定义，均放在common.h中，所有的源文件都要包含此头文件。此头文件的内容见附录A。

可以看到，其中定义了几个返回值的status和一个ElemType。

而在SqList.h中，我定义了线性表的结构和所有的操作API。内容见附录B。

线性表结构中的next指针域是为了管理多个线性表而设置的。

### 1.2.3 线性表算法的思想和设计

在算法设计中，函数参数的选择我参照了c++的一些不言自明的标准：在不改变线性表内部结构，数据的情况下，我选择常量引用（const &）类型作为形参，其他时候采用引用类型、

（1）InitList(SqList & L)

设计：分配存储空间，并初始化表长为0，表容量为LIST\_INIT\_SIZE。

操作结果：构造一个空的线性表。

时间空间复杂度：O(1)

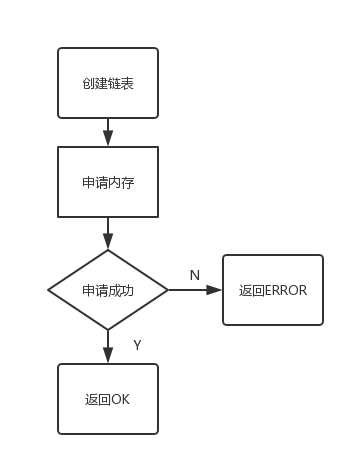


图1-2 初始化表的流程图

（2）DestroyList(SqList & L)

设计：释放存储空间，每次操作当前线性表，销毁后当前线性表之后的线性表左移一个位序。

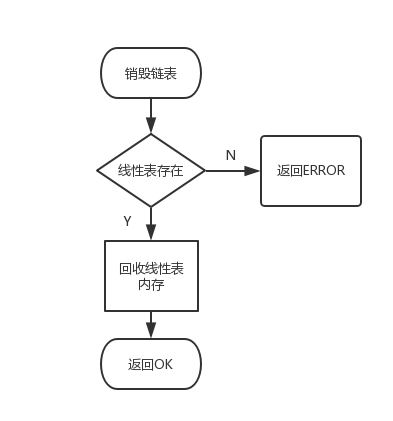


图1-3 销毁表的流程图

操作结果：销毁线性表L。

时间空间复杂度：O(1)

（3）ClearList(SqList & L)

设计：线性表L的长度赋值为0

操作结果：将L重置为空表。

时间空间复杂度：O(1)

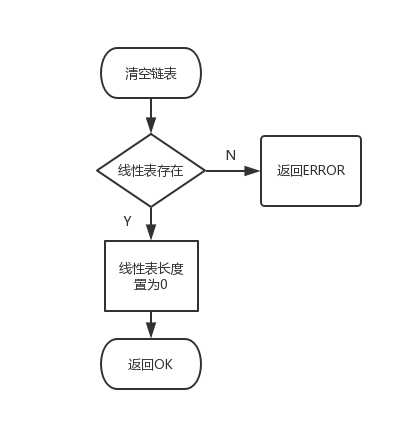


图1-4 清空表的流程图

（4）ListEmpty(const SqList &L)

设计：根据表长判断表是否为空

操作结果：若L为空表，则返回TRUE,否则返回FALSE。

时间空间复杂度：O(1)

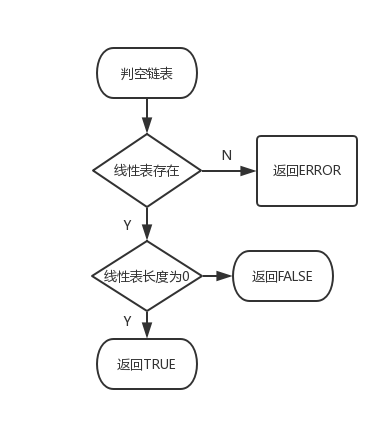


图1-5 判空链表的流程图

（5）ListLength(const SqList &L)

设计：返回表长

操作结果：返回L中数据元素的个数。

时间空间复杂度：O(1)

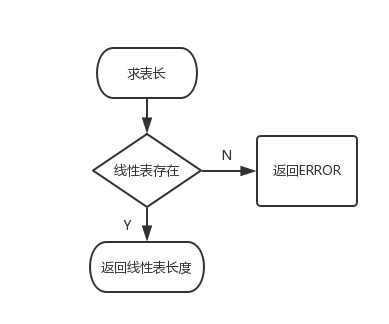


图1-6 求表长的流程图

（6）GetElem(const SqList &L, int i, ElemType &e)

设计：根据位序找到第i个元素的地址并将其值赋值给指针e指向的元素

操作结果：用指针e指向的元素返回L中第i个数据元素的值。

时间空间复杂度：O(1)

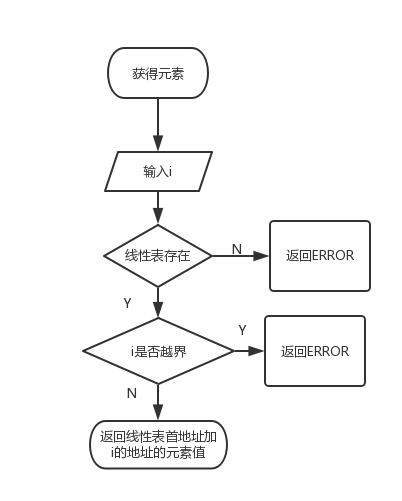


图1-7 获得元素的流程图

（7）LocateElem(const SqList &L, const ElemType &e)

设计：遍历线性表找到第一个和元素e的相等的元素

操作结果：返回L中第1个与e相等的的数据元素的位序，若这样的数据元素不存在，则返回值为0。

时间空间复杂度：O(1)

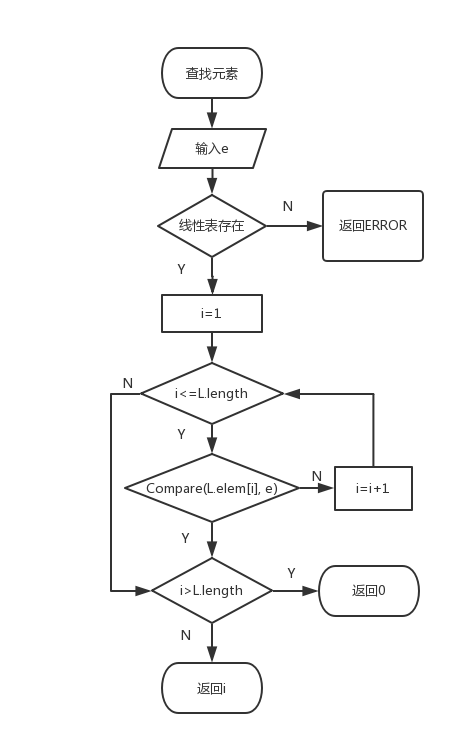


图1-8 查找元素的流程图

（8）PriorElem(const SqList &L, const ElemType &cur, ElemType &pre\_e)

设计：遍历线性表找到第一个和元素cur的相等的元素，如果其有前驱，用pre\_e返回，函数返回TRUE；否则函数返回FALSE，pre\_e无意义

操作结果：若cur是L的数据元素，且不是第一个，则用pre\_e返回它的前驱，否则操作失败，pre\_e无定义。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

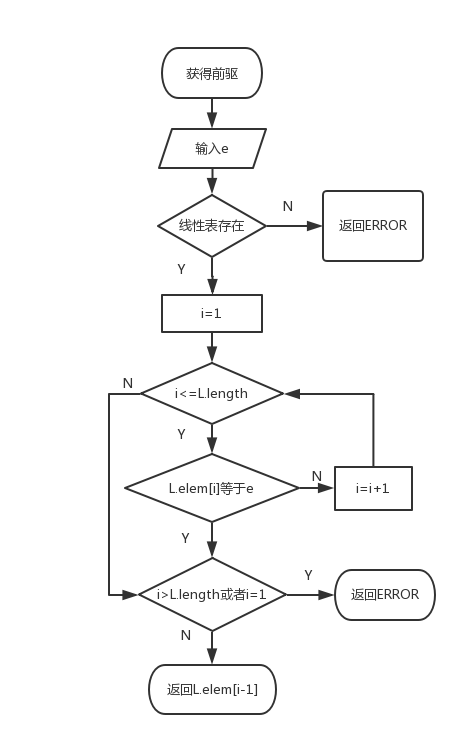


图1-9 获得前驱的流程图

（9）NextElem（const SqList &L，const ElemType &cur\_e，ElemType &next\_e）

设计：遍历线性表找到第一个和元素cur的相等的元素，如果其有后继，用next\_e返回，函数返回TRUE；否则函数返回FALSE，next\_e无意义

操作结果：若cur是L的数据元素，且不是最后一个，则用next\_e返回它的后继，否则操作失败，next\_e无定义。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

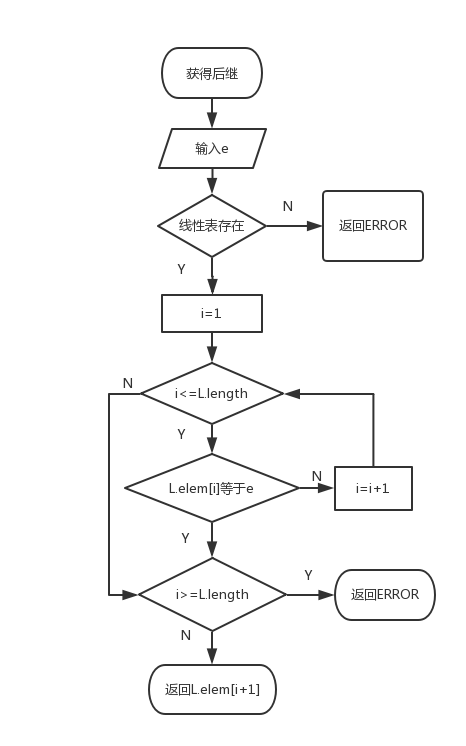


图1-10 获得后继的流程图

（10）ListInsert(SqList \* L, int i, ElemType e)

设计：如果线性表已满，重新分配存储空间。将线性表指针L指向的线性表第i个元素之后的元素都右移一个位序，之后将e插入第i个位序

操作结果：在L的第i个位置之前插入新的数据元素e，L的长度加1

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

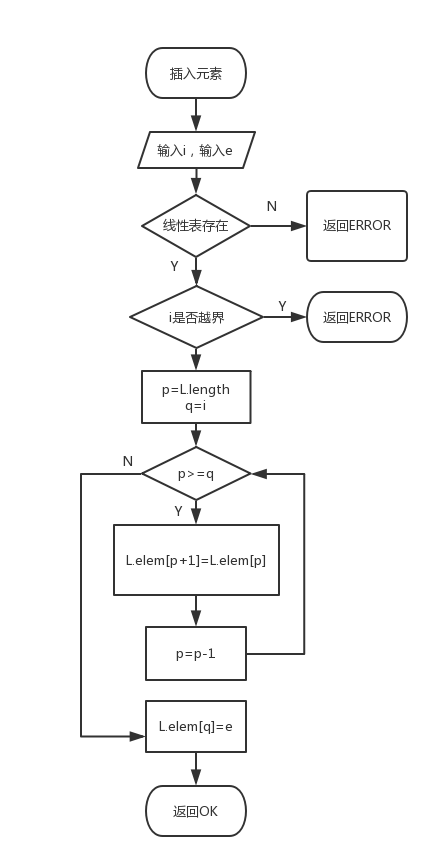


图1-11 插入元素的流程图

（11）ListDelete(SqList &L, int i, ElemType &e)

设计：将第i个位序的值赋给指针e指向的变量，之后第i个位序之后的元素全部左移一个位序

操作结果：删除L的第i个数据元素，用e返回其值，L的长度减1.

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

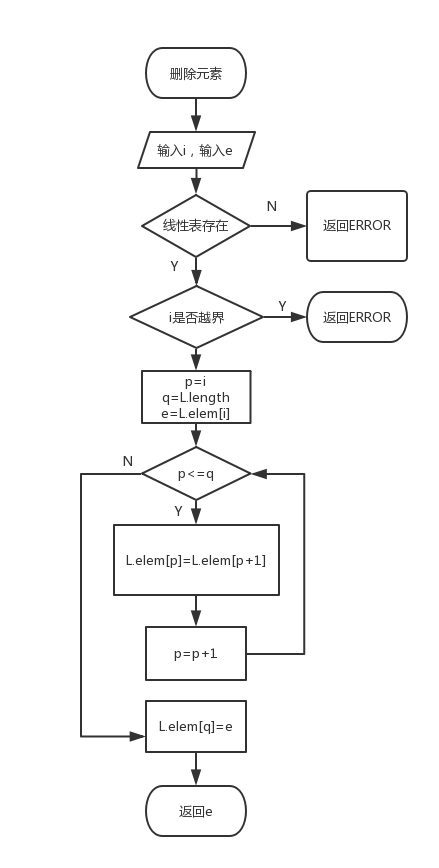


图1-12 删除元素的流程图

（12）ListTraverse(const SqList &L)

设计：遍历并输出表L中的每个元素值，返回表长

操作结果：依次输出表L中的每个变量的值

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

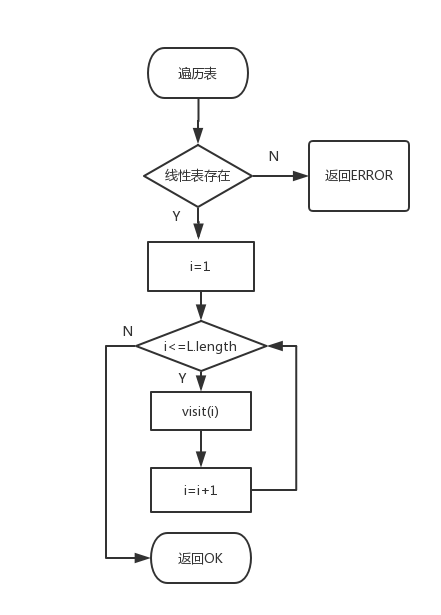


图1-13 遍历表的流程图

（13）LoadData()

设计：此函数比较特殊，在main.cpp中定义，作用是读取文件中的线性表信息。

操作结果:从SLDB文件中读取所有线性表的数据。

（14）SaveData()

设计：此函数比较特殊，在main.cpp中定义，作用是存储文件中的线性表信息。

操作结果:将所有线性表的信息存储到文件中。

## 顺序表系统测试

### 1.3.1 顺序表演示系统实现说明

本演示系统包括一个循环，每次循环开始打印出演示菜单，菜单如图所示

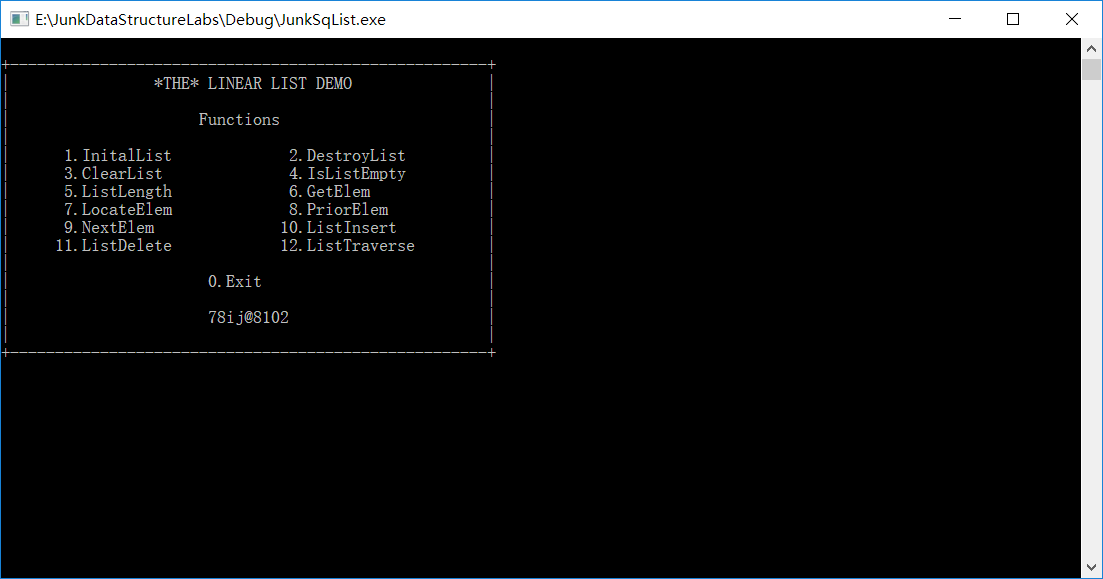


图1-14 演示系统菜单

每次操作时要求输入本次操作的线性表编号：

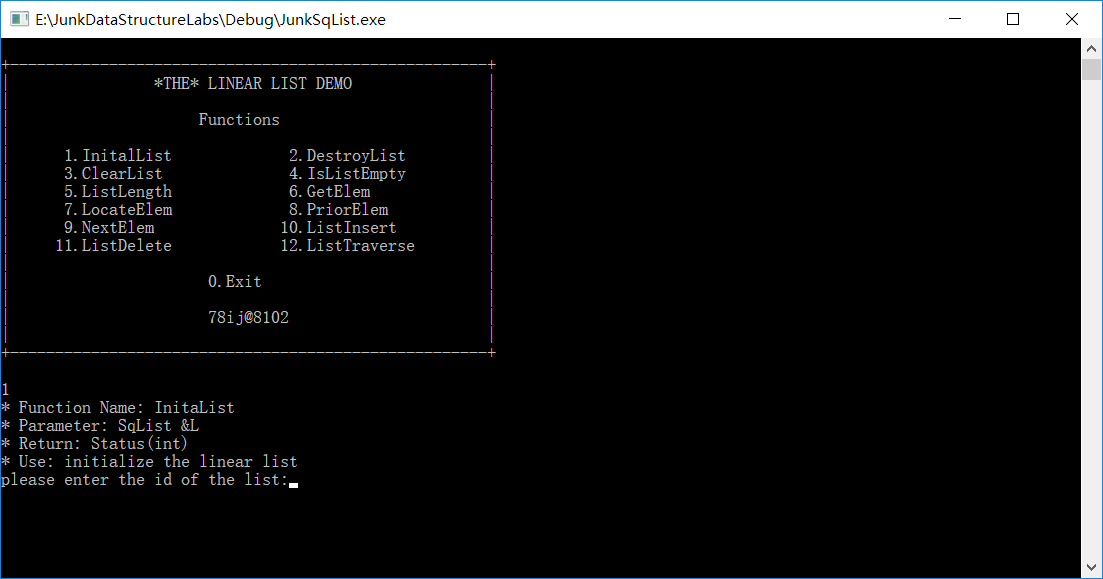


图1-15 演示系统要求输入编号

每次打印出菜单之前，从文件中将所有线性表读取到内存中，每次进行完毕一个操作之后，将内存中的线性表都存到文件之中。

### 1.3.2 系统测试

下面，选取几个具有代表性的函数进行测试。

1. 初始化表

表1-1 初始化表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 初始化表 | 无 | 创建成功 | 正确 |

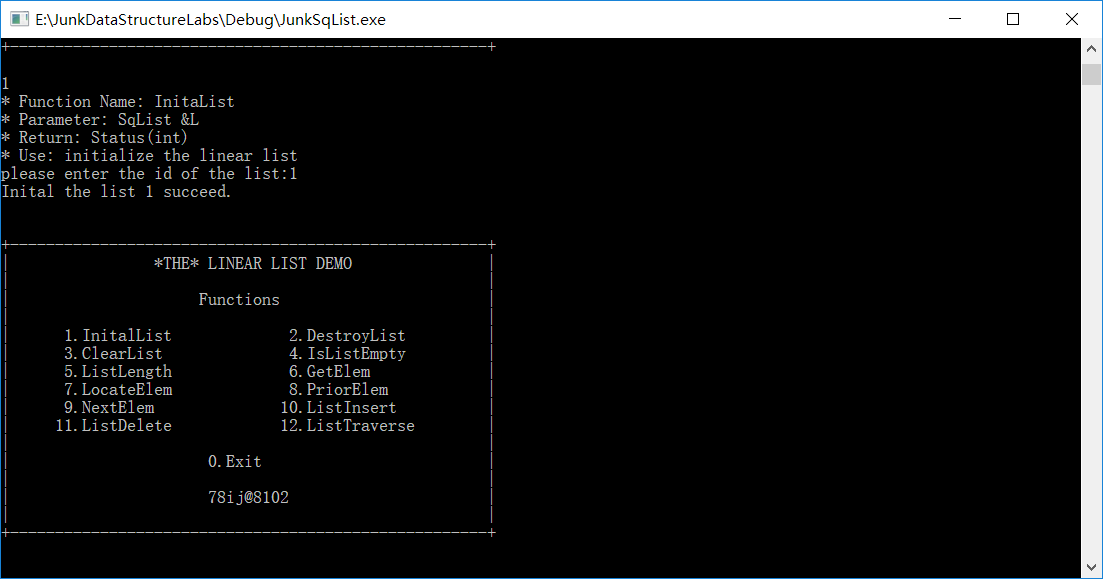
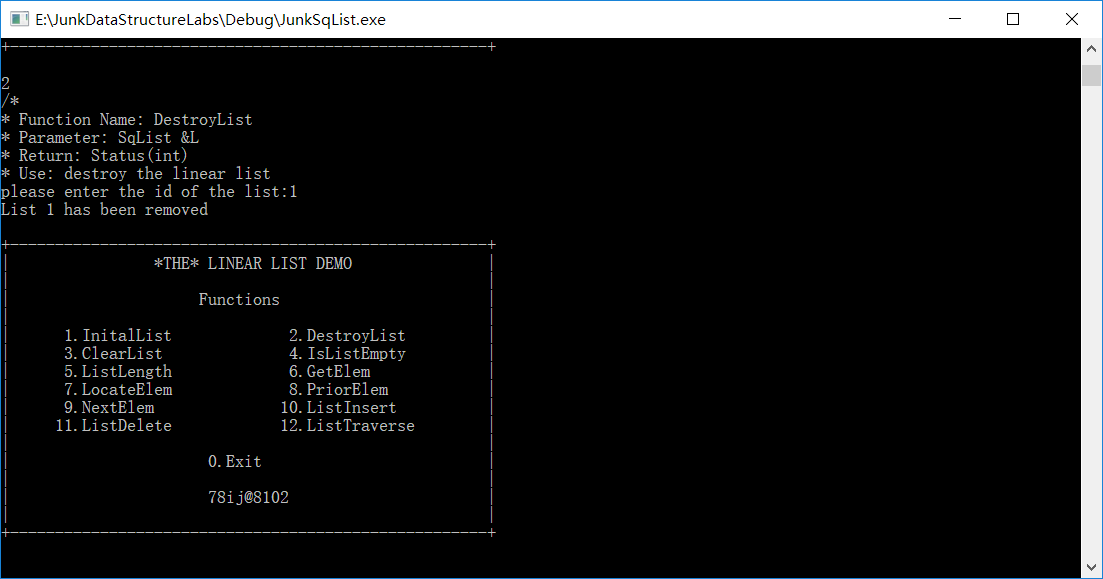


图1-16 初始化表

1. 销毁表

表1-2 销毁表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 销毁表 | 表存在 | 销毁成功 | 正确 |
| 销毁表 | 表不存在 | 销毁失败 | 正确 |

图1-17 销毁表

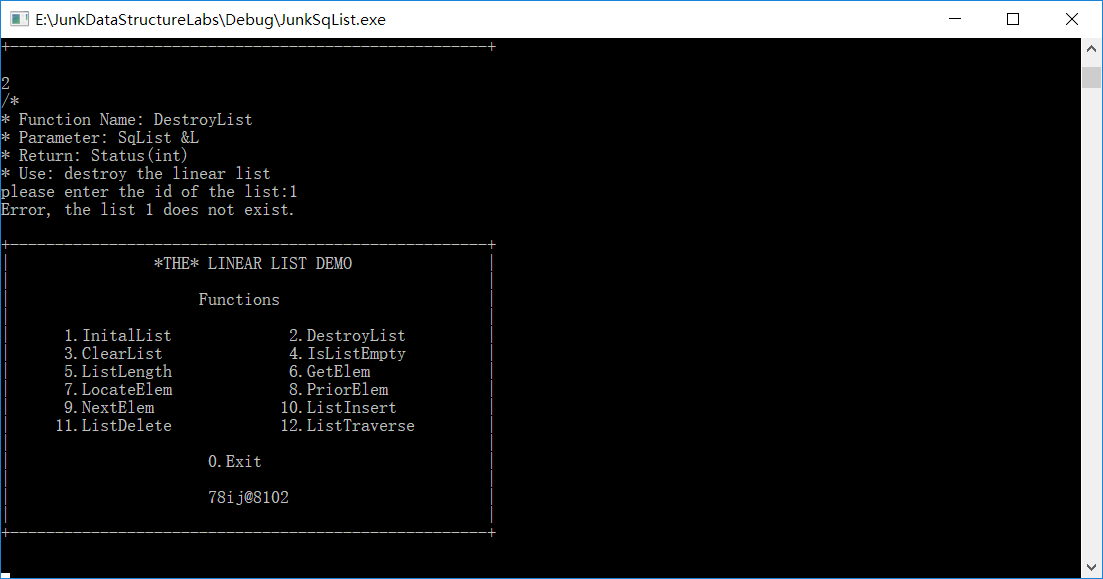


图1-17 销毁表（2）

1. 求表长

表1-3 求表长的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求表长 | 表长为2的表 | 2 | 正确 |
| 求表长 | 空表 | 0 | 正确 |

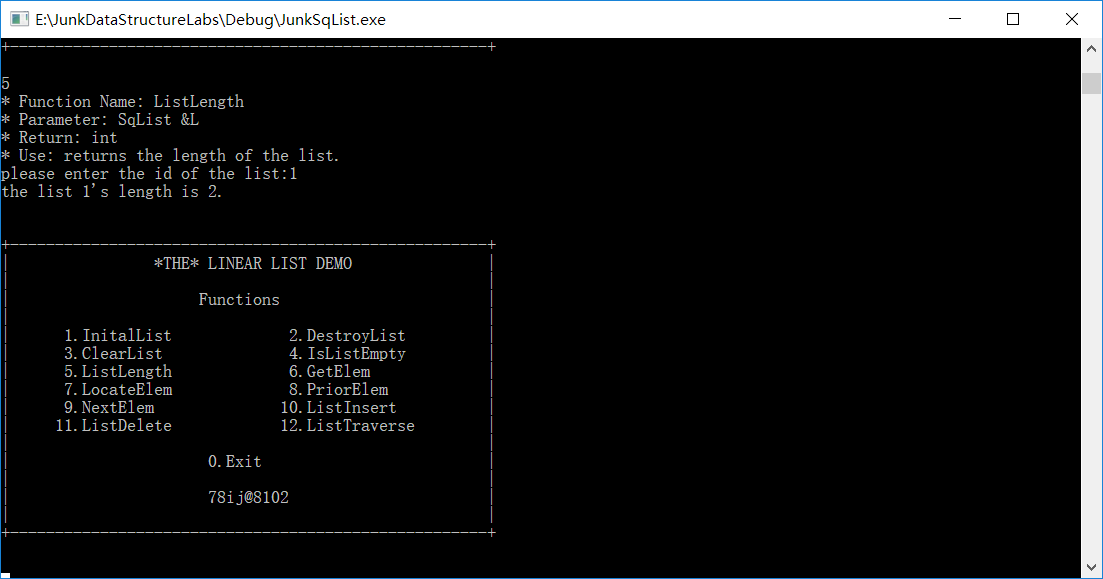


图1-18 求表长

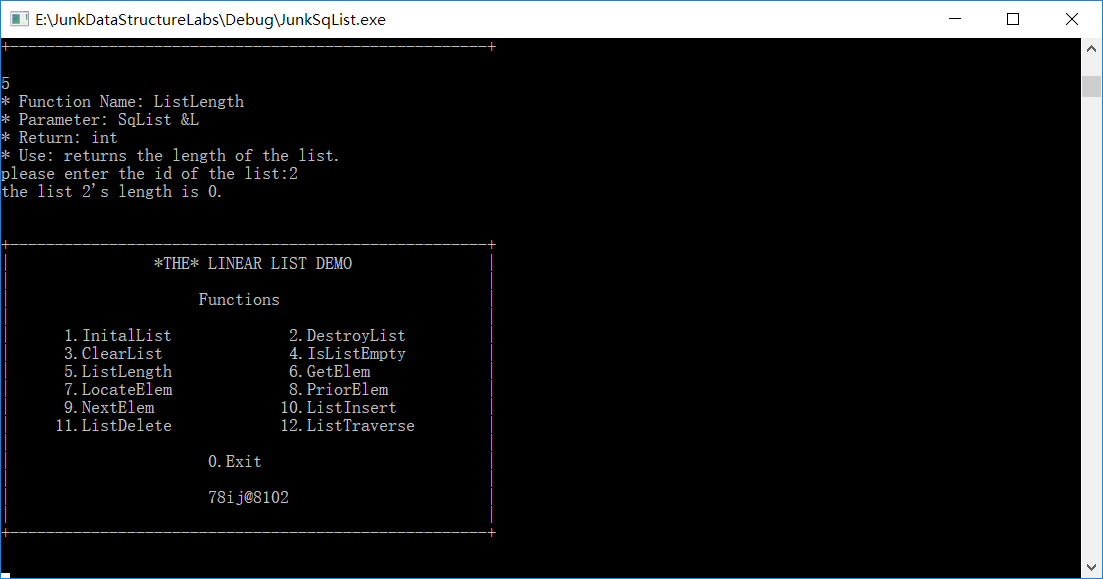


图1-18 求表长（2）

1. 插入元素

表1-4 插入元素的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 插入元素 | 空表，第1号元素 | 插入成功 | 正确 |
| 插入元素 | 表长1，第4号元素 | 插入失败 | 正确 |

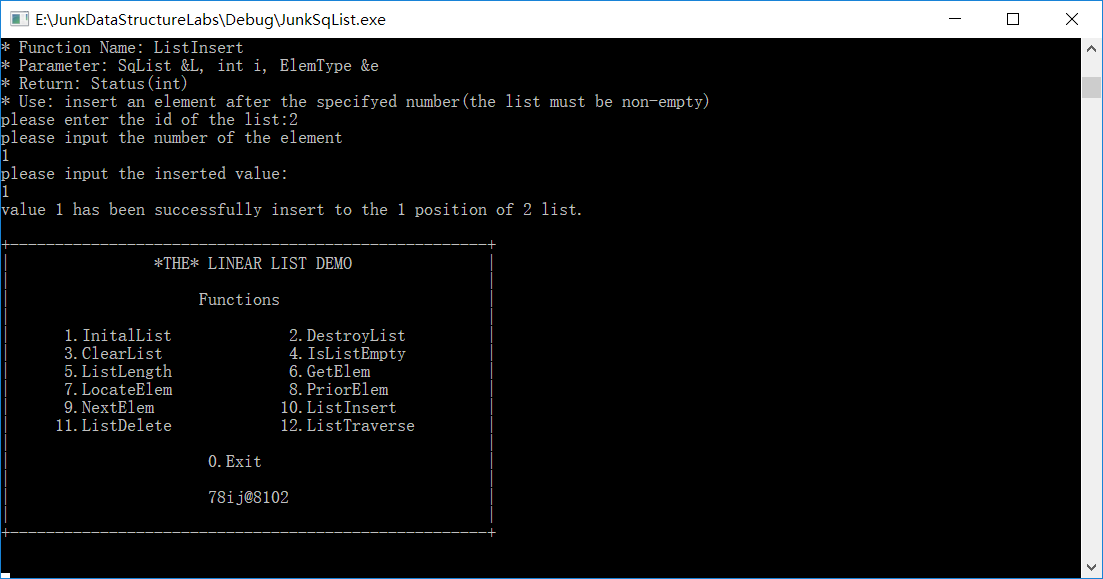


图1-19 插入元素

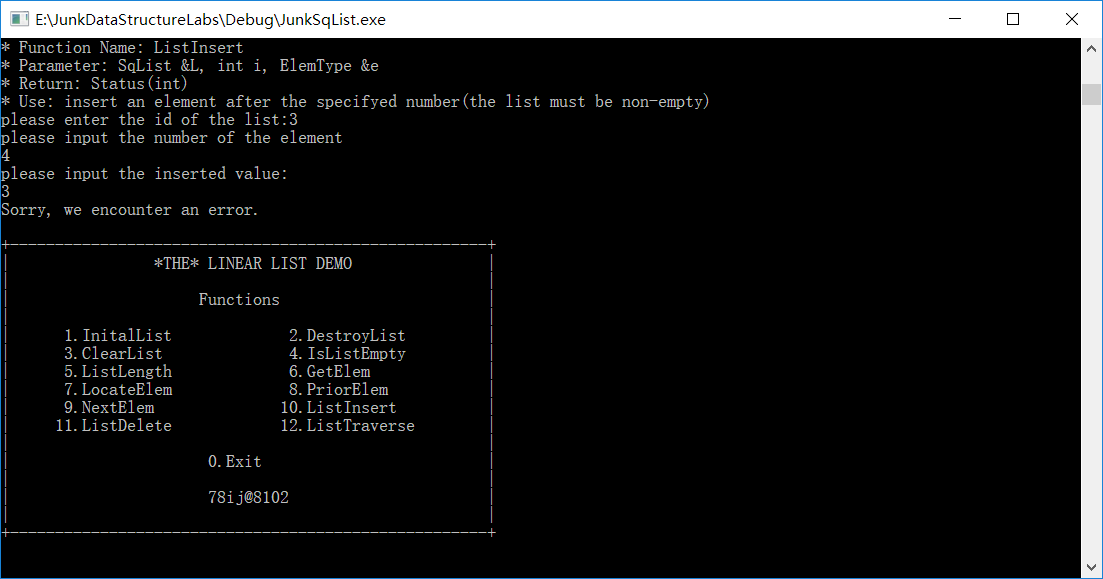


图1-20 插入元素（2）

1. 判断空表

表1-5 初始化表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 判断空表 | 空表 | True | 正确 |
| 判断空表 | 表不存在 | Error | 正确 |

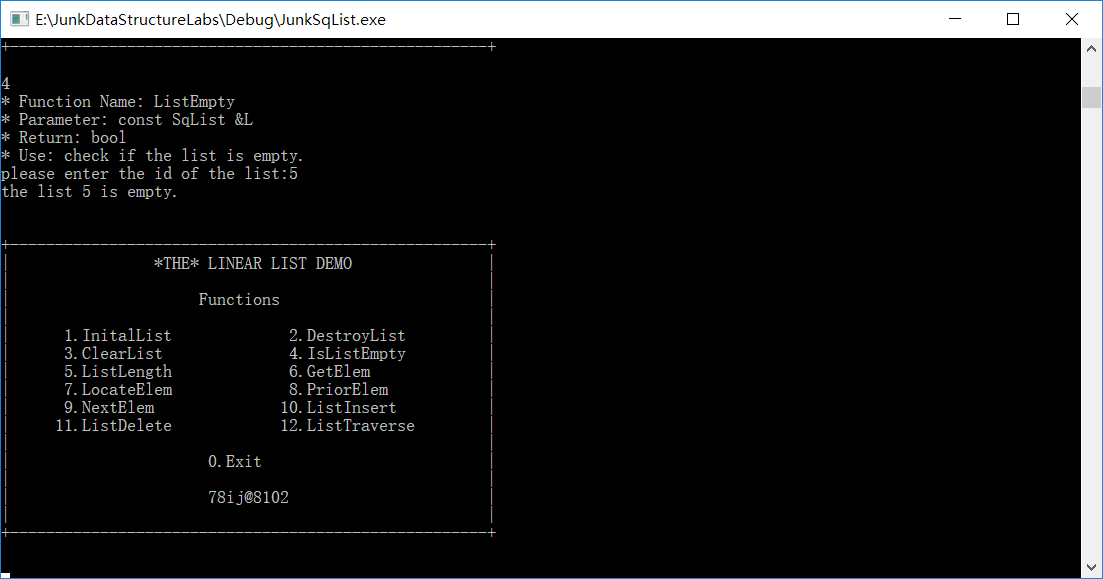


图1-21 判断空表

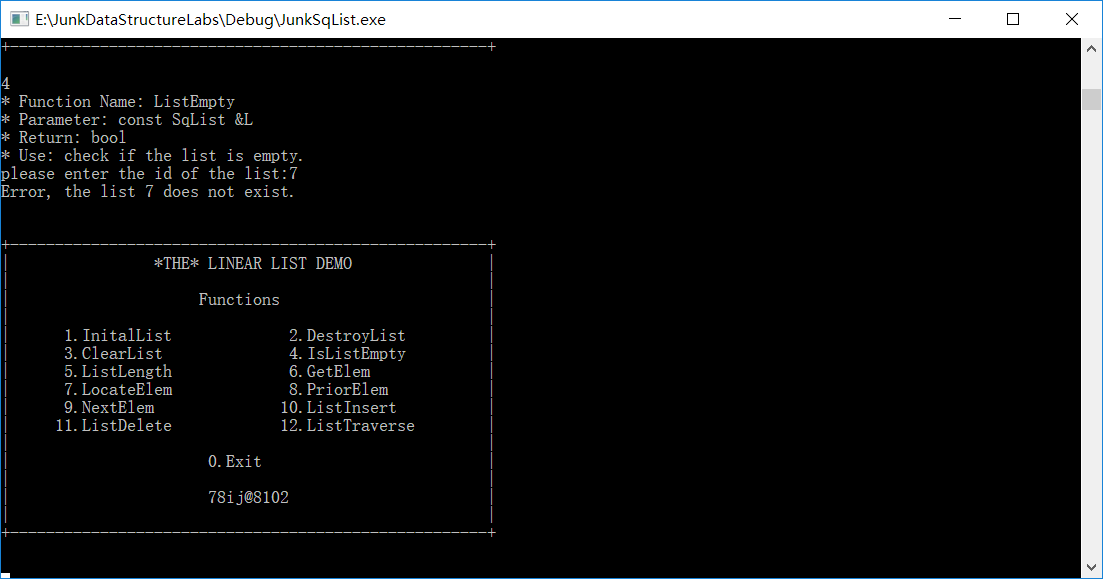


图1-22 判断空表（2）

1. 求前驱

表1-6 求前驱的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求前驱 | 表长为4，第4号 | 第三号 | 正确 |
| 求前驱 | 表长为4，第6号 | 错误 | 正确 |

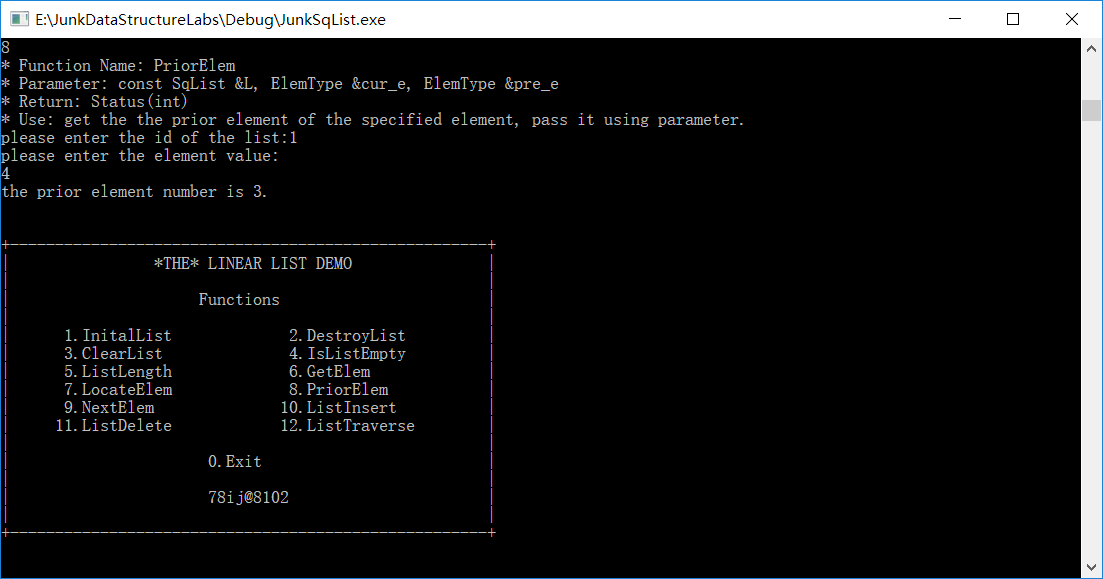


图1-23 求前驱

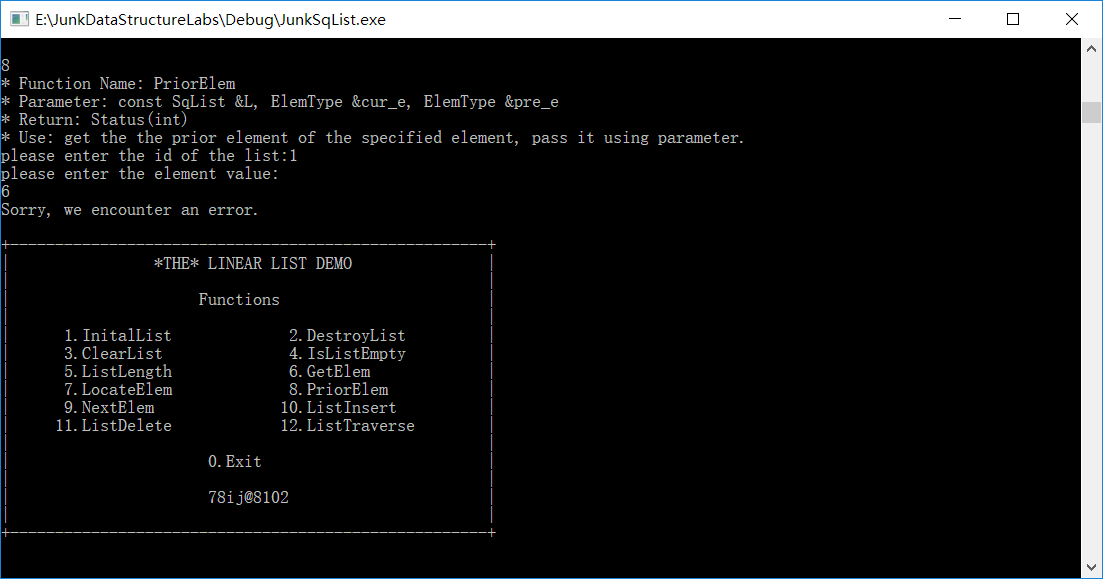


图1-24 求前驱（2）

1. 遍历表

表1-7 遍历表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 遍历表 | 空表 | 无 | 正确 |
| 遍历表 | 6元素表 | 6个元素 | 正确 |

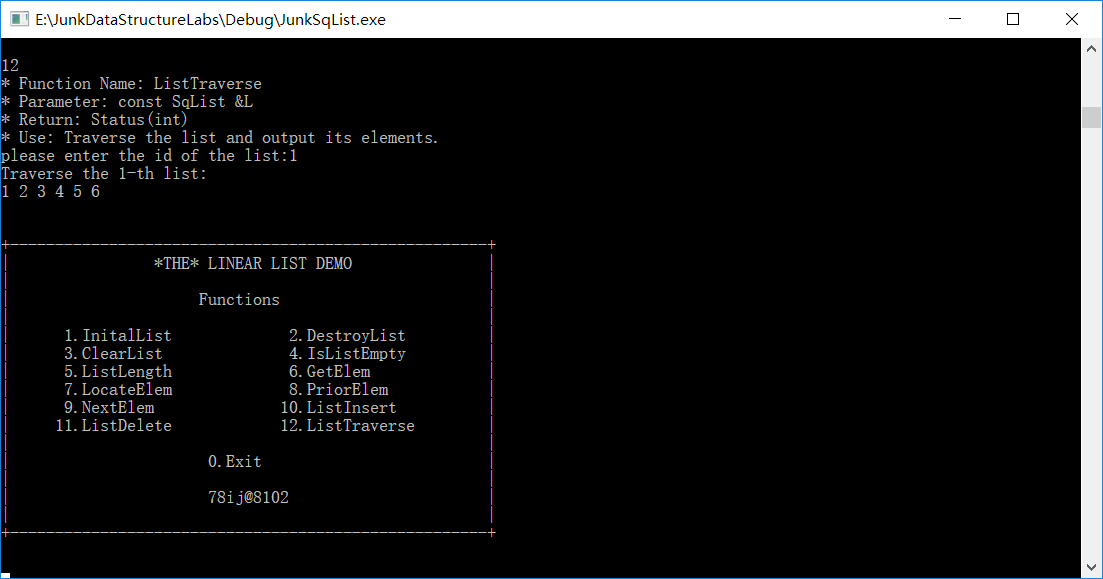
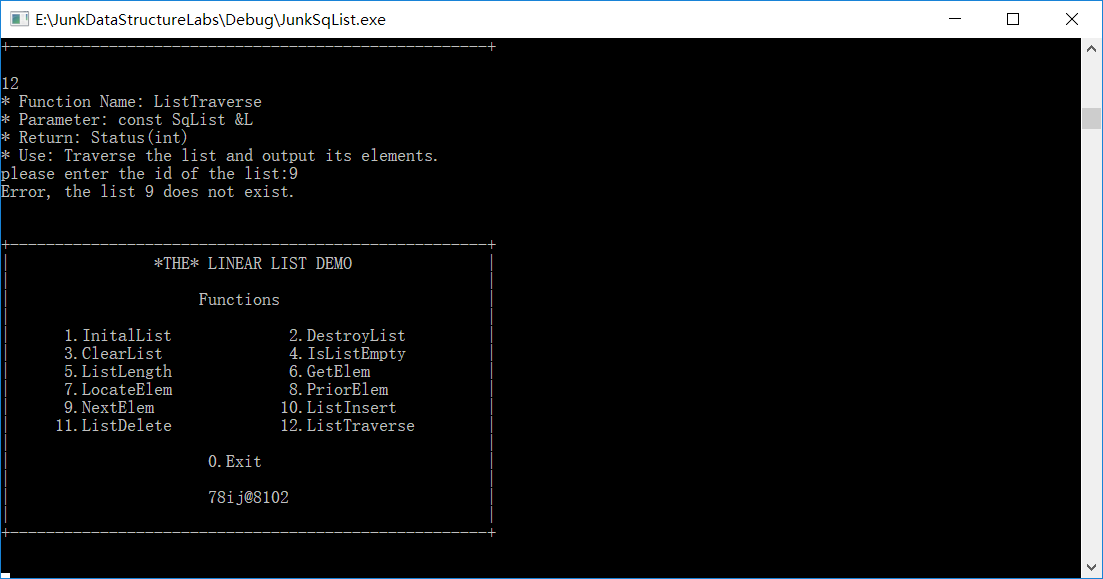


图1-25 遍历表

图1-26 遍历表（2）

## 实验小结

本次实验中，我编写了线性表数据结构，其有关API和演示系统。在本次实验的过程中，我学习了如何编写程序使各个模块之间良好写作，在实验检查的过程中，也暴露出我编写程序容错性不够高，等错误。在今后的编程实践中，我将注意这些问题，并再接再厉，争取提高自己的水平。

## 附录A common.h代码清单

1. #ifndef COMMON\_H
2. #define COMMON\_H
3. #include *<iostream>*
4. #include *<malloc.h>*
5. #include *<cstdlib>*
6. #include *<cstring>*
7. #include *<queue>*
8. **using** std::cin;
9. **using** std::cout;
10. **using** std::endl;
11. **using** std::memset;
12. **using** std::queue;
13. *//Page 10 on Textbook*
14. #define OK 1
15. #define ERROR 0
16. #define INFEASTABLE -1
17. #define OVERFLOW -2
18. **typedef** int status;
19. **typedef** int ElemType;
20. #endif *//#ifndef COMMON\_H*

## 1.6附录B SqList.h代码清单

#ifndef SqList\_H

#define SqList\_H

#include *"common.h"*

*//page 22 on textbook*

#define LIST\_INIT\_SIZE 100

#define LISTINCREMENT 10

#define LIST\_MAX 500

*//线性表的结构*

**typedef** **struct** SqList {

ElemType \*head;

int length;

int listsize;

int ListID = -1;

SqList \*next;

}SqList;

*//page 19 on textbook*

status IntiaList(SqList &L);

status DestroyList(SqList &L);

status ClearList(SqList &L);

bool ListEmpty(**const** SqList &L);

int ListLength(**const** SqList &L);

status GetElem(**const** SqList &L,int i, ElemType &e);

int LocateElem(**const** SqList &L,**const** ElemType &e); *//简化过*

status PriorElem(**const** SqList &L,**const** ElemType &cur\_e,ElemType &pre\_e);

status NextElem(**const** SqList &L,**const** ElemType &cur\_e,ElemType &next\_e);

status ListInsert(SqList &L,int i,ElemType &e);

status ListDelete(SqList &L, int i, ElemType &e);

status ListTraverse(**const** SqList &L); *//简化过*

#endif *//SqList\_H*

# 2基于链式存储结构的线性表实现

## 2.1问题描述

线性表在物理内存中可以以链表的方式实现，即线性表的物理结构是链式结构，数据元素中含有一个指针域，此指针域指向下一个数据元素。

本次实验主要完成线性表在物理内存中用链式表的实现，和定义在其上的一系列算法。

实验要完成的链表算法：

⑴初始化表：函数名称是 InitaList(L)；初始条件是线性表 L 不存在已存在；操作结果是构造一个空的线性表。

⑵销毁表：函数名称是 DestroyList(L)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是销毁线性表 L。

⑶清空表：函数名称是 ClearList(L)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是将 L 重置为空表。

⑷判定空表：函数名称是 ListEmpty(L)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是若 L 为空表则返回 TRUE,否则返回 FALSE。

⑸求表长：函数名称是 ListLength(L)；初始条件是线性表已存在；操作结果是返回 L 中数据元素的个数。

⑹获得元素：函数名称是 GetElem(L,i,e)；初始条件是线性表已存在，1≤i≤ListLength(L)；操作结果是用 e 返回 L 中第 i 个数据元素的值。

⑺查找元素：函数名称是 LocateElem(L,e)；初始条件是线性表已存在；操作结果是返回 L 中第 1 个与 e相等的数据元素的位序，若这样的数据元素不存在，则返回值为 0。

⑻获得前驱：函数名称是 PriorElem(L,cur\_e,pre\_e)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是若 cur\_e 是 L 的数据元素，且不是第一个，则用 pre\_e 返回它的前驱，否则操作失败，pre\_e 无定义。

⑼获得后继：函数名称是 NextElem(L,cur\_e,next\_e)；初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是若 cur\_e 是 L 的数据元素，且不是最后一个，则用 next\_e 返回它的后继，否则操作失败，next\_e 无定义。

⑽插入元素：函数名称是 ListInsert(L,i,e)；初始条件是线性表 L 已存在且非空，1≤i≤ListLength(L)+1；操作结果是在 L 的第 i 个位置之前插入新的数据元素e。

⑾删除元素：函数名称是 ListDelete(L,i,e)；初始条件是线性表 L 已存在且非空，1≤i≤ListLength(L)；操作结果：删除 L 的第 i 个数据元素，用 e 返回其值。

⑿遍历表：函数名称是 ListTraverse(L)，初始条件是线性表 L 已存在；操作结果是依次打印出L的每个数据元素。

**实验目标：**

通过实验达到

1. 加深对线性表的概念、基本运算的理解；
2. 熟练掌握线性表的逻辑结构与物理结构的关系；
3. 物理结构采用单链表,熟练掌握线性表的基本运算的实现。

的目的。

## 2.2系统设计

### 2.2.1系统总体设计

****

图2-1 系统总体设计示意图

系统具有一个功能菜单。在主程序中完成函数调用所需实参值的准备和函数执行结果的显示，并给出适当的操作提示显示。

系统中，线性表结构体中含有一个next指针域，指向下一个线性表，相当于用链表的方式存储了多个线性表。在系统运行时，通过输入一个给定的ID来标识不同的线性表，并对它们进行操作。

系统开始运行时调用函数读取文件中的数据，并提供数据保存功能以实现线性表的文件形式保存。

该演示系统提供的操作有：表的初始化、销毁、清空、判空，求表长、获取数据元素、查找数据元素、获得前驱、获得后继、插入数据元素、删除数据元素、表的遍历、表的选择、数据保存。

在程序中实现消息处理和操作提示，包括数据的输入和输出，错误操作提示、程序的退出。

本系统采用c++写成，但没有使用class（因为api设计是面向过程样式的），但使用了常量引用一类的c++特性。

### 1.2.3 线性表算法的思想和设计

在算法设计中，函数参数的选择我参照了c++的一些不言自明的标准：在不改变线性表内部结构，数据的情况下，我选择常量引用（const &）类型作为形参，其他时候采用引用类型、

（1）InitList(SqList & L)

设计：分配存储空间，并初始化表长为0。

操作结果：构造一个空的线性表。

时间空间复杂度：O(1)

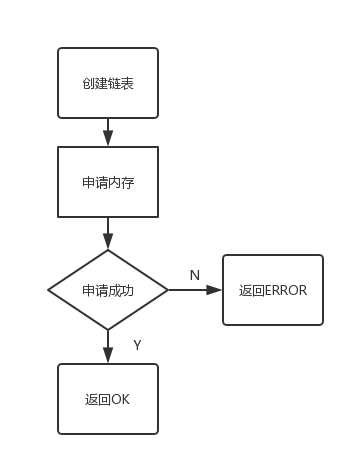


图2-2 初始化表的流程图

（2）DestroyList(SqList & L)

设计：释放存储空间，每次操作当前线性表，销毁后当前线性表之后的线性表左移一个位序。

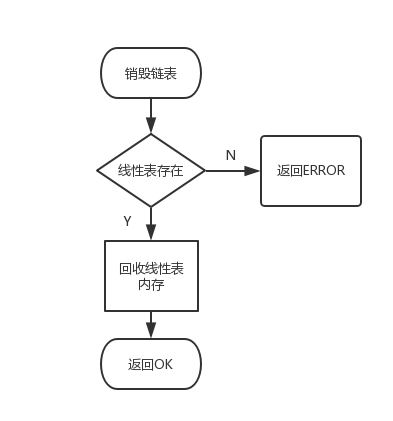


图2-3 销毁表的流程图

操作结果：销毁线性表L。

时间空间复杂度：O(1)

（3）ClearList(SqList & L)

设计：线性表L的长度赋值为0

操作结果：将L重置为空表。

时间空间复杂度：O(1)

（4）ListEmpty(const SqList &L)

设计：根据表长判断表是否为空

操作结果：若L为空表，则返回TRUE,否则返回FALSE。

时间空间复杂度：O(1)

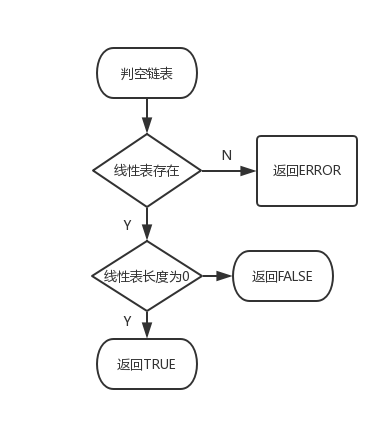


图2-4 判空链表的流程图

（5）ListLength(const SqList &L)

设计：返回表长

操作结果：返回L中数据元素的个数。

时间空间复杂度：O(1)

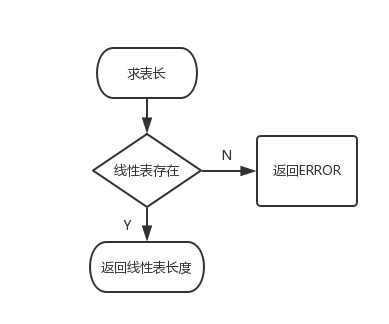


图2-5 求表长的流程图

（6）GetElem(const SqList &L, int i, ElemType &e)

设计：遍历链表，找到元素e并将其值赋值给指针e指向的元素

操作结果：用指针e指向的元素返回L中第i个数据元素的值。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

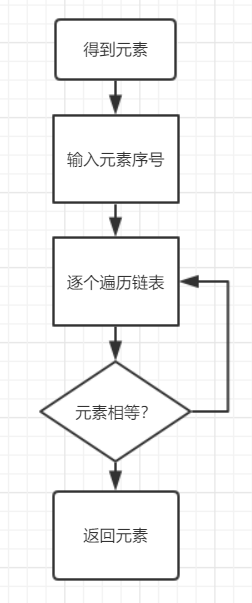


图2-6 得到元素的流程图

（7）LocateElem(const SqList &L, const ElemType &e)

设计：遍历线性表找到第一个和元素e的相等的元素

操作结果：返回L中第1个与e相等的的数据元素的位序，若这样的数据元素不存在，则返回值为0。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（8）PriorElem(const SqList &L, const ElemType &cur, ElemType &pre\_e)

设计：遍历线性表找到第一个和元素cur的相等的元素，如果其有前驱，用pre\_e返回，函数返回TRUE；否则函数返回FALSE，pre\_e无意义

操作结果：若cur是L的数据元素，且不是第一个，则用pre\_e返回它的前驱，否则操作失败，pre\_e无定义。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

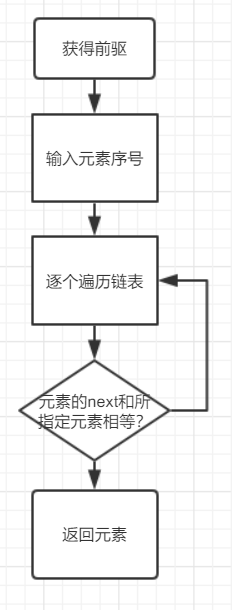


图2-7 获得前驱的流程图

（9）NextElem（const SqList &L，const ElemType &cur\_e，ElemType &next\_e）

设计：遍历线性表找到第一个和元素cur的相等的元素，如果其有后继，用next\_e返回，函数返回TRUE；否则函数返回FALSE，next\_e无意义

操作结果：若cur是L的数据元素，且不是最后一个，则用next\_e返回它的后继，否则操作失败，next\_e无定义。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（10）ListInsert(SqList \* L, int i, ElemType e)

设计：将所给元素位序上的next指针指向所给元素e，并将e的next指针指向下一个元素

操作结果：在L的第i个位置之前插入新的数据元素e，L的长度加1

时间复杂度：O(1)

空间复杂度：O(1)

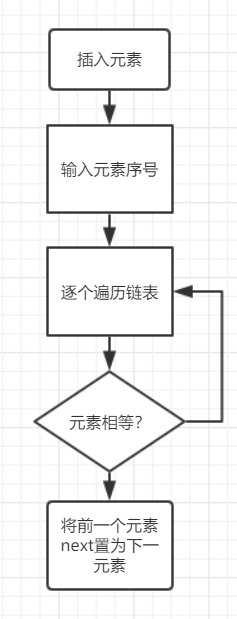


图2-8 插入元素的流程图

（11）ListDelete(SqList &L, int i, ElemType &e)

设计：将e元素

操作结果：删除L的第i个数据元素，用e返回其值，L的长度减1.

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（12）ListTraverse(const SqList &L)

设计：遍历并输出表L中的每个元素值，返回表长

操作结果：依次输出表L中的每个变量的值

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（13）LoadData()

设计：此函数比较特殊，在main.cpp中定义，作用是读取文件中的线性表信息。

操作结果:从SLDB文件中读取所有线性表的数据。

（14）SaveData()

设计：此函数比较特殊，在main.cpp中定义，作用是存储文件中的线性表信息。

操作结果:将所有线性表的信息存储到文件中。

## 2.3链表系统测试

### 2.3.1 链表演示系统实现说明

本演示系统包括一个循环，每次循环开始打印出演示菜单，菜单如图所示

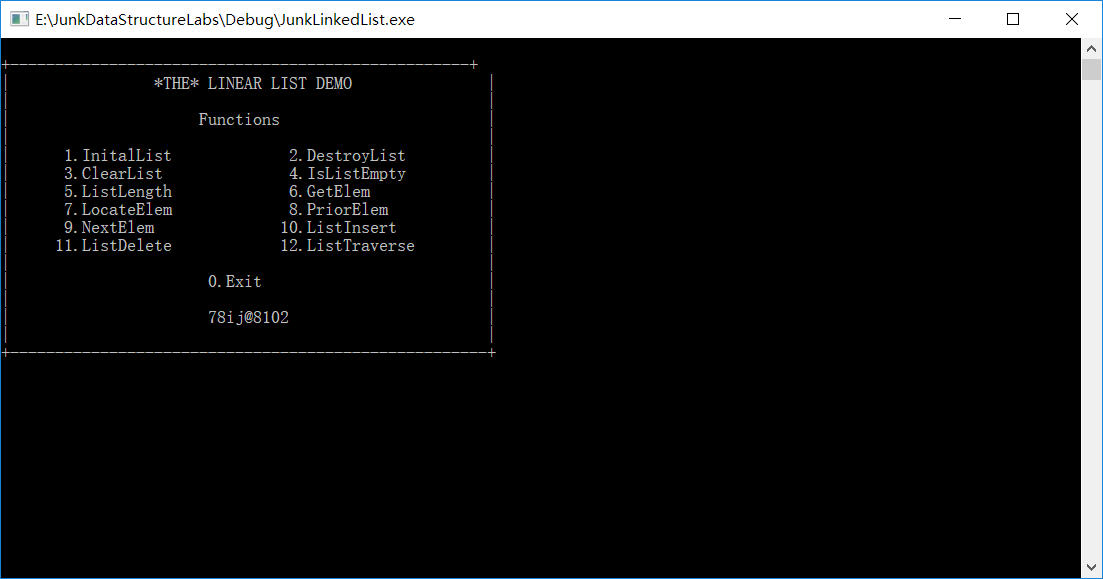


图1-14 演示系统菜单

每次操作时要求输入本次操作的线性表编号：

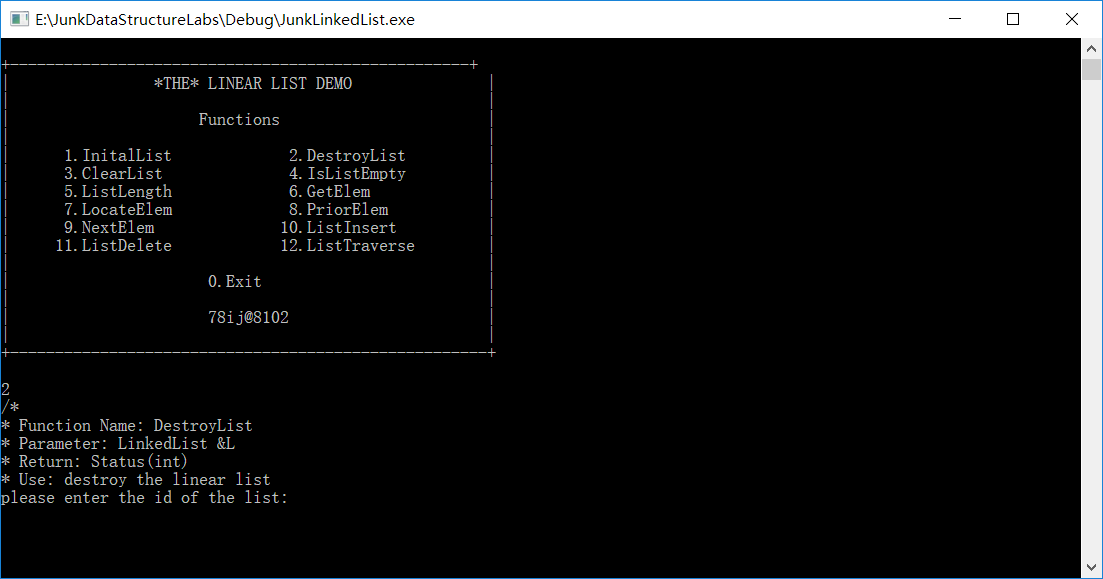


图1-15 演示系统要求输入编号

每次打印出菜单之前，从文件中将所有线性表读取到内存中，每次进行完毕一个操作之后，将内存中的线性表都存到文件之中。

### 2.3.2系统测试

下面，选取几个具有代表性的函数进行测试。

1. 初始化表

表1-1 初始化表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 初始化表 | 无 | 创建成功 | 正确 |

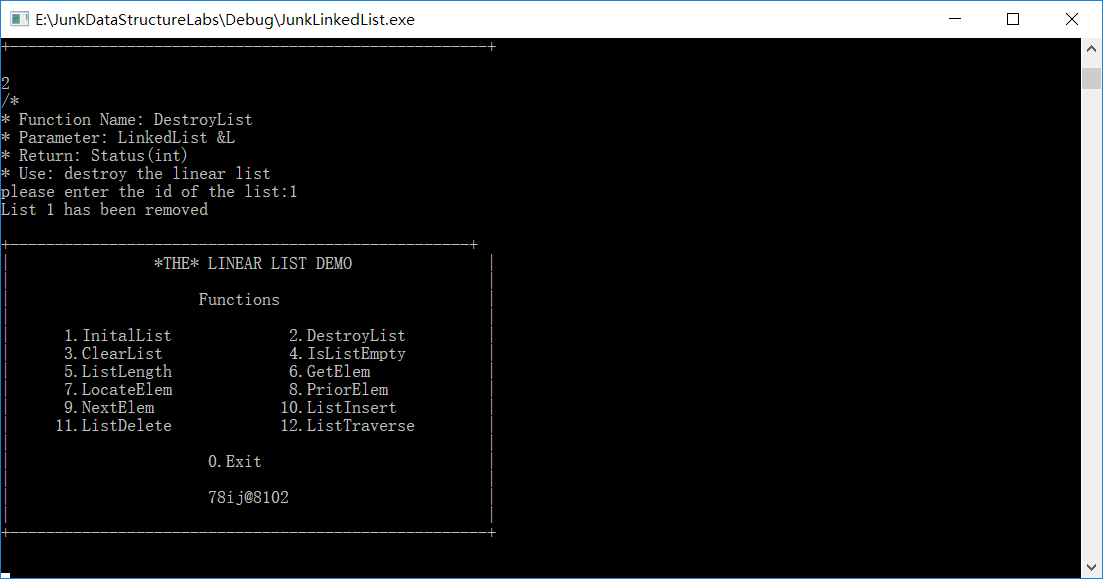


图1-16 初始化表

1. 销毁表

表1-2 销毁表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 销毁表 | 表存在 | 销毁成功 | 正确 |
| 销毁表 | 表不存在 | 销毁失败 | 正确 |

图1-17 销毁表

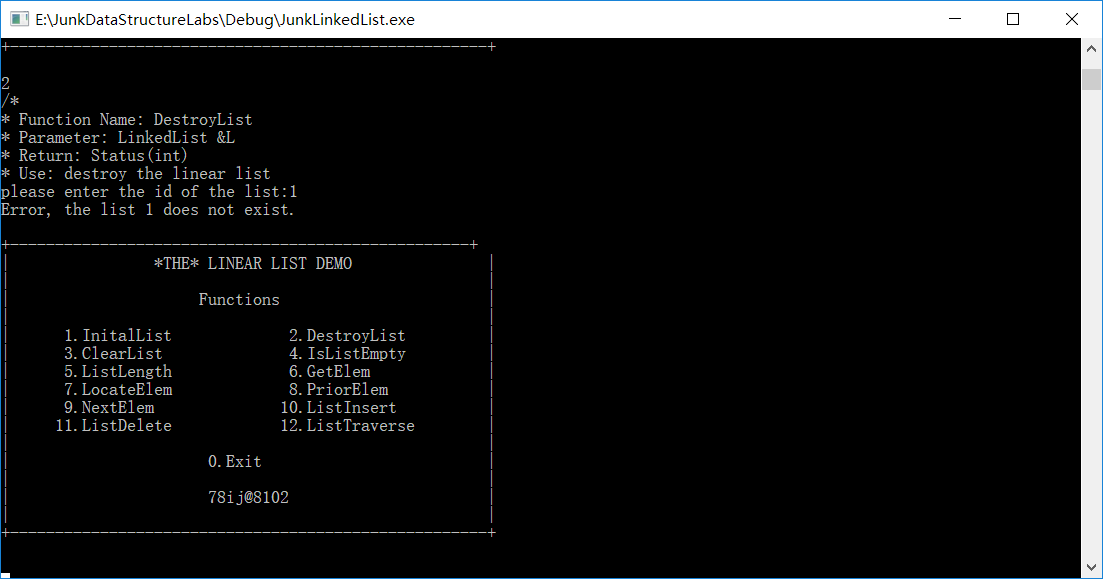


图1-17 销毁表（2）

1. 求表长

表1-3 求表长的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求表长 | 表长为5的表 | 5 | 正确 |
| 求表长 | 空表 | 0 | 正确 |

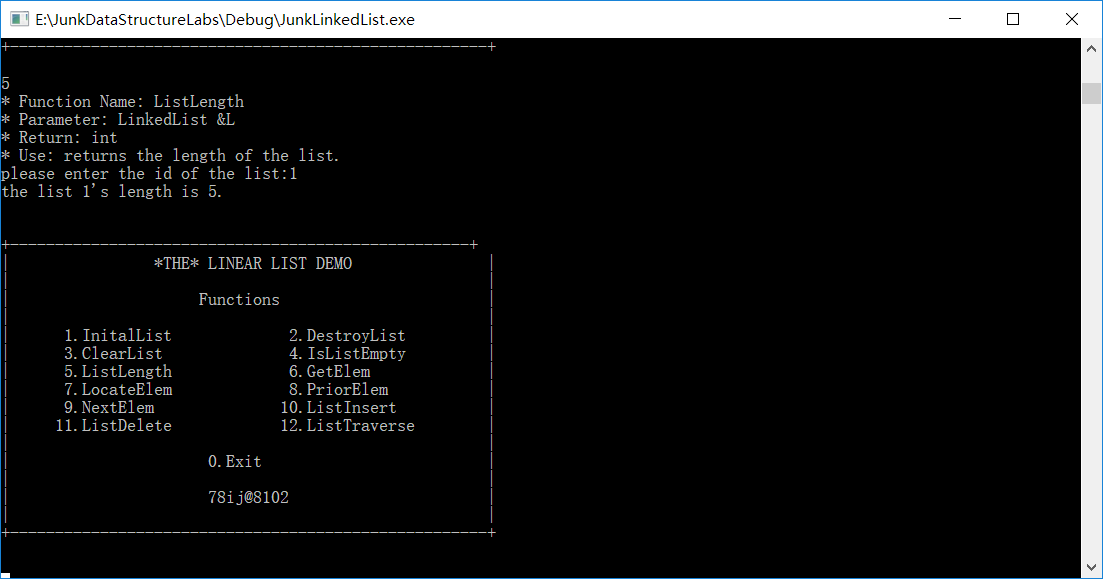


图1-18 求表长

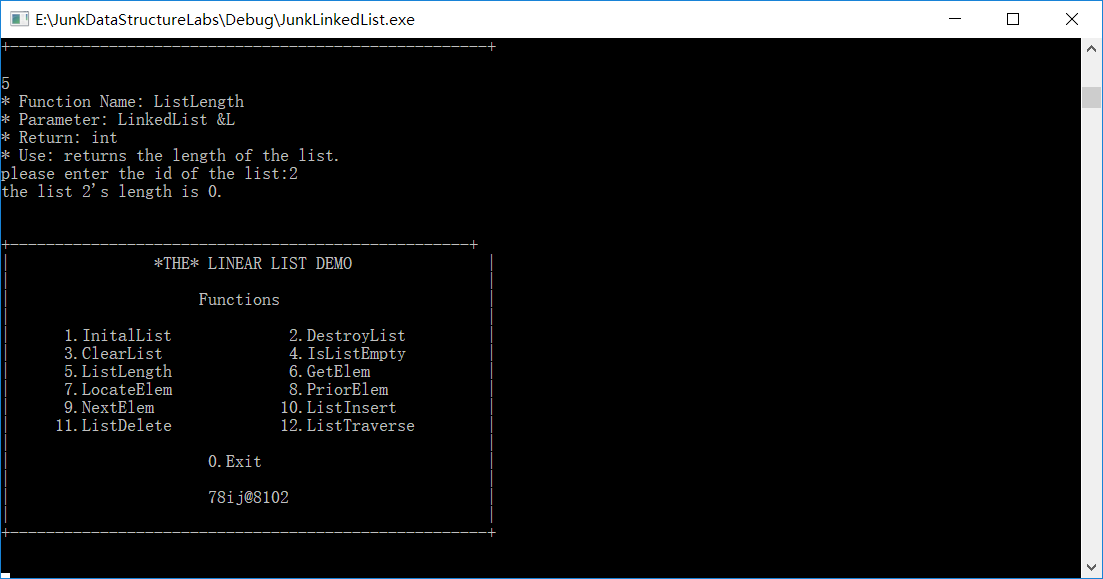


图1-18 求表长（2）

1. 插入元素

表1-4 插入元素的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 插入元素 | 空表，第1号元素 | 插入成功 | 正确 |
| 插入元素 | 表长1，第4号元素 | 插入失败 | 正确 |

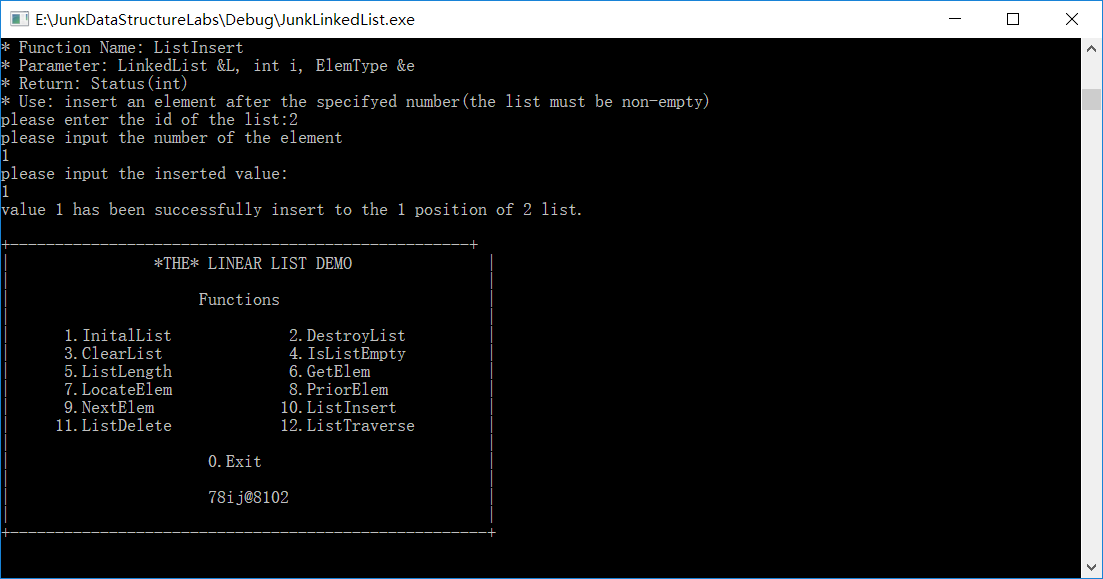


图1-19 插入元素

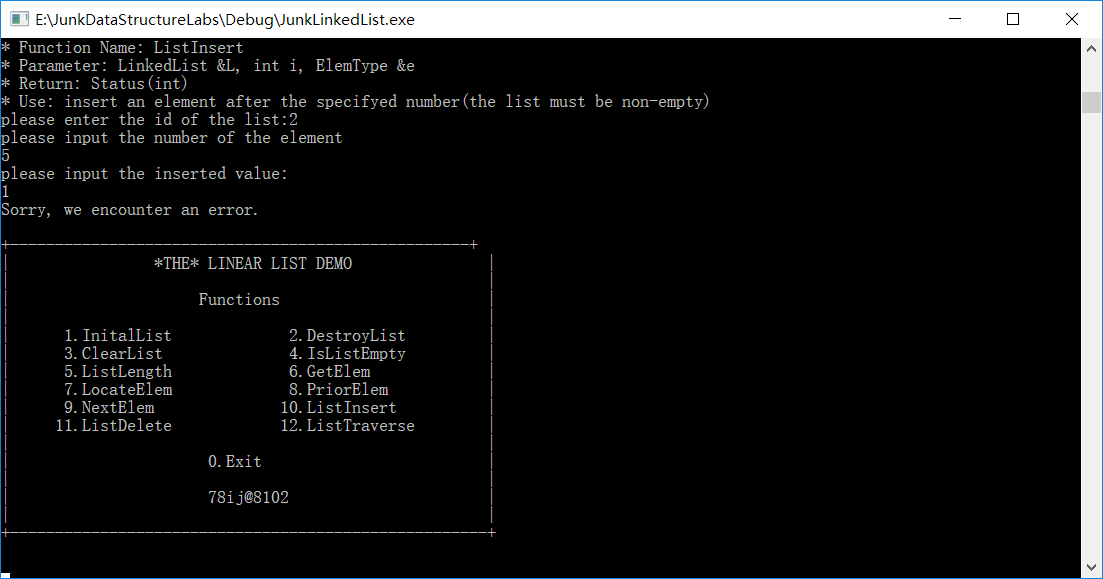


图1-20 插入元素（2）

1. 求前驱

表1-5 初始化表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求前驱 | 表4 1,元素值为4 | 1 | 正确 |
| 求前驱 | 表不存在 | Error | 正确 |

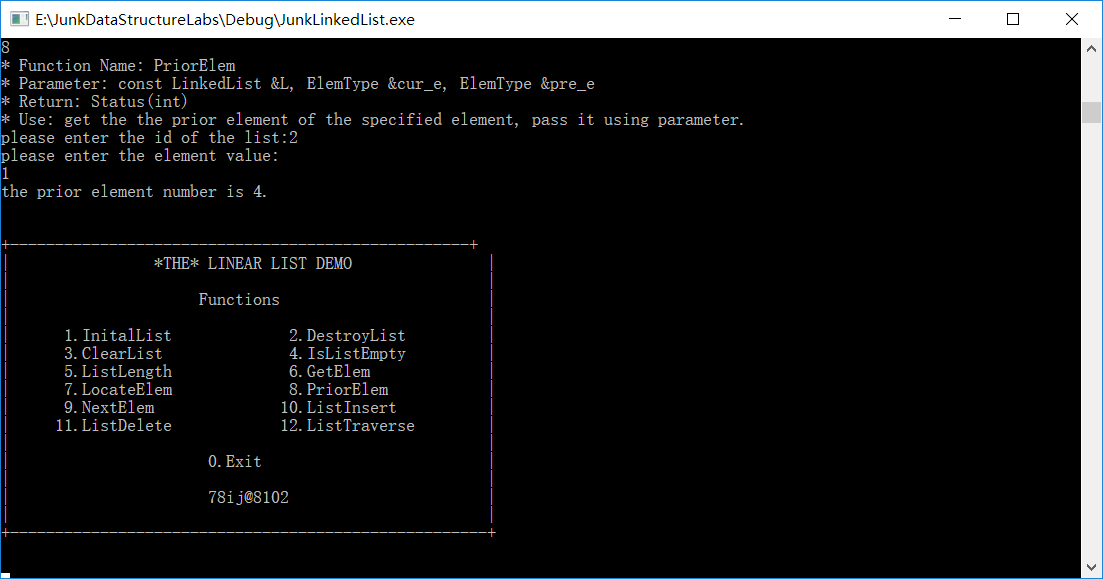


图1-21 求前驱

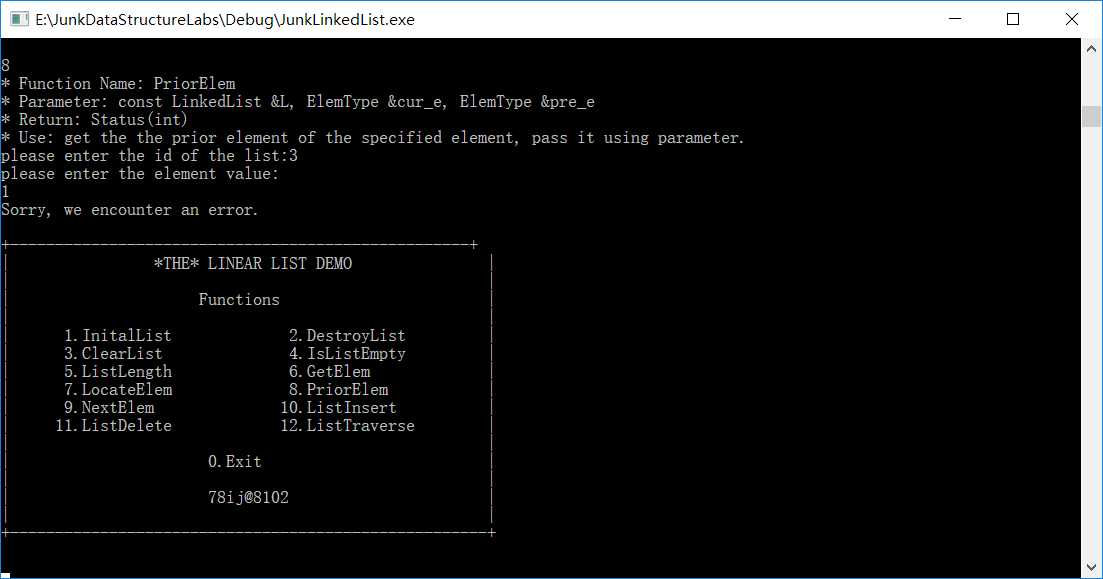


图1-22 判断空表（2）

1. 遍历表

表1-7 遍历表的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 遍历表 | 空表 | 无 | 正确 |
| 遍历表 | 6元素表 | 6个元素 | 正确 |

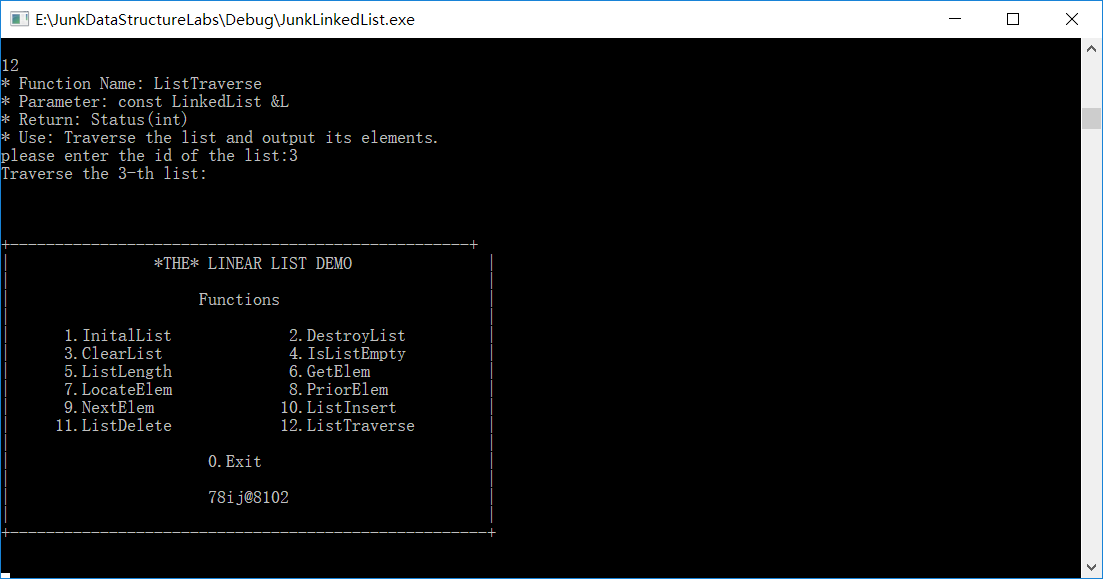
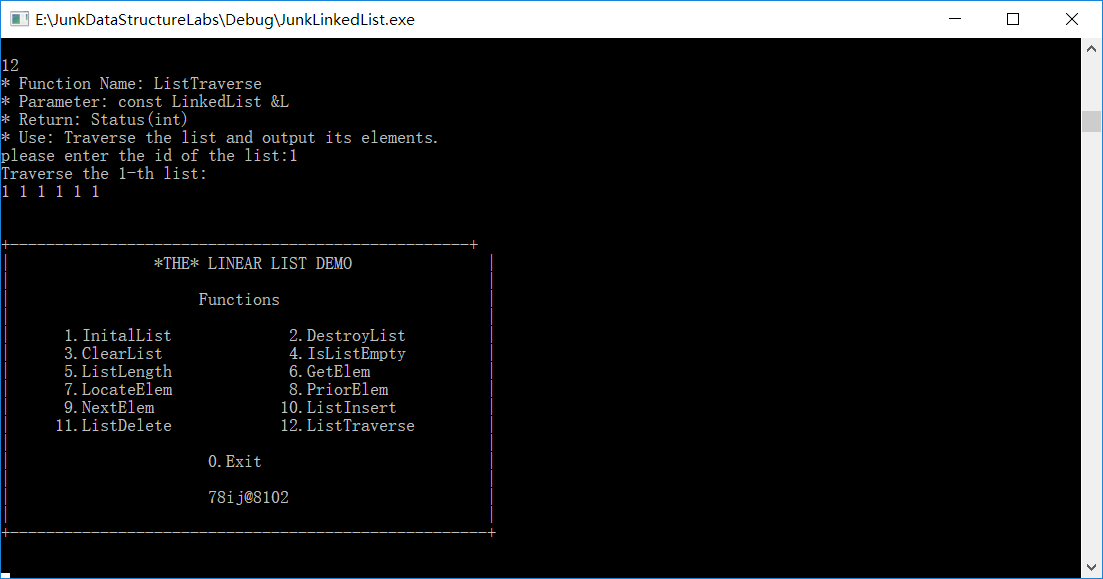


图1-25 遍历表

图1-26 遍历表（2）

## 实验小结

本次实验各个方面都和上个实验非常相似，比如API接口，main函数演示系统的结构等，不过在各个方面还是有差异，比如保存和加载数据的时候就有不小的差别，这些都是我们在编写程序过程中需要小心的方面。通过本次实验，我更了解了线性表的物理存储结构。

## 2.5 附录A LinkedList.h代码清单

*/\**

*\* AUTHOR: Jiamu Sun*

*\* EMAIL: x739566858@outlook.com*

*\* GITHUB: 78ij*

*\*/*

#include *"common.h"*

*//带头结点的链表.*

**typedef** **struct** LinkedListNode {

ElemType data;

LinkedListNode \*next;

} LinkedListNode;

**typedef** **struct** LinkedList{

int length;

LinkedListNode \*head;

LinkedList \*next;

int ListID = -1;

} LinkedList;

status IntiaList(LinkedList &L);

status DestroyList(LinkedList &L);

status ClearList(LinkedList &L);

bool ListEmpty(**const** LinkedList &L);

int ListLength(**const** LinkedList &L);

status GetElem(**const** LinkedList &L, int i, ElemType &e);

int LocateElem(**const** LinkedList &L, **const** ElemType &e); *//简化过*

status PriorElem(**const** LinkedList &L, **const** ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e);

status NextElem(**const** LinkedList &L, **const** ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e);

status ListInsert(LinkedList &L, int i, ElemType &e);

status ListDelete(LinkedList &L, int i, ElemType &e);

status ListTraverse(**const** LinkedList &L); *//简化过*

# 3基于二叉链表的二叉树实现

## 3.1问题描述

二叉树在物理内存中可以以二叉链表的方式实现，即二叉树的物理结构是链式结构，数据元素中含有两个指针域，分别指向当前节点的左儿子和右儿子。

本次实验主要完成二叉树在物理内存中用二叉链表的实现，和定义在其上的一系列算法。

实验要完成的二叉树算法：

⑴初始化二叉树：函数名称是InitBiTree(T)；初始条件是二叉树T不存在；操作结果是构造空二叉树T。

⑵销毁二叉树：树函数名称是DestroyBiTree(T)；初始条件是二叉树T已存在；操作结果是销毁二叉树T。

⑶创建二叉树：函数名称是CreateBiTree(T,definition)；初始条件是definition 给出二叉树T的定义；操作结果是按definition构造二叉树T。

⑷清空二叉树：函数名称是ClearBiTree (T)；初始条件是二叉树T存在； 操作结果是将二叉树T清空。

⑸判定空二叉树：函数名称是BiTreeEmpty(T)；初始条件是二叉树T存在；操作结果是若T为空二叉树则返回TRUE，否则返回FALSE。

⑹求二叉树深度：函数名称是BiTreeDepth(T)；初始条件是二叉树T存在；操作结果是返回T的深度。

⑺获得根结点：函数名称是Root(T)；初始条件是二叉树T已存在；操作结果是返回T的根。

⑻获得结点：函数名称是Value(T,e)；初始条件是二叉树T已存在，e是T中的某个结点；操作结果是返回e的值。

⑼结点赋值：函数名称是Assign(T,&e,value)；初始条件是二叉树T已存在，e是T中的某个结点；操作结果是结点e赋值为value。

⑽获得双亲结点：函数名称是Parent(T,e) ；初始条件是二叉树T已存在，e是T中的某个结点；操作结果是若e是T的非根结点，则返回它的双亲结点指针，否则返回NULL。

⑾获得左孩子结点：函数名称是LeftChild(T,e)；初始条件是二叉树T存在，e是T中某个节点；操作结果是返回e的左孩子结点指针。若e无左孩子，则返回NULL。

⑿获得右孩子结点：函数名称是RightChild(T,e)；初始条件是二叉树T已存在，e是T中某个结点；操作结果是返回e的右孩子结点指针。若e无右孩子，则返回NULL。

⒀获得左兄弟结点：函数名称是LeftSibling(T,e)；初始条件是二叉树T存在，e是T中某个结点；操作结果是返回e的左兄弟结点指针。若e是T的左孩子或者无左兄弟，则返回NULL。

⒁获得右兄弟结点：函数名称是RightSibling(T,e)；初始条件是二叉树T已存在，e是T中某个结点；操作结果是返回e的右兄弟结点指针。若e是T的右孩子或者无有兄弟，则返回NULL。

⒂插入子树：函数名称是InsertChild(T,p,LR,c)；初始条件是二叉树T存在，p指向T中的某个结点，LR为0或1，,非空二叉树c与T不相交且右子树为空；操作结果是根据LR为0或者1，插入c为T中p所指结点的左或右子树，p 所指结点的原有左子树或右子树则为c的右子树。

⒃删除子树：函数名称是DeleteChild(T.p.LR)；初始条件是二叉树T存在，p指向T中的某个结点，LR为0或1。 操作结果是根据LR为0或者1，删除c为T中p所指结点的左或右子树。

⒄前序遍历：函数名称是PreOrderTraverse(T,Visit())；初始条件是二叉树T存在，Visit是对结点操作的应用函数；操作结果：先序遍历t，对每个结点调用函数Visit一次且一次，一旦调用失败，则操作失败。

⒅中序遍历：函数名称是InOrderTraverse(T,Visit))；初始条件是二叉树T存在，Visit是对结点操作的应用函数；操作结果是中序遍历t，对每个结点调用函数Visit一次且一次，一旦调用失败，则操作失败。

⒆后序遍历：函数名称是PostOrderTraverse(T,Visit))；初始条件是二叉树T存在，Visit是对结点操作的应用函数；操作结果是后序遍历t，对每个结点调用函数Visit一次且一次，一旦调用失败，则操作失败。

⒇按层遍历：函数名称是LevelOrderTraverse(T,Visit))；初始条件是二叉树T存在，Visit是对结点操作的应用函数；操作结果是层序遍历t，对每个结点调用函数Visit一次且一次，一旦调用失败，则操作失败。

**实验目标：**

通过实验达到

1. 加深对二叉树的概念、基本运算的理解；
2. 熟练掌握二叉树的逻辑结构与物理结构的关系；
3. 以二叉链表作为物理结构，熟练掌握二叉树基本运算的实现。

的目的。

## 3.2系统设计

### 3.2.1系统总体设计

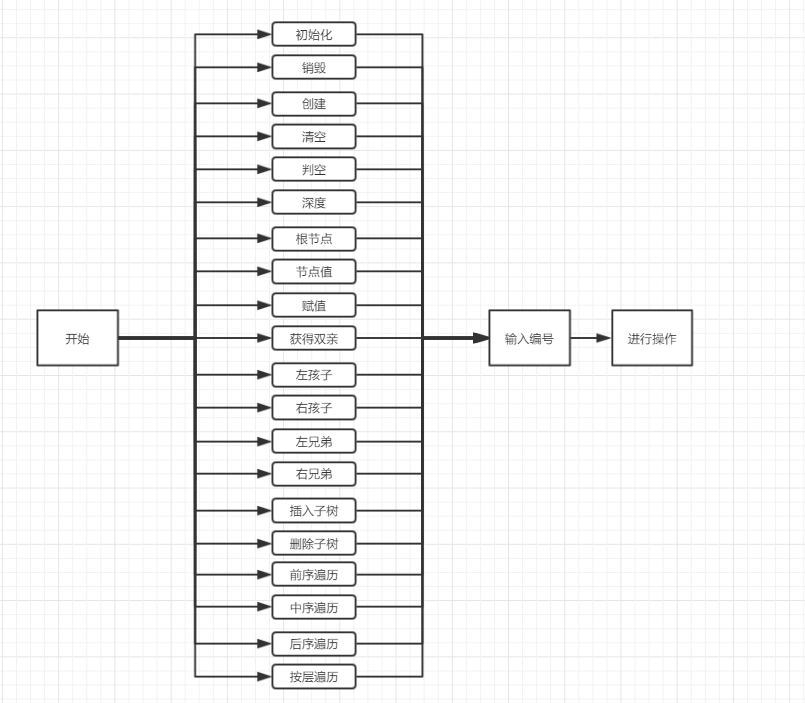


图3-1 系统总体设计示意图

系统具有一个功能菜单。在主程序中完成函数调用所需实参值的准备和函数执行结果的显示，并给出适当的操作提示显示。

系统中，树结构体中含有一个next指针域，指向下一个树，相当于用二叉树的方式存储了多个树。在系统运行时，通过输入一个给定的ID来标识不同的树，并对它们进行操作。

系统开始运行时调用函数读取文件中的数据，并提供数据保存功能以实现线性树的文件形式保存。

该演示系统提供的操作有：树的初始化、销毁、创建，清空、判空，求深度、获取根节点、任意节点、赋值、获得双亲，左右孩子、左右兄弟、插入子树、删除子树、树的前中后以及层先遍历。

在程序中实现消息处理和操作提示，包括数据的输入和输出，错误操作提示、程序的退出。

本系统采用c++写成，但没有使用class（因为api设计是面向过程样式的），但使用了常量引用一类的c++特性。

### 3.2.3 二叉树算法的思想和设计

在算法设计中，函数参数的选择我参照了c++的一些不言自明的标准：在不改变线性树内部结构，数据的情况下，我选择常量引用（const &）类型作为形参，其他时候采用引用类型。

另外，在二叉树数据结构实现过程中，数据元素定义为结构类型，由数据，索引和三个指针域组成。索引用来唯一标识二叉树中节点，必须定义为从1开始，递增步长为1的int类型变量。而三个指针域分别指向双亲节点，左孩子节点和右孩子节点。这些数据项在操作过程中会被维护。具体的定义参看附录。

（1）InitBiTree(BiTree &T)

设计：分配存储空间，并初始化树根为NULL。

操作结果：构造一个空的二叉树。

时间空间复杂度：O(1)

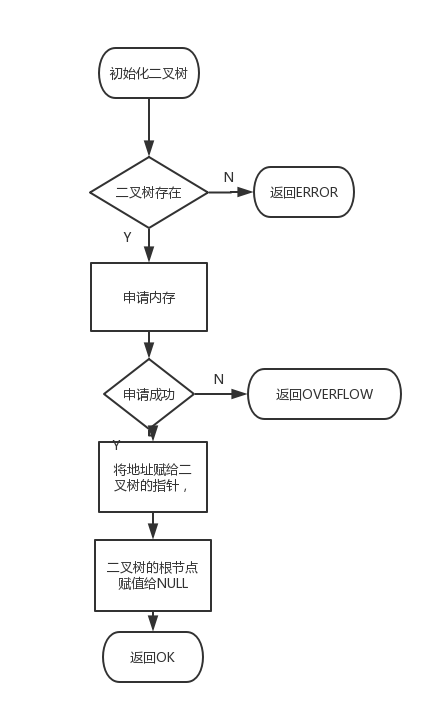


图3-2 初始化树的流程图

（2）DestroyBiTree(BiTree &T)

设计：释放存储空间，每次操作当前二叉树

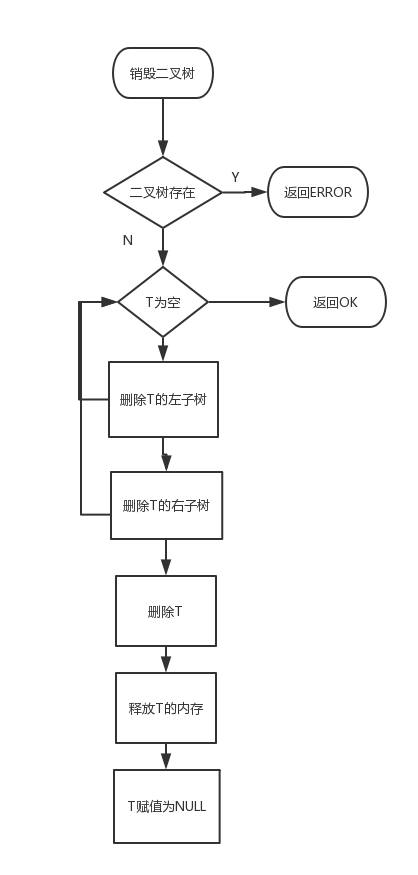


图3-3 销毁二叉树的流程图

操作结果：销毁二叉树。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（3）CreateBiTree(BiTree &T, int length, int \*preorder, int \*inorder, ElemType \* data)

设计：输入先序和中序遍历二叉树的索引以及中序遍历二叉树的数据，简历二叉树

操作结果：根据定义建立二叉树

时间复杂度：O(n)

空间复杂度:O(n)

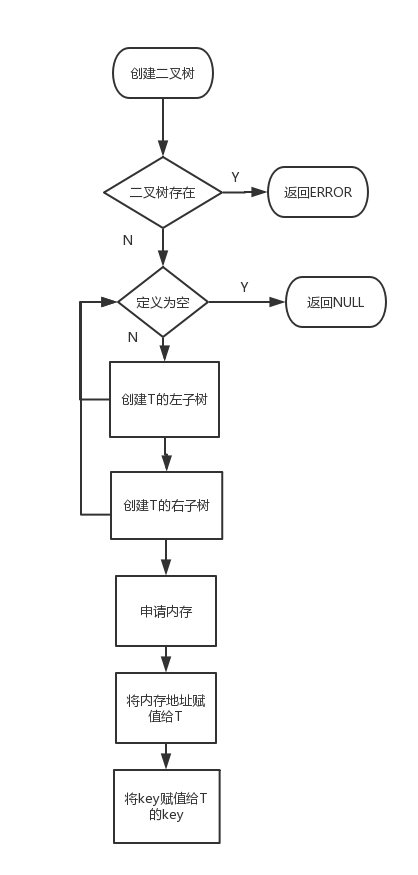


图3-4 创建二叉树的流程图

（4）ClearBiTree(BiTree &T)

设计：递归释放二叉树节点，置指针为NULL

操作结果：清空二叉树

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

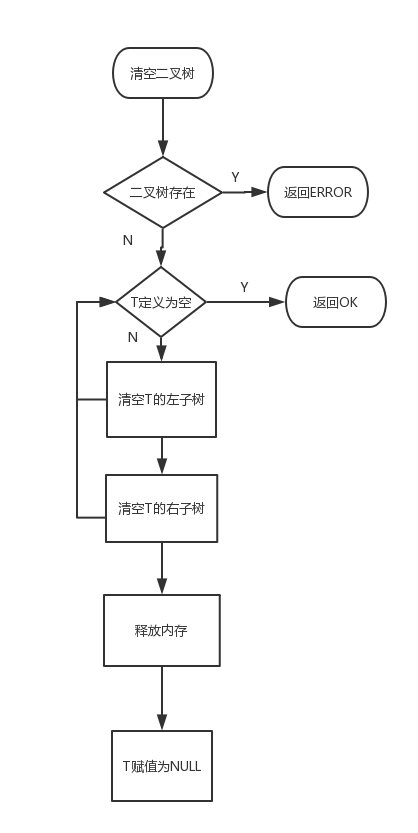


图3-5 清空二叉树的流程图

（5）BiTreeEmpty(const BiTree &T)

设计：判断二叉树是否为空

操作结果：为空返回true，否则返回false

时间空间复杂度：O(1)

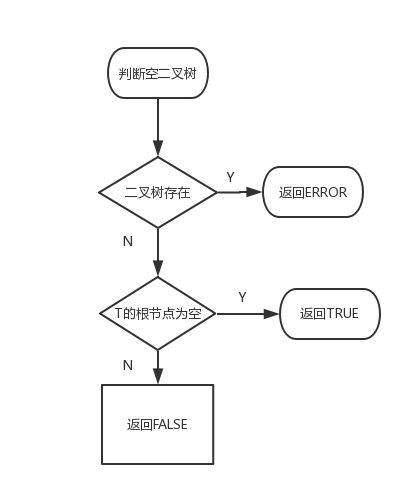


图3-6 判断空树的流程图

（6）BiTreeDepth(const BiTree &T)

设计：递归的执行，返回二叉树的深度

操作结果：返回二叉树深度

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

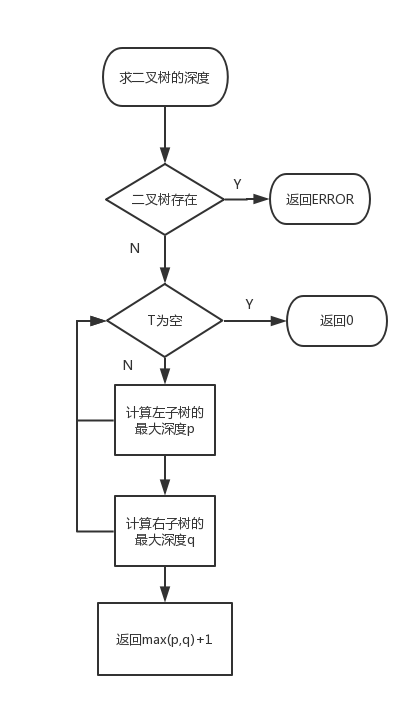


图3-7 得到元素的流程图

（7）Root(const BiTree &T)

设计：返回根节点的值

操作结果：返回根节点的值

时间复杂度：O(1)

空间复杂度：O(1)

（8）Value(const BiTree &T,int index, ElemType &value)

设计：遍历二叉树找到节点的index等于形参中index的节点，并返回它的值。

操作结果：若index存在，返回其节点的值。如果不存在，返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

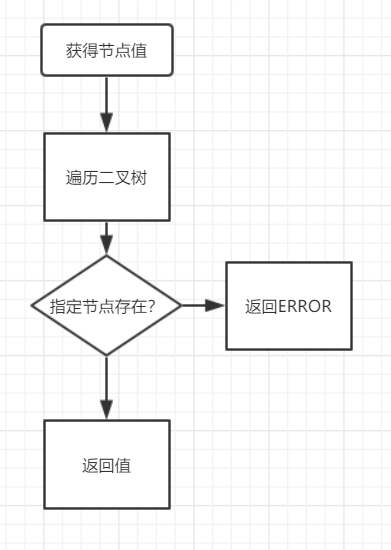


图3-8 获得节点值的流程图

（9）Assign(BiTree &T,int index, ElemType &value)

设计：遍历二叉树找到节点的索引等于index的节点，并将传入的value赋给这个节点。

操作结果：若index存在，将value赋给这个节点，如果index不存在，返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（10）Parent(const BiTree &T, int index,ElemType &value)

设计：找到指定节点的双亲节点，并返回其值。

操作结果：若指定节点的双亲节点存在，返回其value，若节点或者其双亲节点不存在，返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

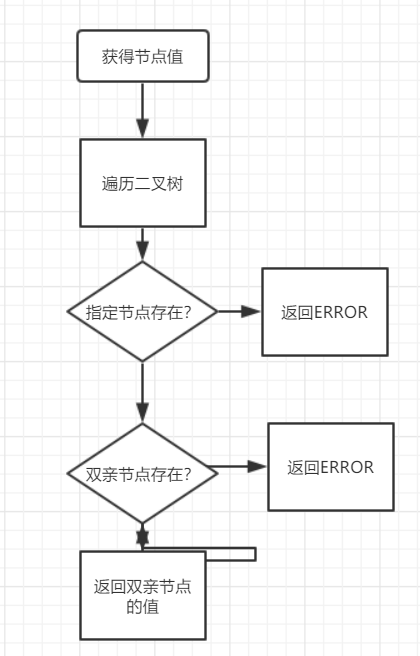


图3-9获得双亲节点的流程图

（11）LeftChild(const BiTree &T, int index);

设计：获取指定index节点的左孩子

操作结果：若左孩子存在，返回其值，否则返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（12）RightChild(const BiTree &T, int index);

设计：获取指定index节点的右孩子

操作结果：若右孩子存在，返回其值，否则返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（13）LeftSibling(const BiTree &T, int index);

设计：获取指定index节点的左兄弟

操作结果：若左兄弟存在，返回其值，否则返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（14）RightSibling(const BiTree &T, int index);

设计：获取指定index节点的右兄弟

操作结果：若右兄弟存在，返回其值，否则返回ERROR。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（15）InsertChild(BiTree &T, int index, int LR, BiTree &c)

设计：检查插入的树c的根的右孩子是否为空。如果不为空，返回ERROR。否则将c的根节点连接到T指定节点的左或者右子树，T的指定节点原有左或右子树则插入到c的根节点的右边。

操作结果：如果操作可行，则c被插入到T的指定节点的左或者右子树，T的原有左或者右子树插入到c的根节点的右边。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

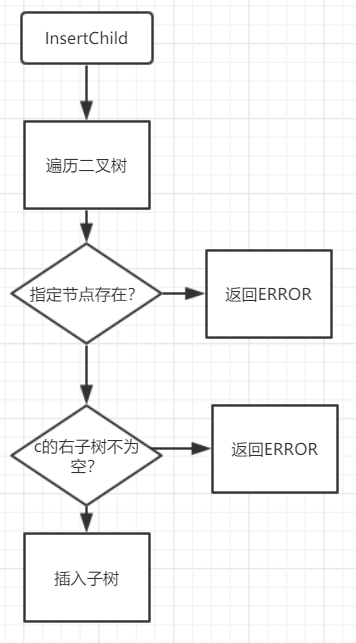


图3-10插入子树的流程图

（15）DeleteChild(BiTree &T, int index, int LR)

设计：查找index对应的节点。如果存在，删除其左子树或者右子树。

操作结果：如果操作可行，删除对应节点的左或右子树。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（17）PreOrderTraverse(const BiTree &T)

操作结果：前序遍历树。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（18）InOrderTraverse(const BiTree &T)

操作结果：中序遍历树。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（19）PostOrderTraverse(const BiTree &T)

操作结果：后序遍历树。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（20）LevelOrderTraverse(const BiTree &T)

操作结果：层序遍历树。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

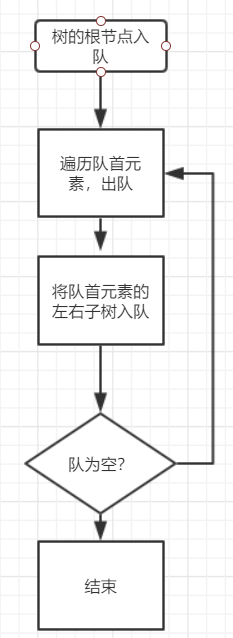


图3-11层序遍历树的流程图

（21）SaveData()

设计：本函数将所有的二叉树保存到文件中。每个二叉树保存index的前序和中序遍历以及data的中序遍历。

操作结果：所有的二叉树保存到文件中。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(n)

(22)LoadData()

设计：本函数将所有的二叉树从文件中读取并重建在内存中

操作结果：所有的二叉树被读取并重建。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(n)

## 3.3二叉树系统测试

### 3.3.1 二叉树演示系统实现说明

本演示系统包括一个循环，每次循环开始打印出演示菜单，菜单如图所示

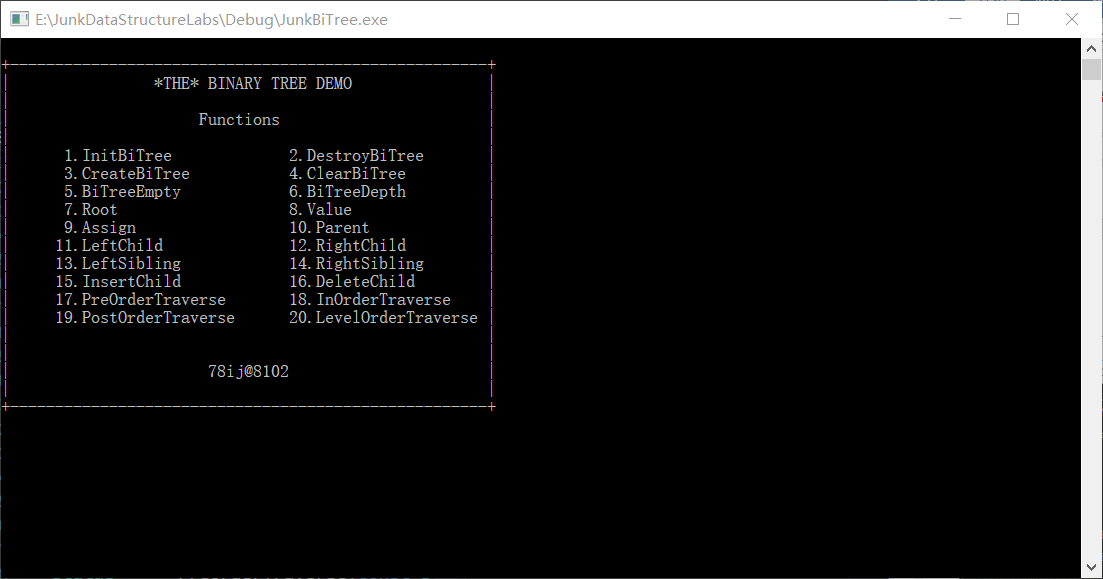


图3-12 演示系统菜单

每次操作时要求输入本次操作二叉树的编号：

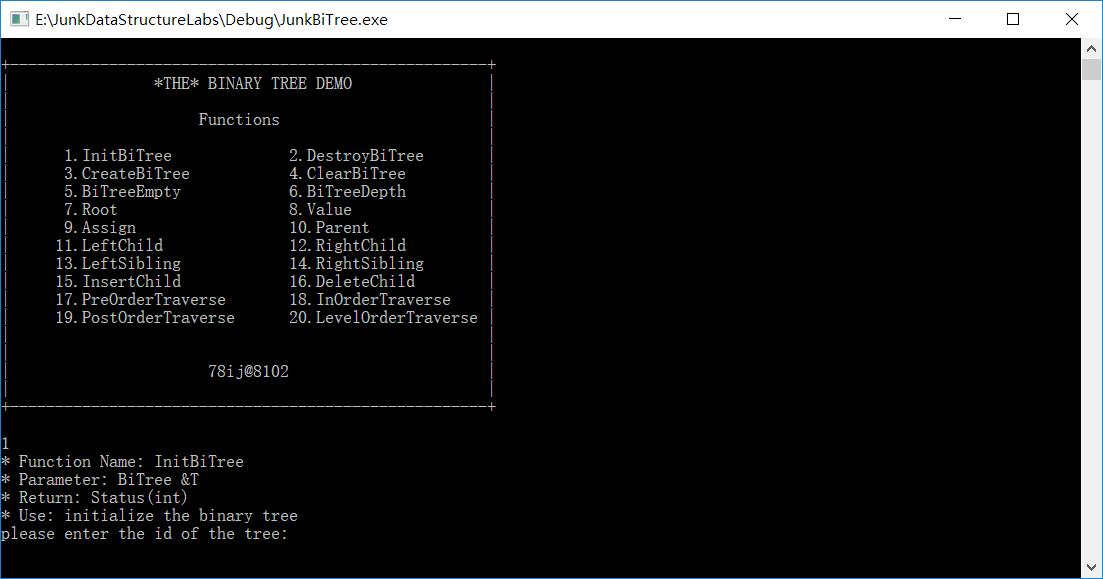


图3-13 演示系统要求输入编号

每次打印出菜单之前，从文件中将所有二叉树读取到内存中，每次进行完毕一个操作之后，将内存中的二叉树都存到文件之中。

### 3.3.2系统测试

下面，选取几个具有代表性的函数进行测试。

1. 初始化二叉树

表3-1 初始化树的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 初始化树 | 无 | 创建成功 | 正确 |

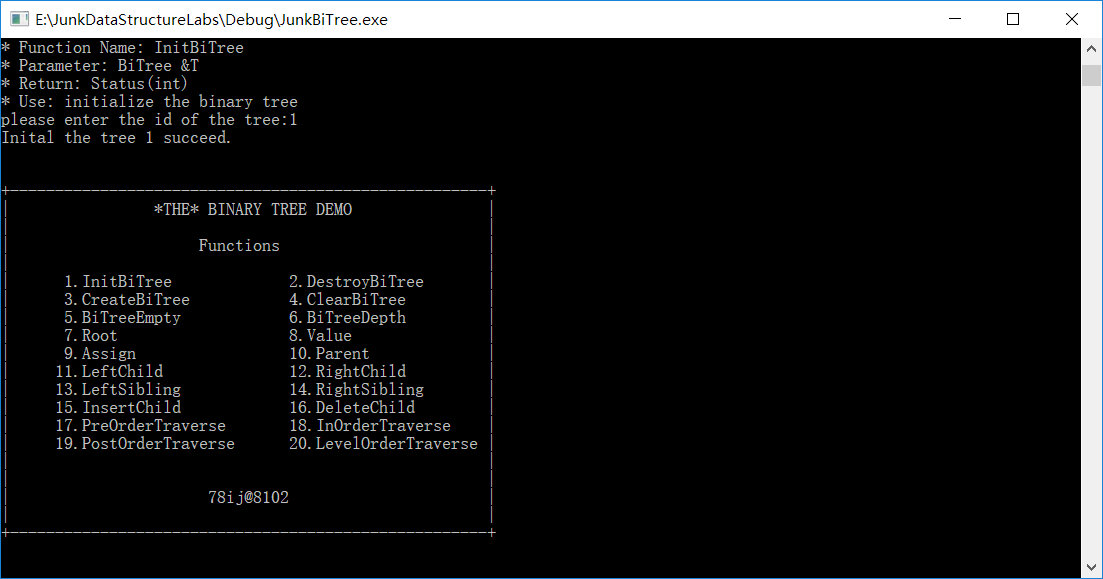
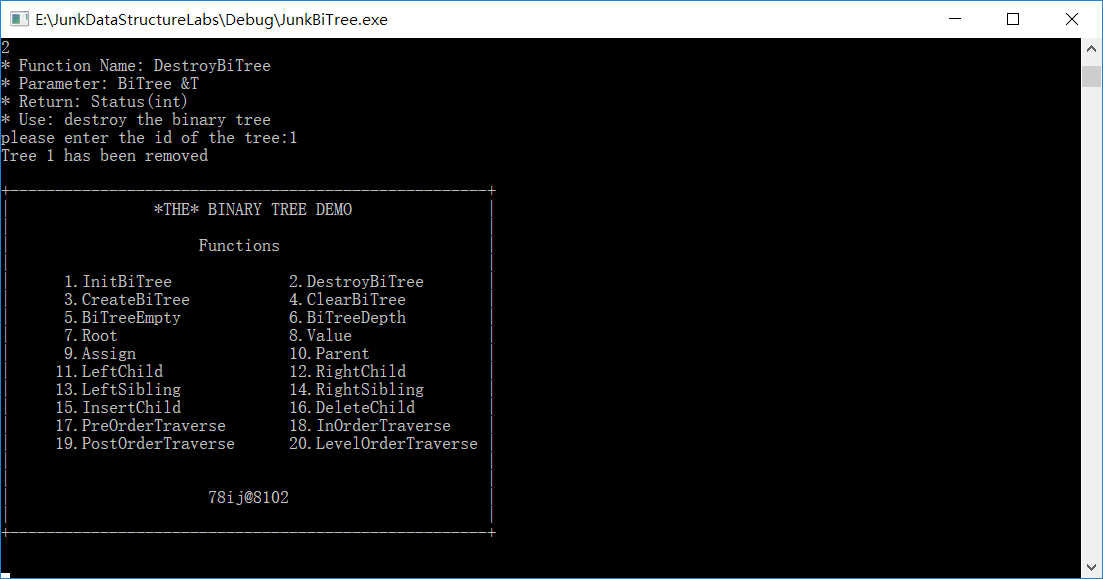


图3-14 初始化树

1. 销毁

表3-2 销毁树的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 销毁树 | 树存在 | 销毁成功 | 正确 |
| 销毁树 | 树不存在 | 销毁失败 | 正确 |

图3-15 销毁树

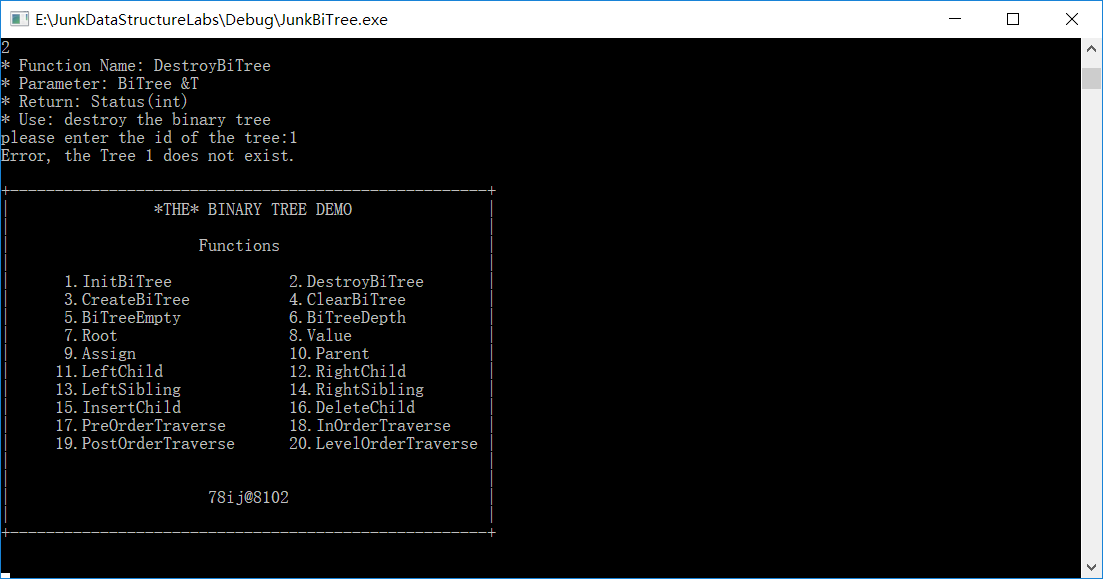


图3-16 销毁树（2）

1. 建树

表1-3 建树的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 建树 | 长为5的树 | 建立成功 | 正确 |
| 建树 | 输入不合法 | 建立失败 | 正确 |

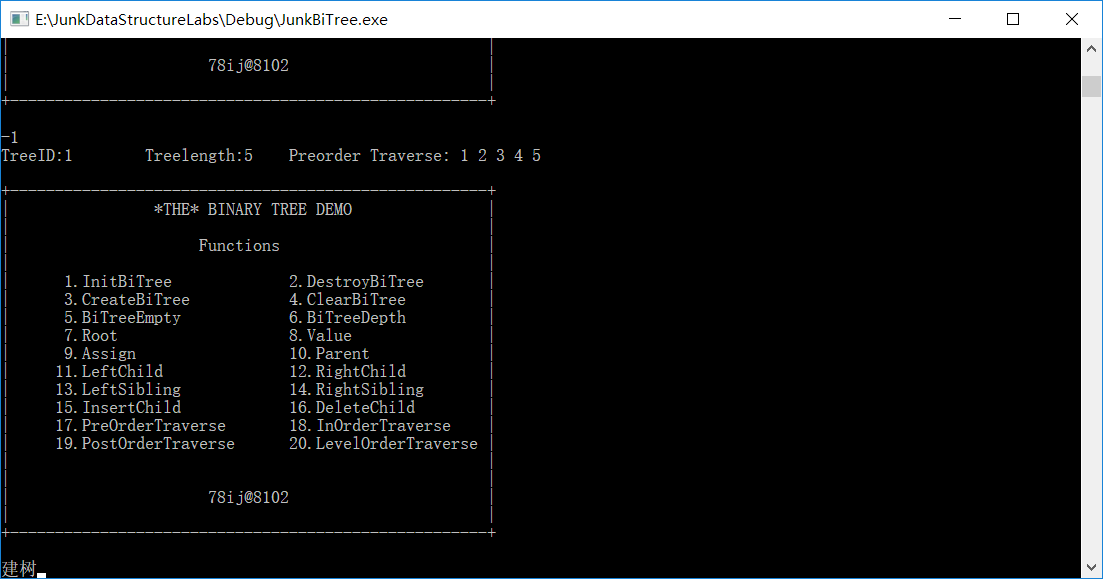


图3-18 建树

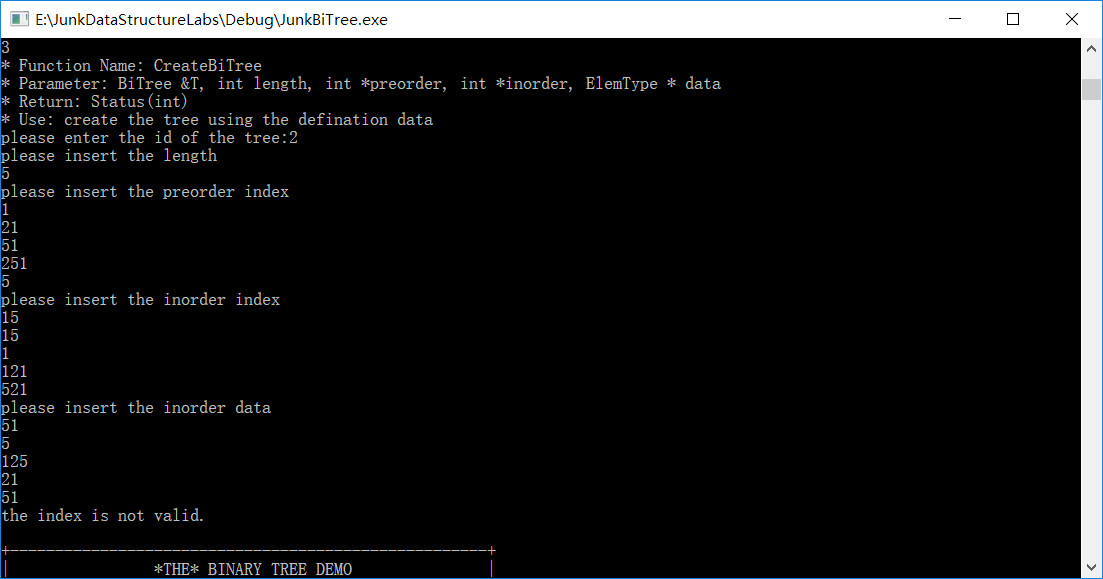


图3-19 建树（2）

1. 求二叉树深度

表3-4 插入元素的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求深度 | 空树 | 0 | 正确 |
| 求深度 | 深度5 | 5 | 正确 |

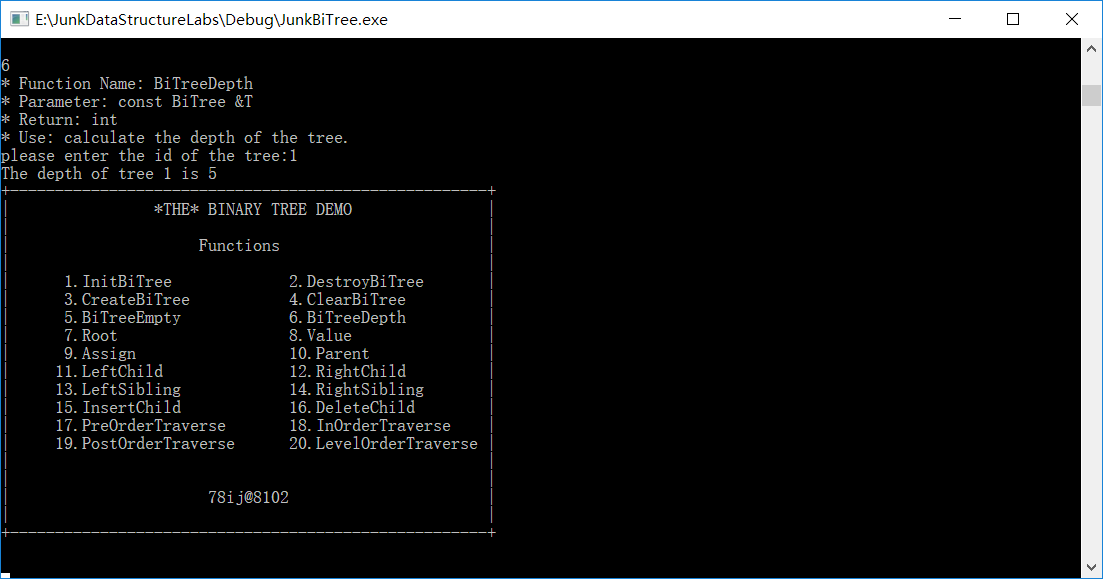


图3-20 求深度

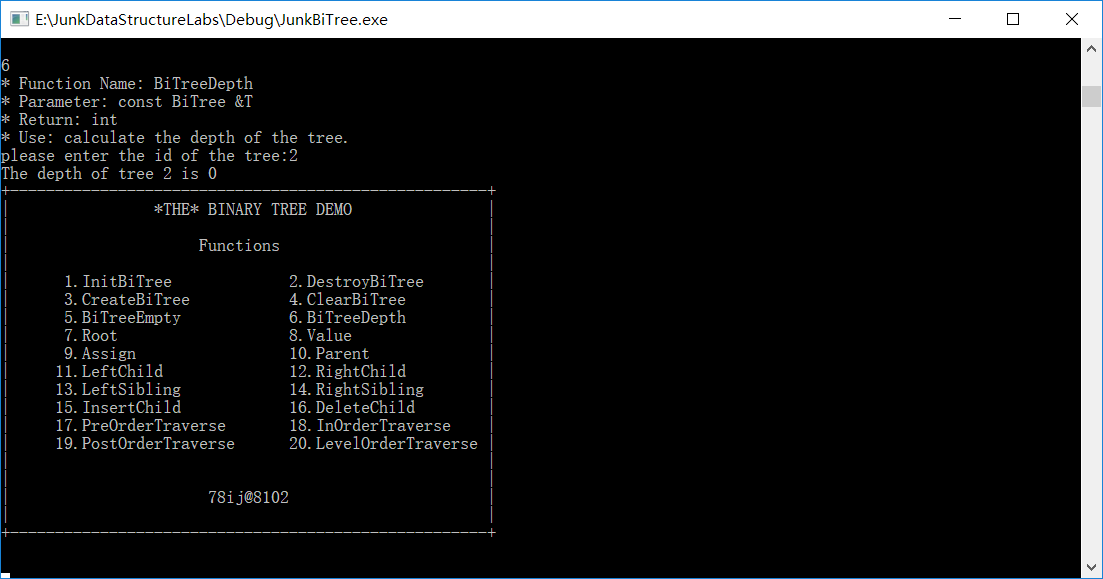


图3-21 求深度（2）

1. 求双亲节点

表3-5 求双亲节点的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求双亲节点 | 双亲节点为4 | 4 | 正确 |
| 求双亲节点 | 双亲节点不存在 | Error | 正确 |

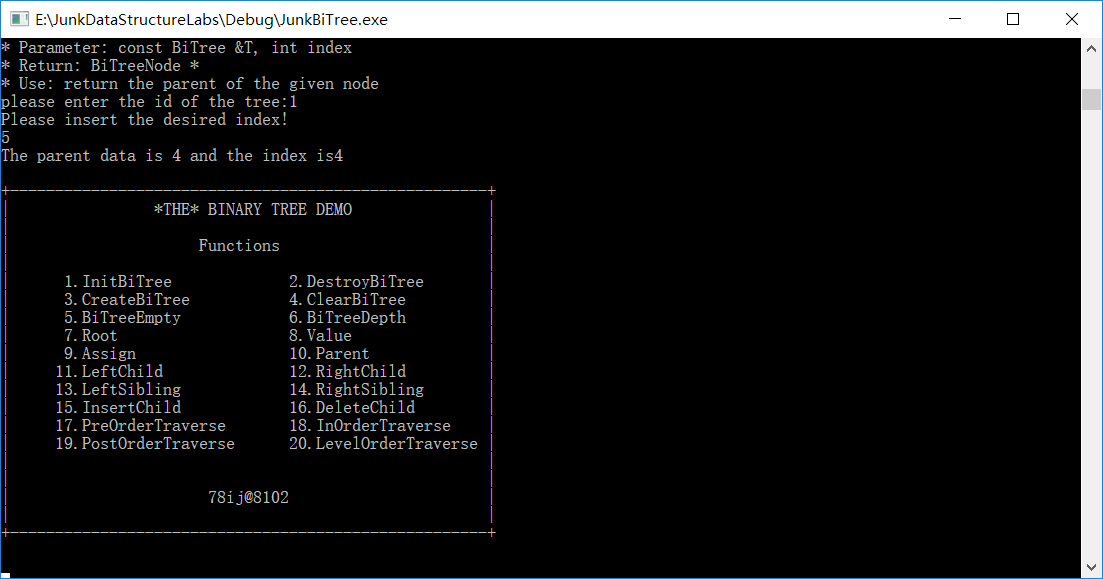


图3-22 双亲节点

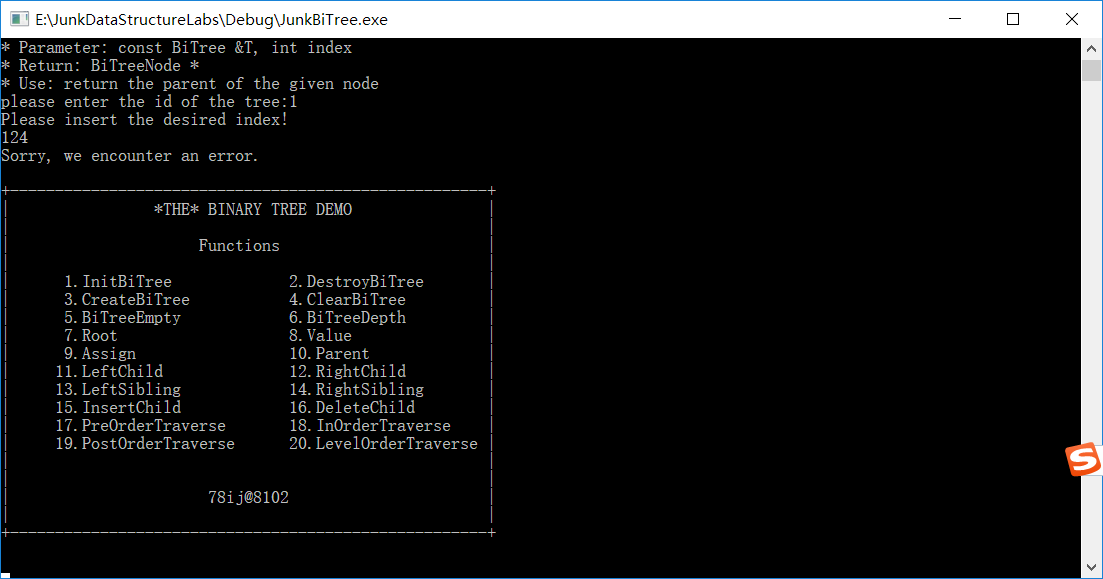


图3-23 双亲节点（2）

1. 删除子树

表3-7 删除子树的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 删除子树 | 节点不存在 | 错误 | 正确 |
| 删除子树 | 5元素，删除2节点 | 3元素树 | 正确 |

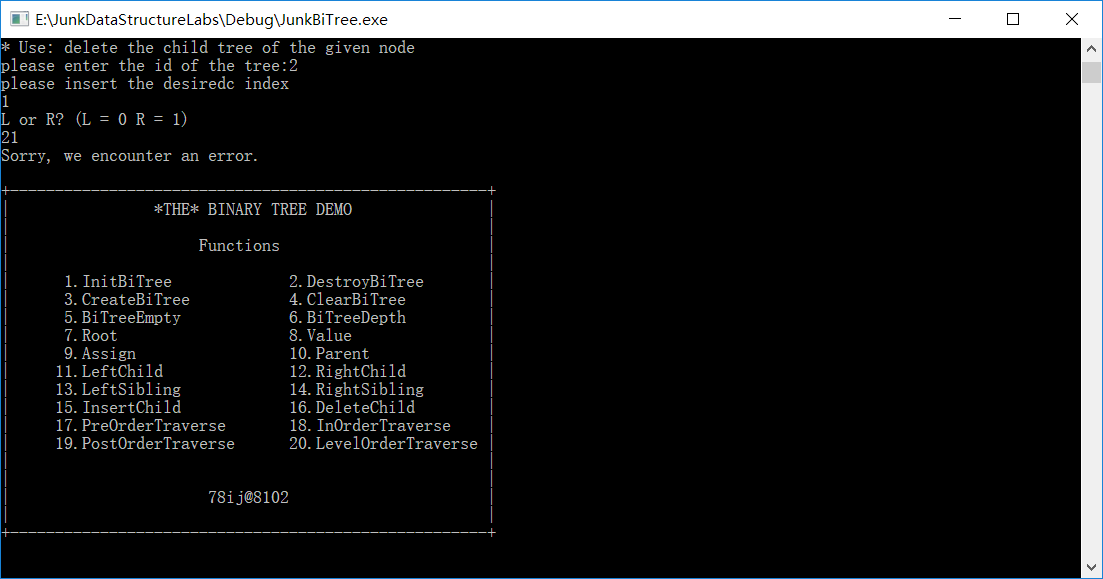
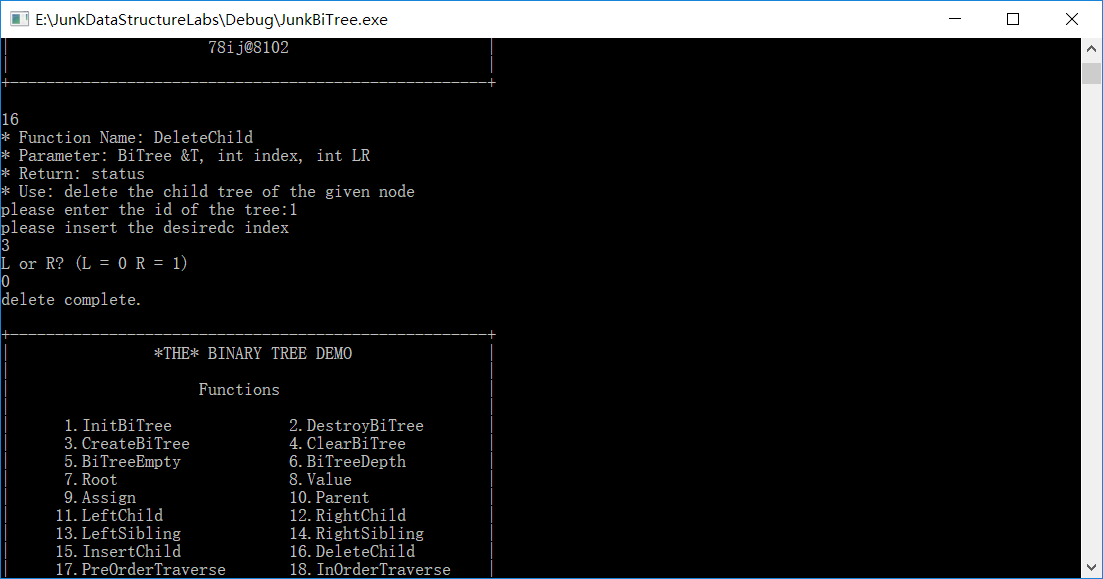


图3-24 删除子树

图3-25 删除子树(2)

## 3.5实验小结

本次实验可以说是四次实验中，代码量最多，实现起来最麻烦的一次实验了。一时因为树的数据结构本身是比较难实现的，尤其是二叉链表，涉及很多递归操作，有时候不好理解，第二是因为API比较多，做的重复无用功比较多。但是在这个过程中我学会了代码比较多时的开发方法，积累了很多经验。

## 3.6 附录A BiTree.h代码清单

*/\**

*\* AUTHOR: Jiamu Sun*

*\* EMAIL: x739566858@outlook.com*

*\* GITHUB: 78ij*

*\*/*

#include *"common.h"*

**typedef** **struct** BiTreeNode {

ElemType data;

int index; *// used to mark the node*

BiTreeNode \*parent = NULL;

BiTreeNode \*left = NULL;

BiTreeNode \*right = NULL;

}BiTreeNode;

**typedef** **struct** BiTree {

int TreeID = -1;

int length = 0;

BiTreeNode \*root;

BiTree \*next;

}BiTree;

**enum** TraverseMethod {

PRE, IN, POST, LEVEL

};

*//APIs*

bool isvalid(int \*pre, int \*in, int length);

void write(BiTreeNode \*root, TraverseMethod method, bool isindex, FILE \*fp);

status InitBiTree(BiTree &T);

status DestroyBiTree(BiTree &T);

status CreateBiTree(BiTree &T, int length, int \*preorder, int \*inorder, ElemType \* data);

status ClearBiTree(BiTree &T);

bool BiTreeEmpty(**const** BiTree &T);

int BiTreeDepth(**const** BiTree &T);

BiTreeNode \*Root(**const** BiTree &T);

status Value(**const** BiTree &T, int index, ElemType &value);

status Assign(BiTree &T, int index,ElemType &value);

BiTreeNode \*Parent(**const** BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*LeftChild(**const** BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*RightChild(**const** BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*LeftSibling(**const** BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*RightSibling(**const** BiTree &T, int index);

status InsertChild(BiTree &T, int index, int LR, BiTree &c);

status DeleteChild(BiTree &T, int index, int LR);

status PreOrderTraverse(**const** BiTree &T);

status InOrderTraverse(**const** BiTree &T);

status PostOrderTraverse(**const** BiTree &T);

status LevelOrderTraverse(**const** BiTree &T);

# 4基于邻接表的图实现

## 4.1 问题描述

有向无权图在内存中可以以邻接表方式实现。即定义一个节点数组，每个数组数据元素指向一个链表头结点，这个链表保存此节点连接的所有节点的索引。

本次实验主要完成有向无权图在物理内存中用邻接表的实现，和定义在其上的一系列算法。

实验要完成的图算法：

⑴创建图：函数名称是CreateCraph(&G,V,VR)；初始条件是V是图的顶点集，VR是图的关系集；操作结果是按V和VR的定义构造图G。

⑵销毁图：树函数名称是DestroyBiTree(T)；初始条件图G已存在；操作结果是销毁图G。

⑶查找顶点：函数名称是LocateVex(G,u)；初始条件是图G存在，u和G中的顶点具有相同特征；操作结果是若u在图G中存在，返回顶点u的位置信息，否则返回其它信息。

⑷获得顶点值：函数名称是GetVex (G,v)；初始条件是图G存在，v是G中的某个顶点；操作结果是返回v的值。

⑸顶点赋值：函数名称是PutVex (G,v,value)；初始条件是图G存在，v是G中的某个顶点；操作结果是对v赋值value。

⑹获得第一邻接点：函数名称是FirstAdjVex(&G, v)；初始条件是图G存在，v是G的一个顶点；操作结果是返回v的第一个邻接顶点，如果v没有邻接顶点，返回“空”。

⑺获得下一邻接点：函数名称是NextAdjVex(&G, v, w)；初始条件是图G存在，v是G的一个顶点,w是v的邻接顶点；操作结果是返回v的（相对于w）下一个邻接顶点，如果w是最后一个邻接顶点，返回“空”。

⑻插入顶点：函数名称是InsertVex(&G,v)；初始条件是图G存在，v和G中的顶点具有相同特征；操作结果是在图G中增加新顶点v。

⑼删除顶点：函数名称是DeleteVex(&G,v)；初始条件是图G存在，v是G的一个顶点；操作结果是在图G中删除顶点v和与v相关的弧。

⑽插入弧：函数名称是InsertArc(&G,v,w)；初始条件是图G存在，v、w是G的顶点；操作结果是在图G中增加弧<v,w>，如果图G是无向图，还需要增加<w,v>。

⑾删除弧：函数名称是DeleteArc(&G,v,w)；初始条件是图G存在，v、w是G的顶点；操作结果是在图G中删除弧<v,w>，如果图G是无向图，还需要删除<w,v>。

⑿深度优先搜索遍历：函数名称是DFSTraverse(G,visit())；初始条件是图G存在；操作结果是图G进行深度优先搜索遍历，依次对图中的每一个顶点使用函数visit访问一次，且仅访问一次。

⒀广度优先搜索遍历：函数名称是BFSTraverse(G,visit())；初始条件是图G存在；操作结果是图G进行广度优先搜索遍历，依次对图中的每一个顶点使用函数visit访问一次，且仅访问一次。

**实验目标：**

1. 加深对图的概念、基本运算的理解；
2. 熟练掌握有向无权图的逻辑结构与物理结构的关系；
3. 以邻接表作为物理结构，熟练掌握图基本运算的实现。

## 4.2系统设计

### 4.2.1系统总体设计

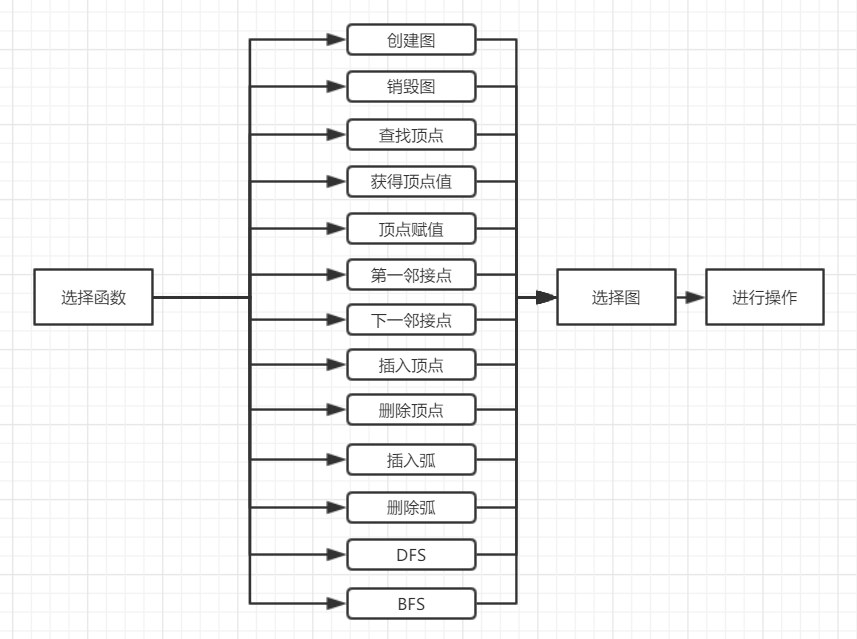


图4-1 系统总体结构示意图

系统具有一个功能菜单。在主程序中完成函数调用所需实参值的准备和函数执行结果的显示，并给出适当的操作提示显示。

系统中，图结构体中含有一个next指针域，指向下一个图，相当于用链表的方式存储了多个图。在系统运行时，通过输入一个给定的ID来标识不同的树，并对它们进行操作。

系统开始运行时调用函数读取文件中的数据，并提供数据保存功能以实现有向图形式保存。

该演示系统提供的操作有：图的创建，销毁，查找顶点，获得值，赋值，第一邻接点，下一邻接点，插入，删除顶点，插入，删除弧，DFS，BFS。

在程序中实现消息处理和操作提示，包括数据的输入和输出，错误操作提示、程序的退出。

本系统采用c++写成，但没有使用class（因为api设计是面向过程样式的），但使用了常量引用一类的c++特性。

### 4.2.3 二叉树算法的思想和设计

在算法设计中，函数参数的选择我参照了c++的一些不言自明的标准：在不改变图内部结构，数据的情况下，我选择常量引用（const &）类型作为形参，其他时候采用引用类型。

另外，在图数据结构实现过程中，数据元素定义为结构类型，由数据，索引和指针域组成。索引用来唯一标识节点，必须定义为从0开始，递增步长为1的int类型变量。而指针域分别指向第一个邻接点或者下一个邻接点。这些数据项在操作过程中会被维护。具体的定义参看附录。

（1）CreateGraph(Graph &G, ElemType \*Nodedata, int \*matrix, int length)

设计：接受ElemType类型指针和int类型指针，nodedata参数是每个节点中存储的数据值，matrix是图的邻接矩阵，其中1代表有边，-1代表无边。

结果：建立一个按照参数确定的图。

时间复杂度：O(n^2)

空间复杂度：O(n+e)

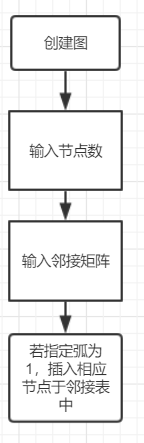


图4-2 创建图的示意图

（2）DestroyGraph(Graph &G)

设计：销毁图G

结果：销毁图G

时间复杂度：O(n+e)

空间复杂度：O(1)

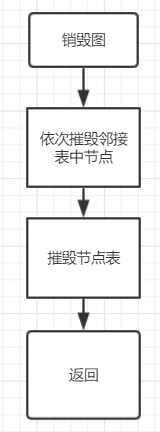


图4-3 销毁图的示意图

（3）LocateVex(Graph &G, int index)

设计：在节点表中顺序查找索引等于index的节点，并且打印其data值，和其邻接的所有节点。

结果：打印出指定节点的data值和邻接节点，否则返回error。

时间复杂度：O(n)

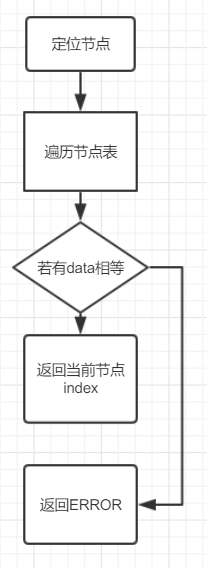
空间复杂度：O(1)  


图4-4 定位节点的示意图

（4）GetVex(Graph &G, int index)

设计：在节点表中顺序查找索引等于index的节点，并且打印其data值。

结果：打印出指定节点的data值。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

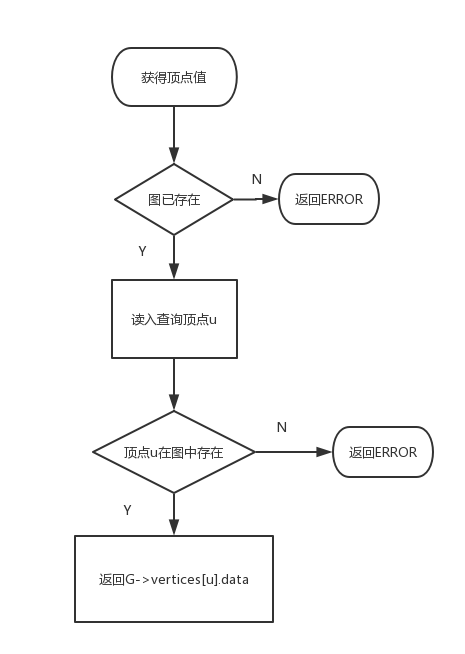


图4-5 获得顶点的示意图

（5）PutVex(Graph &G, int index，ElemType &data)

设计：在节点表中顺序查找索引等于index的节点，将其节点值赋值为data。

结果：赋值指定节点data值为data。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（6）FirstAdjVex(Graph &G, int index)

设计：在节点表中顺序查找索引等于index的节点，并返回其第一个邻接节点的index。

结果：返回指定节点的第一个邻接节点的index

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

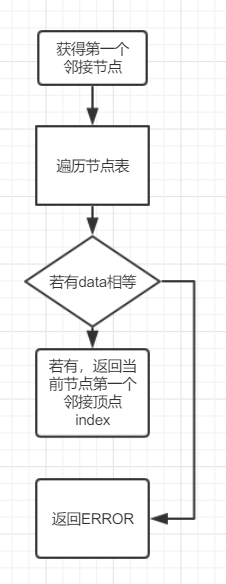


图4-6 获得第一邻接顶点的示意图

（7）NextAdjVex(Graph &G, int index，int &adj)

设计：在节点表中顺序查找索引等于index的节点，查找其有没有邻接节点索引为adj的节点。若有，则返回其下一个邻接节点。

结果：返回指定节点的下一个邻接节点的index。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

（8）InsertVex(Graph &G, ElemType data)

设计：节点表中插入一个值为data的节点。

结果：插入节点

时间复杂度：O(1)

空间复杂度：O(1)

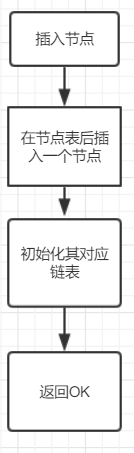


图4-7 插入顶点的示意图

（9）DeleteVex(Graph &G, int index)

设计：查找是否有索引为index的节点。若有，则删除此节点和所有其关联的边，并将index在其后的所有节点的index减一。

结果：指定节点和所有关连边被删除。

时间复杂度：O(n)

空间复杂度：O(1)

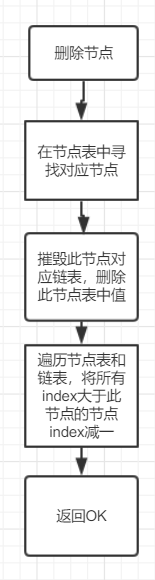


图4-8 删除顶点的示意图

（10）InsertArc(Graph &G, int v, int w)

设计：在u的邻接表中插入w。

结果：插入一个弧尾为v，弧头为w的弧。

时间复杂度：O(1)

空间复杂度：O(1)

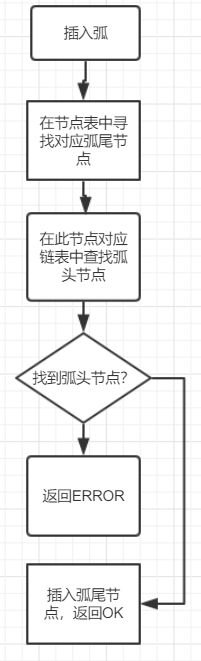


图4-9 插入弧的示意图

（11）DeleteArc(Graph &G, int v, int w)

设计：查找是否有弧(v,w)如果有，在v的邻接表中删除w。

结果：指定弧被删除。

时间复杂度：O(e)

空间复杂度：O(1)

（12）DFSTraverse(Graph &G)

设计：使用一个栈来遍历。外层循环将未遍历节点入栈，此后深度优先访问时先将这个栈顶结点的第一个邻接点入栈，并继续循环，直到栈空为止。

结果：深度优先遍历图。

时间复杂度：O(n+e)

空间复杂度：O(1)

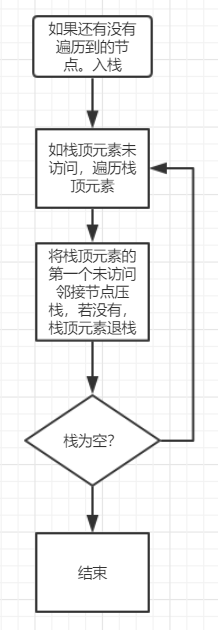


图4-10 DFS遍历的示意图

（13）BFSTraverse(Graph &G)

设计：使用一个队列来遍历。外层循环将未遍历节点入队，此后广度优先访问时将队首节点所有的邻接点入队，并将此节点出队，直到队空为止。

结果：广度优先遍历图。

时间复杂度：O(n+e)

空间复杂度：O(1)

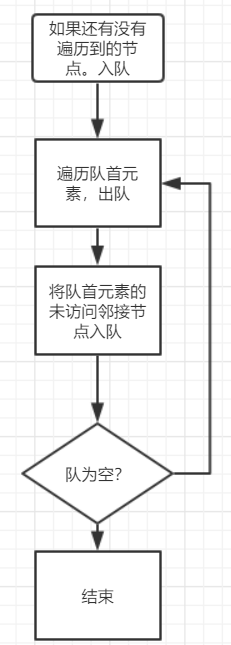


图4-11 BFS遍历的示意图

## 4.3有向图系统测试

### 4.3.1 演示系统实现说明

本演示系统包括一个循环，每次循环开始打印出演示菜单，菜单如图所示

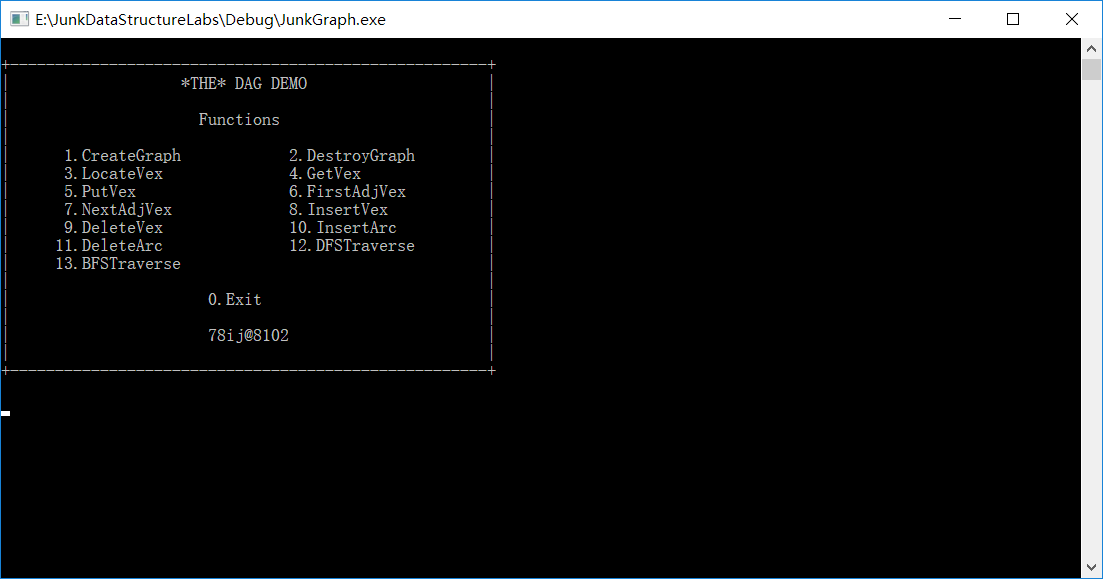


图4-12 演示系统的示意图

每次操作时要求输入本次操作二叉树的编号：

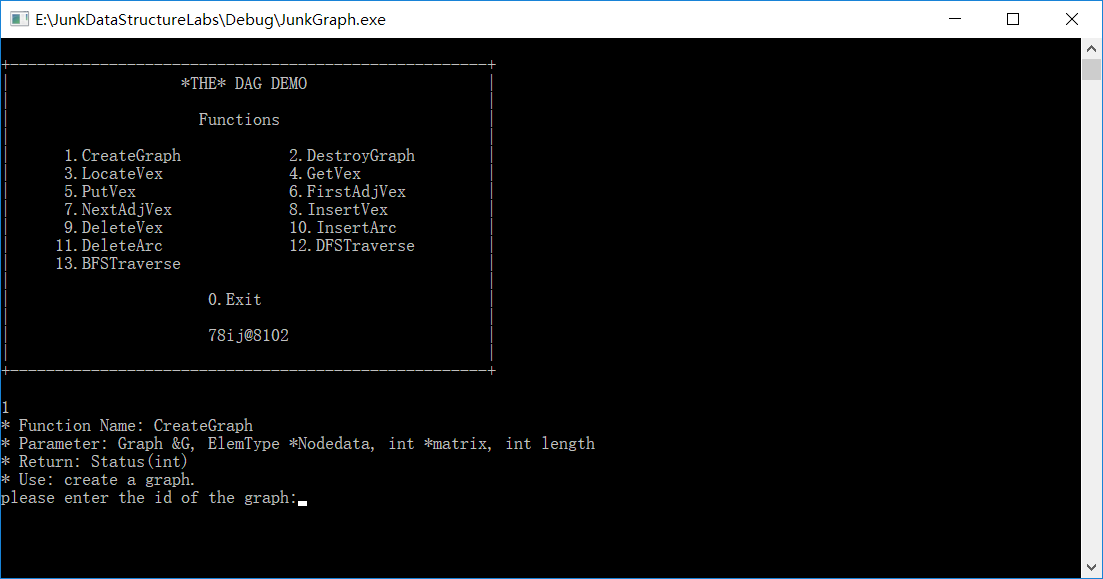


图4-13 演示系统的示意图

每次打印出菜单之前，从文件中将所有有向图读取到内存中，每次进行完毕一个操作之后，将内存中的有向图都存到文件之中。

### 3.3.2系统测试

下面，选取几个具有代表性的函数进行测试。

（1）创建图

表3-1 创建图的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 初始化图 | 输入邻接矩阵等 | 创建成功 | 正确 |

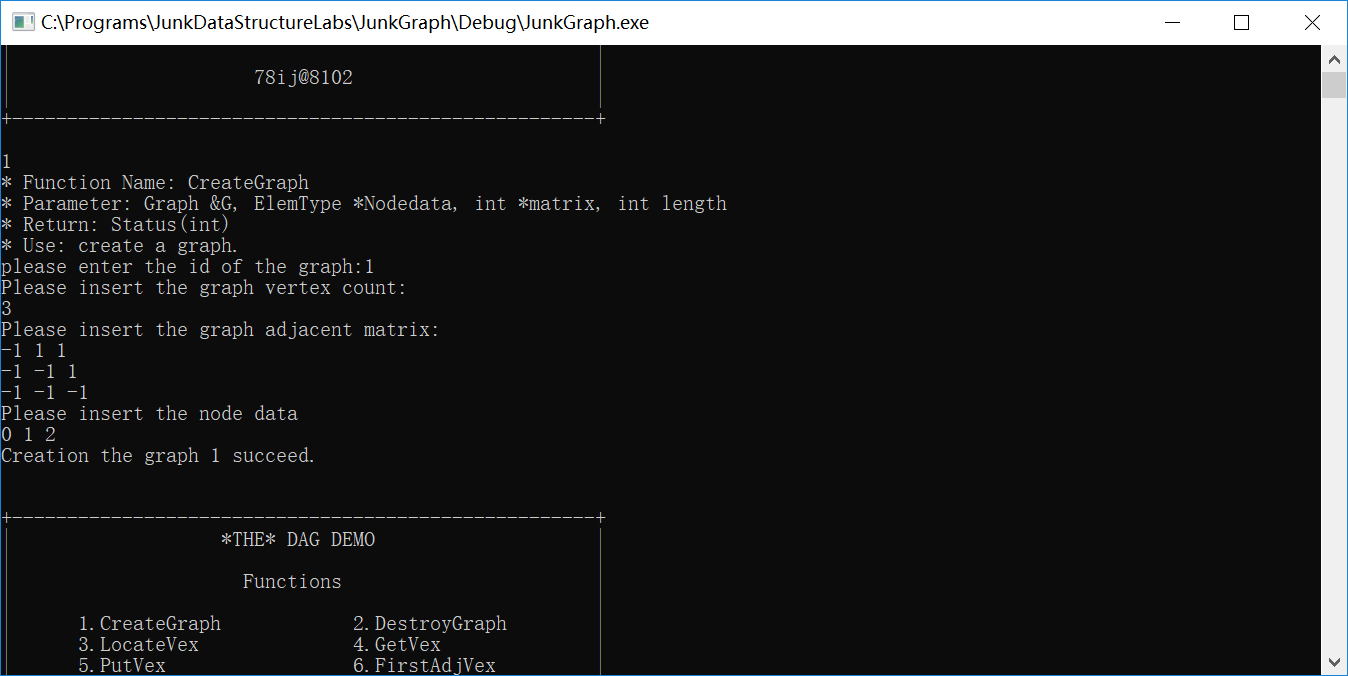


图4-14 创建图

（2）销毁

表3-2 销毁图的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 销毁图 | 图存在 | 销毁成功 | 正确 |
| 销毁图 | 图不存在 | 销毁失败 | 正确 |

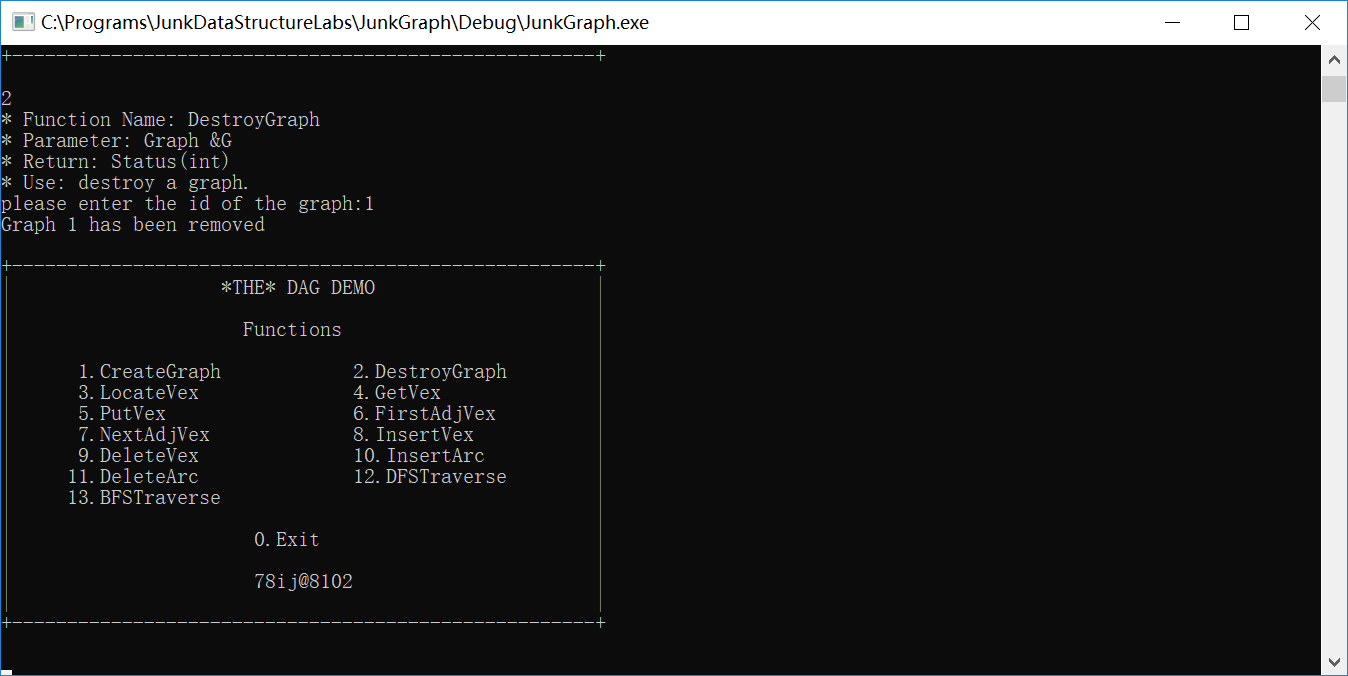


图4-15 销毁图

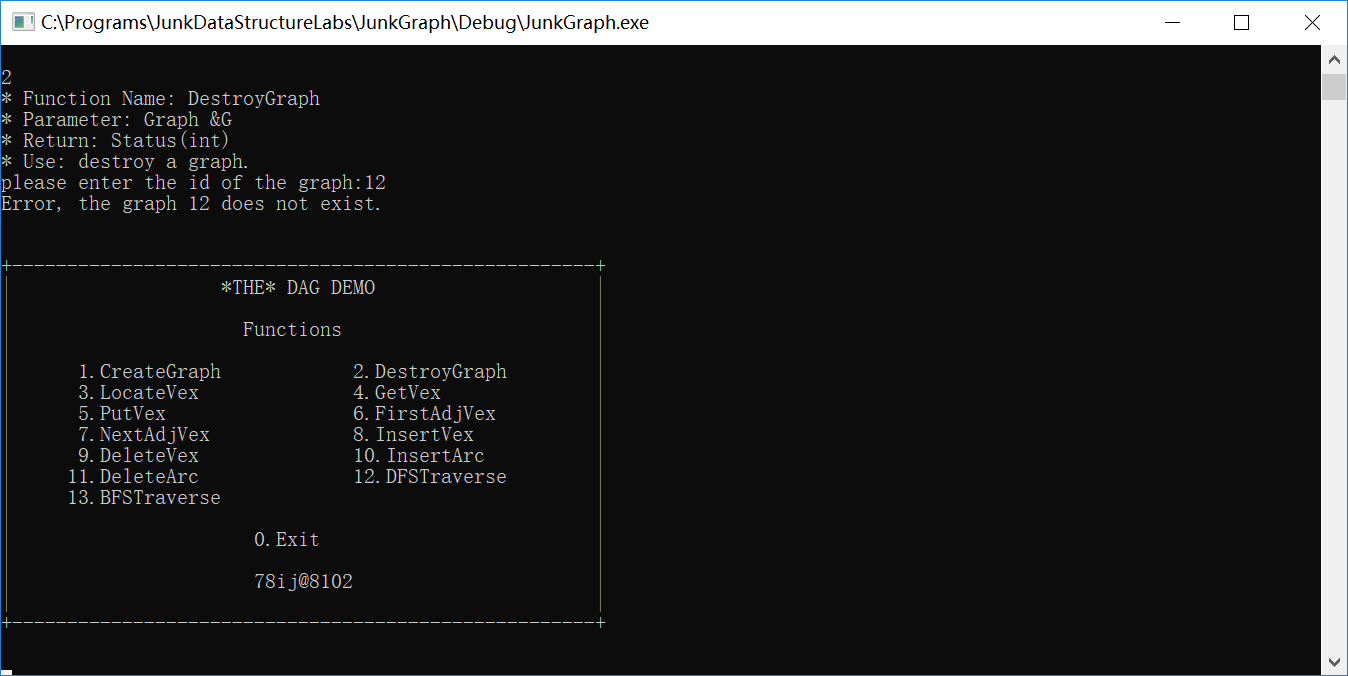


图4-16 销毁图（2）

（3）定位顶点

表4-4 定位顶点的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 定位顶点 | 顶点数据1 | 1 | 正确 |
| 定位顶点 | 顶点不存在 | 错误 | 正确 |

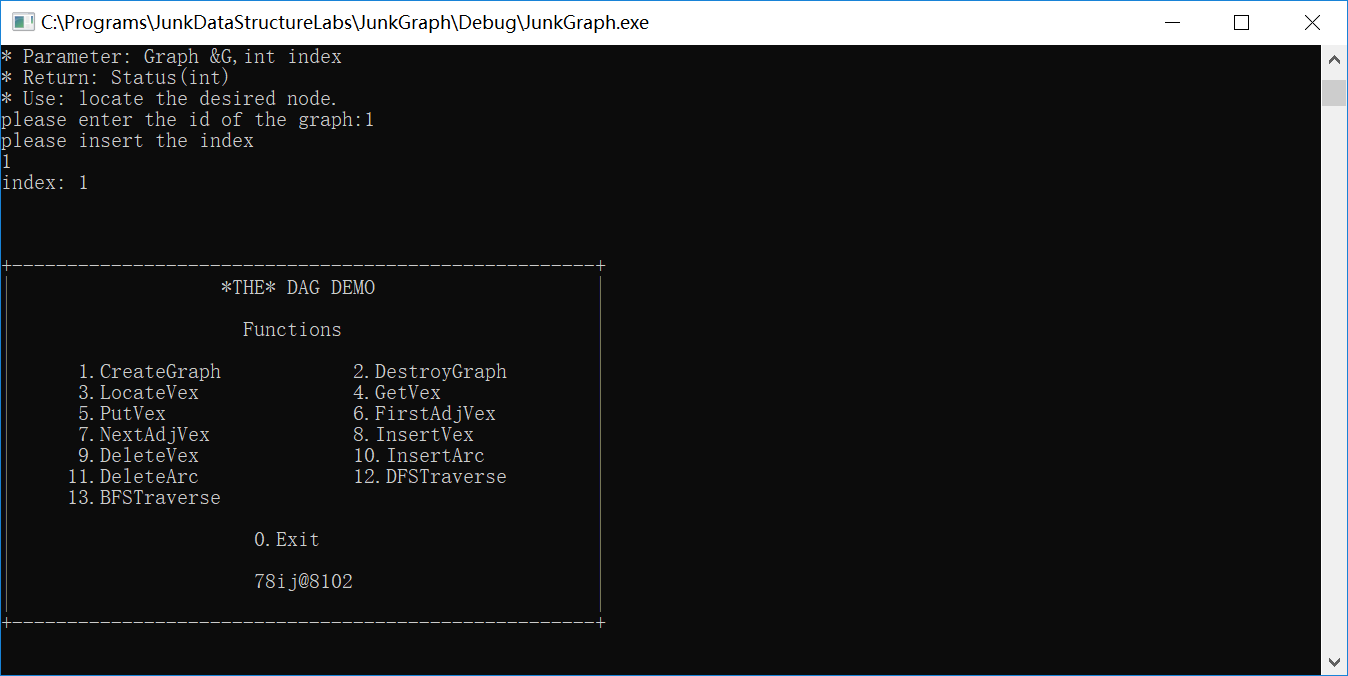


图4-20 定位顶点

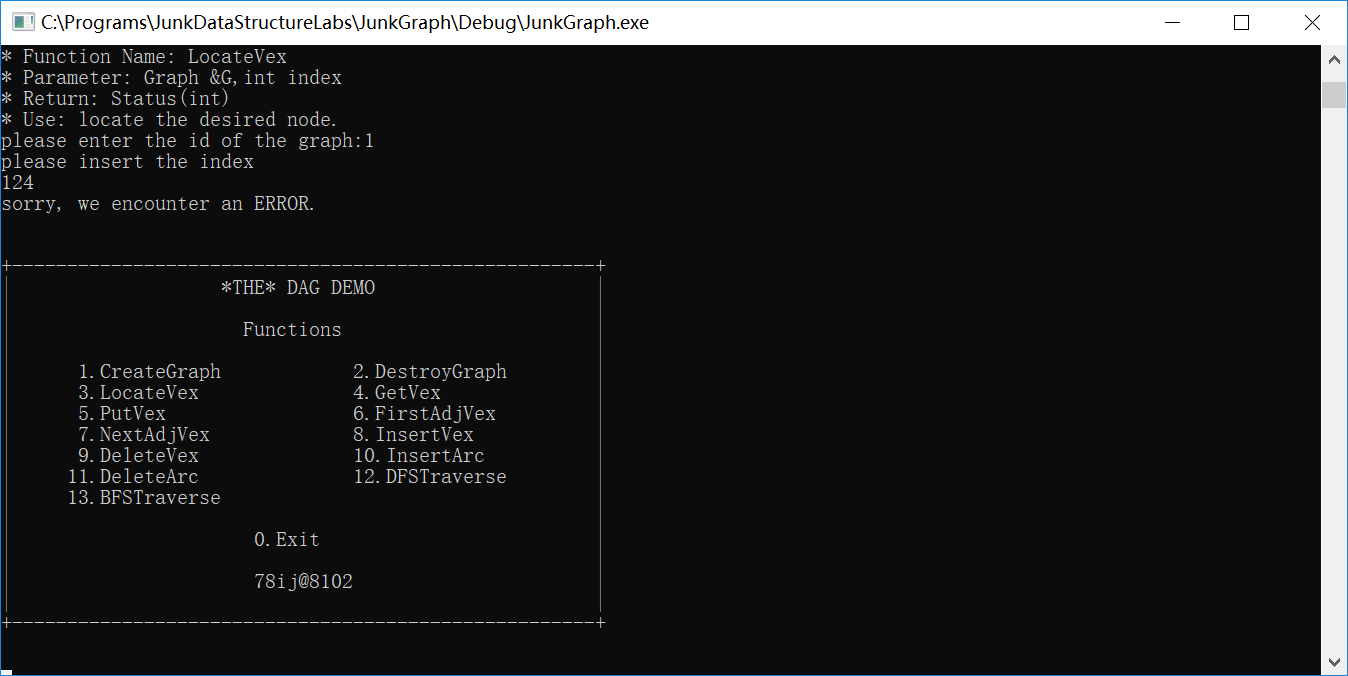


图4-21 定位顶点（2）

1. 求第一邻接顶点

表4-5 求第一邻接顶点的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| 求第一邻接顶点 | 第一顶点1 | 1 | 正确 |
| 求第一邻接顶点 | 第一顶点不存在 | Error | 正确 |

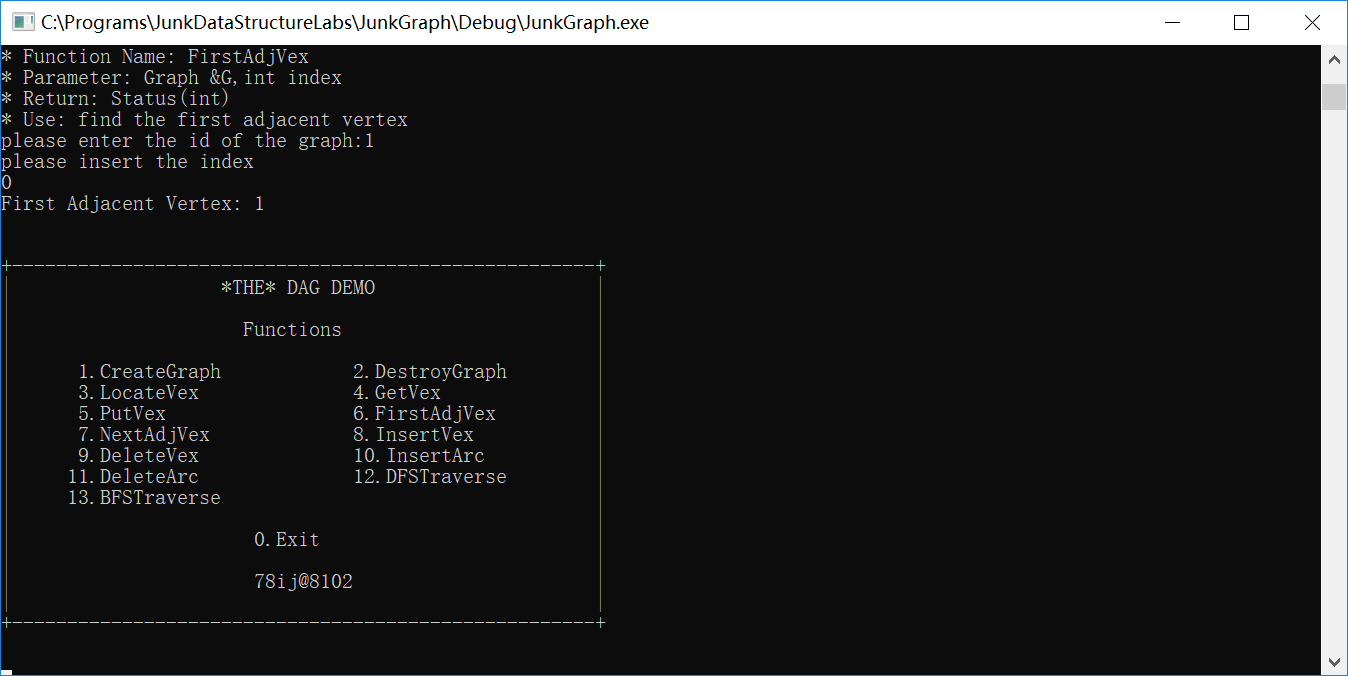


图4-22 第一邻接节点

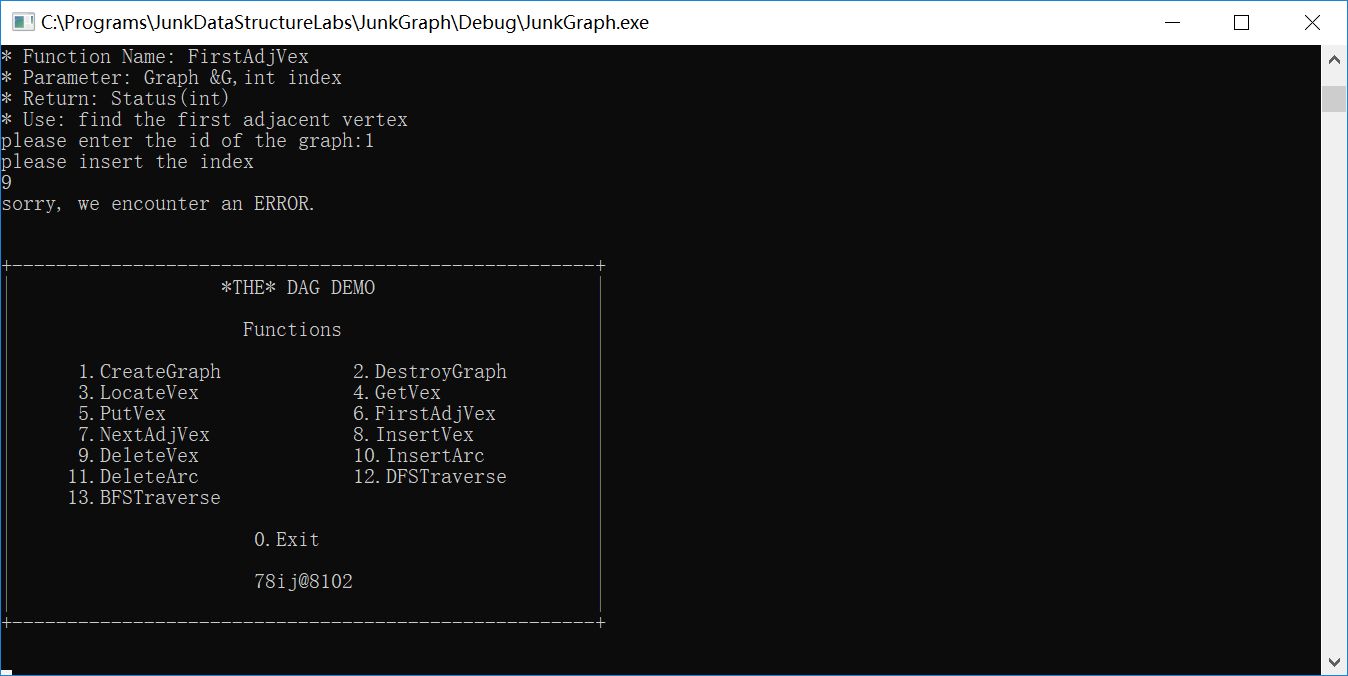


图4-23 第一邻接节点（2）

1. BFS遍历

表4-6 BFS遍历的数据及结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 操作 | 输入 | 输出 | 是否正确 |
| BFS遍历 | 图1 | 0 1 2 | 正确 |
| BFS遍历 | 图2 | 0 2 1 | 正确 |

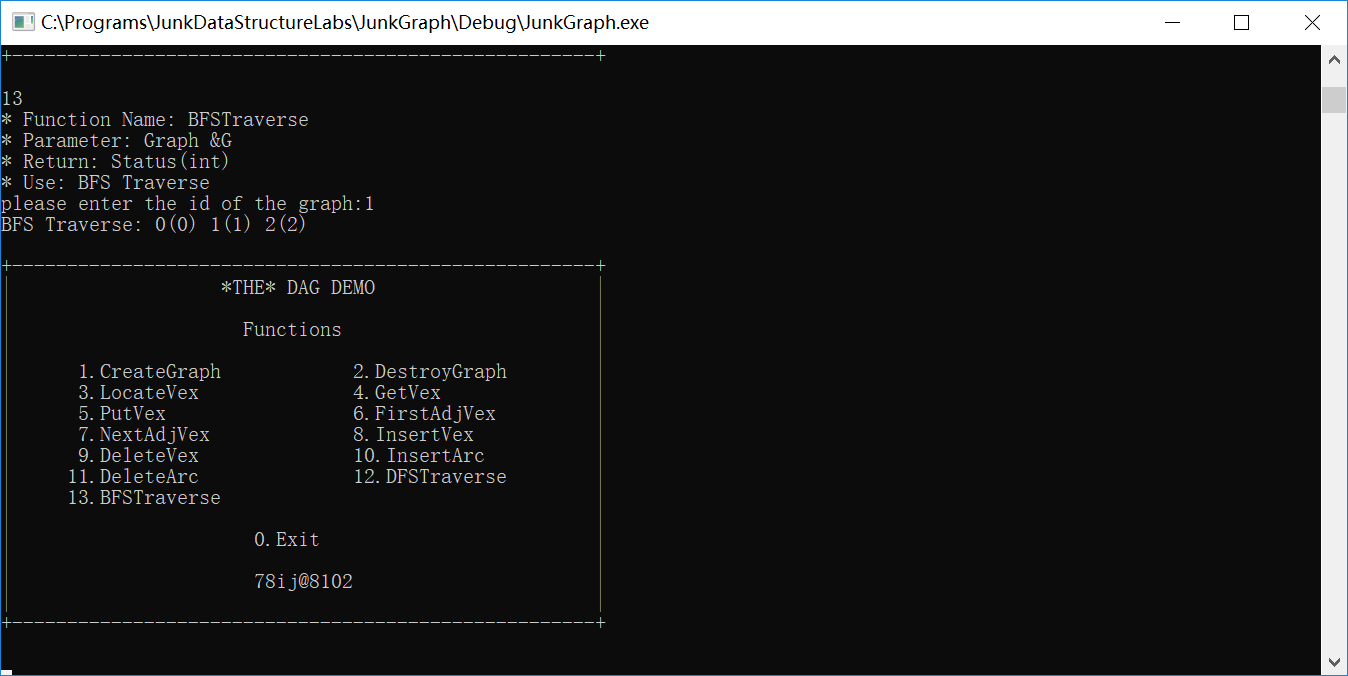
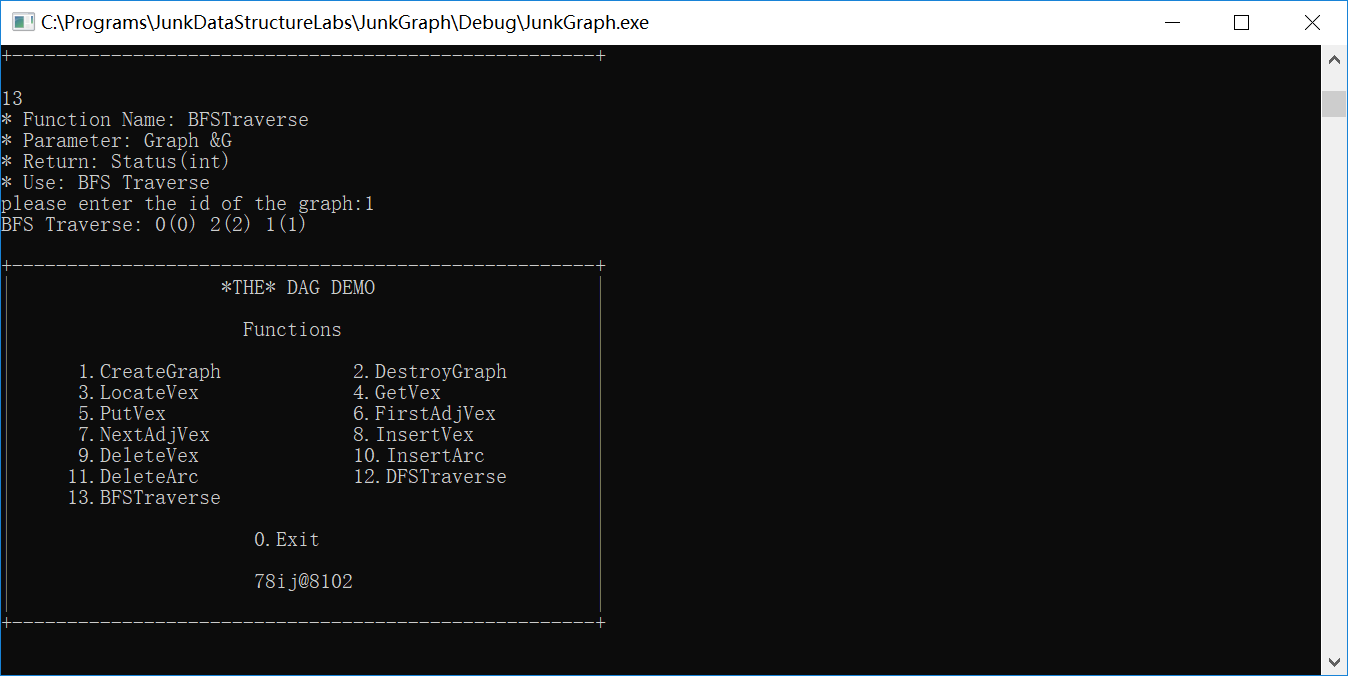


图4-24 BFS

图4-25 BFS(2)

## 4.5实验小结

在进行了树的实验之后，图的实验显得没有那么难，但是还是有一些关键的要点需要注意，比如在销毁和创建的时候图内部链表的处理，很容易产生野指针，还有删除顶点的时候容易产生一些其他的bug。总之，本次实验完成的比较轻松，也算是为数据结构实验画上了一个完满的句号。

## 4.6 附录A Graph.h代码清单

#ifndef GRAPH\_H

#define GRAPH\_H

#include *"LinkedList.h"*

#include *"common.h"*

*//有向无权图*

**typedef** **struct** GNode {

int nodeindex = 0;

ElemType nodedata = 0;

bool visited = false;*// used for dfs/bfs*

};

**typedef** **struct** Graph {

vector<std::pair<GNode,LinkedList>> data;

int vexs = 0;

int GraphID = -1;

Graph \*next;

} Graph;

void write(Graph &G, FILE \*fp);

status CreateGraph(Graph &G, ElemType \*Nodedata, int \*matrix, int length);

status DestroyGraph(Graph &G);

status LocateVex(Graph &G, ElemType data);

status GetVex(Graph &G, int index);

status PutVex(Graph &G, int index, ElemType &data);

status FirstAdjVex(Graph &G, int index);

status NextAdjVex(Graph &G, int index, int &adj);

status InsertVex(Graph &G, ElemType data);

status DeleteVex(Graph &G, int index);

status InsertArc(Graph &G, int v, int w);

status DeleteArc(Graph &G, int v, int w);

status DFSTraverse(Graph &G);

status BFSTraverse(Graph &G);

#endif

# 参考文献

[1] 严蔚敏等. 数据结构(C语言版). 清华大学出版社

[2] [Larry Nyhoff](http://www.calvin.edu/~nyhl/index.html). [ADTs, Data Structures, and Problem Solving with C++.](http://vig.prenhall.com/catalog/academic/product/0,1144,0131409093,00.html)Second Edition, [Calvin College](http://cs.calvin.edu/), 2005

[3] 殷立峰. Qt C++跨平台图形界面程序设计基础. 清华大学出版社,2014:192～197

[4] 严蔚敏等.数据结构题集(C语言版). 清华大学出版社

指导教师评定意见

一、对实验报告的评语

|  |
| --- |
|  |

二、对实验报告评分

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评分项目  (分值) | 程序内容  (36.8分) | 程序规范  (9.2分) | 报告内容  (36.8分) | 报告规范  (9.2分) | 考勤  （8分） | 逾期扣分 | 合 计  (100分) |
| 得分 |  |  |  |  |  |  |  |

# 附录 四次实验的代码清单

**Common.h:**

#ifndef COMMON\_H

#define COMMON\_H

#include <iostream>

#include <malloc.h>

#include <cstdlib>

#include <cstring>

#include <queue>

#include <vector>

#include <stack>

#include <algorithm>

using std::cin;

using std::cout;

using std::endl;

using std::memset;

using std::queue;

using std::vector;

using std::stack;

using std::sort;

//Page 10 on Textbook

#define OK 1

#define ERROR 0

#define INFEASTABLE -1

#define OVERFLOW -2

typedef int status;

typedef int ElemType;

#endif //#ifndef COMMON\_H

**SqList.h:**

#ifndef SqList\_H

#define SqList\_H

#include "common.h"

//page 22 on textbook

#define LIST\_INIT\_SIZE 100

#define LISTINCREMENT 10

#define LIST\_MAX 500

typedef struct SqList {

ElemType \*head;

int length;

int listsize;

int ListID = -1;

SqList \*next; //Initially I didn't want to add this........

}SqList;

//page 19 on textbook

status IntiaList(SqList &L);

status DestroyList(SqList &L);

status ClearList(SqList &L);

bool ListEmpty(const SqList &L);

int ListLength(const SqList &L);

status GetElem(const SqList &L,int i, ElemType &e);

int LocateElem(const SqList &L,const ElemType &e); //¼ò»¯¹ý

status PriorElem(const SqList &L,const ElemType &cur\_e,ElemType &pre\_e);

status NextElem(const SqList &L,const ElemType &cur\_e,ElemType &next\_e);

status ListInsert(SqList &L,int i,ElemType &e);

status ListDelete(SqList &L, int i, ElemType &e);

status ListTraverse(const SqList &L); //¼ò»¯¹ý

#endif //SqList\_H

**SqList.cpp:**

/\*

\* AUTHOR: Jiamu Sun

\* EMAIL: x739566858@outlook.com

\* GITHUB: 78ij

\*/

#include "SqList.h"

/\*

\* Function Name: InitaList

\* Parameter: SqList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: initialize the linear list

\*/

status IntiaList(SqList &L) {

L.listsize = LIST\_INIT\_SIZE;

L.length = 0;

L.head = (ElemType \*)malloc(sizeof(ElemType) \* LIST\_INIT\_SIZE);

if (L.head == NULL) //分配失败

return ERROR;

else return OK;

}

/\*

\* Function Name: DestroyList

\* Parameter: SqList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: destroy the linear list

\*/

status DestroyList(SqList &L) {

L.length = 0;

L.listsize = 0;

free(L.head);

L.head = NULL; //防止野指针

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ClearList

\* Parameter: SqList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: make the list empty

\*/

status ClearList(SqList &L) {

ElemType \*head = (ElemType \*)memset(L.head, 0, sizeof(ElemType) \* L.length);

L.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListEmpty

\* Parameter: const SqList &L

\* Return: bool

\* Use: check if the list is empty.

\*/

bool ListEmpty(const SqList &L) {

if (L.length != 0) return false;

else return true;

}

/\*

\* Function Name: ListLength

\* Parameter: SqList &L

\* Return: int

\* Use: returns the length of the list.

\*/

int ListLength(const SqList &L) {

return L.length;

}

/\*

\* Function Name: GetElem

\* Parameter: const SqList &L, int i ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the i-th element of the list(i starts from 1)

\*/

status GetElem(const SqList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length) {

return ERROR; //访问越界

}

int j = --i;

ElemType \*elementloc = (ElemType \*)L.head + j;

e = \*elementloc;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: LocateElem

\* Parameter: const SqList &L, const ElemType &e

\* Return: int

\* Use: return the number of the element that equals the parameter(number starts from 1)

\*/

int LocateElem(const SqList &L, const ElemType &e) {

for (int i = 1; i <= L.length; i++) {

ElemType ele;

GetElem(L, i, ele);

if (ele == e) return i;

}

return 0;

}

/\*

\* Function Name: PriorElem

\* Parameter: const SqList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the the prior element of the specified element, pass it using parameter.

\*/

status PriorElem(const SqList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e) {

int loc = LocateElem(L, cur\_e);

if (loc == 0 || loc == 1) return ERROR;

else {

loc--;

GetElem(L, loc, pre\_e);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: NextElem

\* Parameter: const SqList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the the next element of the specified element, pass it using parameter.

\*/

status NextElem(const SqList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e) {

int loc = LocateElem(L, cur\_e);

if (loc == L.length || loc == 0) return ERROR;

else {

loc++;

GetElem(L, loc, next\_e);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: ListInsert

\* Parameter: SqList &L, int i, ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: insert an element after the specifyed number

\*/

status ListInsert(SqList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length + 1) return ERROR;

if (L.length + 1 > L.listsize) { //扩大存储空间并复制元素

if (L.listsize + LISTINCREMENT > LIST\_MAX) return OVERFLOW;

L.listsize += LISTINCREMENT;

ElemType \*temp = L.head;

L.head = (ElemType \*)realloc(L.head,sizeof(ElemType) \* L.listsize);

}

for (int j = L.length - 1; j >= i - 1; j--) {

\*(L.head + j + 1) = \*(L.head + j);

}

\*(L.head + i - 1) = e;

L.length++;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListDelete

\* Parameter: SqList &L, int i, ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: Delete the specified element.

\*/

status ListDelete(SqList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length) return ERROR;

GetElem(L, i, e);

for (int j = i; j < L.length; j++) {

\*(L.head + j - 1) = \*(L.head + j);

}

L.length--;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListTraverse

\* Parameter: const SqList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: Traverse the list and output its elements.

\*/

status ListTraverse(const SqList &L) {

ElemType e;

for (int i = 1; i <= L.length; i++) {

GetElem(L, i, e);

cout << e << " ";

}

cout << endl;

return OK;

}

**Main.cpp:**

#include "SqList.h"

void PrintMenu(void) {

/\*

\* Function Name: PrintMenu

\* Parameter: None

\* Return: None

\* Use: Print the main menu

\*/

printf("\n+-----------------------------------------------------+\n");

printf("| \*THE\* LINEAR LIST DEMO |\n");

printf("| |\n");

printf("| Functions |\n");

printf("| |\n");

printf("| 1.InitalList 2.DestroyList |\n");

printf("| 3.ClearList 4.IsListEmpty |\n");

printf("| 5.ListLength 6.GetElem |\n");

printf("| 7.LocateElem 8.PriorElem |\n");

printf("| 9.NextElem 10.ListInsert |\n");

printf("| 11.ListDelete 12.ListTraverse |\n");

printf("| |\n");

printf("| 0.Exit |\n");

printf("| |\n");

printf("| 78ij@8102 |\n");

printf("| |\n");

printf("+-----------------------------------------------------+\n");

printf("\n");

}

status LoadData(SqList \*\*head) {

/\*

\* Function Name: LoadData

\* Parameter: std::vector<SqList> lists

\* Return Status(int)

\* Use: load data from file

\*/

FILE \*fp = fopen("SLDB", "rb");

if (fp == NULL)

return ERROR;

int size = 0;

int count = 0;

SqList \*tmp = (SqList \*)malloc(sizeof(SqList));

size = fread(tmp, sizeof(SqList), 1, fp);

if (size == 0)

return OK;

count++;

tmp->head = (int \*)malloc(sizeof(int) \* tmp->listsize);

size = fread(tmp->head, sizeof(int) \* tmp->listsize, 1, fp);

\*head = tmp;

while (1) {

SqList \*tmp = (SqList \*)malloc(sizeof(SqList));

size = fread(tmp, sizeof(SqList), 1, fp);

if (size == 0)

break;

count++;

tmp->head = (int \*)malloc(sizeof(int) \* tmp->listsize);

size = fread(tmp->head, sizeof(int) \* tmp->listsize, 1, fp);

(\*head)->next = tmp;

\*head = (\*head)->next;

}

(\*head)->next = NULL;

\*head = tmp;

fclose(fp);

return OK;

}

status SaveData(SqList \*head) {

/\*

\* Function Name: SaveData

\* Parameter: vector<SqList> lists

\* Return: Status(int)

\* Use: save data to file

\*/

FILE \*fp = fopen("SLDB", "wb");

if (fp == NULL)

return ERROR;

SqList \*L = head,\*p = head;

while (L != NULL) {

fwrite(L, sizeof(SqList), 1, fp);

fwrite(L->head, sizeof(int) \* L->listsize, 1, fp);

p = L->next;

DestroyList(\*L);

L = p;

}

fclose(fp);

return OK;

}

int main() {

int selection = -1;

SqList \*head = NULL;

while (selection != 0){

PrintMenu();

scanf("%d", &selection);

LoadData(&head);

SqList \*L = head;

SqList \*tmp = head;

int list\_index;

switch (selection) {

case -1: //for debug purposes

while (head != NULL) {

printf("ListID:%d\tListlength:%d\tListsize:%d\n", head->ListID,head->length,head->listsize);

head = head->next;

}

head = L;

break;

case 1:

printf("\* Function Name: InitaList\n");

printf("\* Parameter: SqList &L\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: initialize the linear list\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head != NULL) {

printf("Error, the list %d already exist.\n", list\_index);

}

else {

SqList \*new\_list = (SqList \*)malloc(sizeof(SqList));

if (IntiaList(\*new\_list) == OK) {

printf("Inital the list %d succeed.\n", list\_index);

new\_list->ListID = list\_index;

new\_list->next = L;

head = new\_list;

}

else {

printf("ERROR, something wrong with the RAM\n");

}

}

printf("\n");

break;

case 2:

printf("/\*\n");

printf("\* Function Name: DestroyList\n");

printf("\* Parameter: SqList &L\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: destroy the linear list\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

break;

}

if (head->ListID == list\_index) {

head = head->next;

DestroyList(\*L);

printf("List %d has been removed\n", list\_index);

break;

}

while (head->next != NULL) {

if (head->next->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head->next == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

L = head->next;

head->next = head->next->next;

DestroyList(\*L);

printf("List %d has been removed\n", list\_index);

head = tmp;

}

printf("\n");

break;

case 3:

printf("\* Function Name: ClearList\n");

printf("\* Parameter: SqList &L\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: make the list empty\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

ClearList(\*head);

head = L;

printf("the list %d has been cleared.\n", list\_index);

}

printf("\n");

break;

case 4:

printf("\* Function Name: ListEmpty\n");

printf("\* Parameter: const SqList &L\n");

printf("\* Return: bool\n");

printf("\* Use: check if the list is empty.\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

bool isempty = ListEmpty(\*head);

head = L;

if(isempty)

printf("the list %d is empty.\n", list\_index);

else

printf("the list %d is not empty.\n", list\_index);

}

printf("\n");

break;

case 5:

printf("\* Function Name: ListLength\n");

printf("\* Parameter: SqList &L\n");

printf("\* Return: int\n");

printf("\* Use: returns the length of the list.\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

int length = ListLength(\*head);

head = L;

printf("the list %d's length is %d.\n", list\_index, length);

}

printf("\n");

break;

case 6:

printf("\* Function Name: GetElem\n");

printf("\* Parameter: const SqList &L, int i ElemType &e\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: get the i-th element of the list(i starts from 1)\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

printf("please enter the element number:\n");

int num;

ElemType value;

scanf("%d", &num);

status res = GetElem(\*head, num, value);

head = L;

if (res == ERROR) {

printf("Sorry, your number is out of bound.\n");

break;

}

else

printf("the element value is %d.\n", value);

}

printf("\n");

break;

case 7:

printf("\* Function Name: LocateElem\n");

printf("\* Parameter: const SqList &L, const ElemType &e\n");

printf("\* Return: int\n");

printf("\* Use: return the number of the element that equals the parameter(number starts from 1)\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

printf("please enter the element value:\n");

ElemType value;

scanf("%d", &value);

int res = LocateElem(\*head, value);

head = L;

if (res == 0) {

printf("Sorry, no such element.\n");

break;

}

else

printf("the element number is %d.\n", res);

}

printf("\n");

break;

case 8:

printf("\* Function Name: PriorElem\n");

printf("\* Parameter: const SqList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: get the the prior element of the specified element, pass it using parameter.\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

printf("please enter the element value:\n");

ElemType cur;

ElemType value;

scanf("%d", &cur);

status res =PriorElem(\*head, cur,value);

head = L;

if (res == ERROR) {

printf("Sorry, we encounter an error.\n");

break;

}

else

printf("the prior element number is %d.\n", value);

}

printf("\n");

break;

case 9:

printf("\* Function Name: NextElem\n");

printf("\* Parameter: const SqList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: get the the next element of the specified element, pass it using parameter.\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

printf("please enter the element value:\n");

ElemType cur;

ElemType value;

scanf("%d", &cur);

status res = NextElem(\*head, cur, value);

head = L;

if (res == ERROR) {

printf("Sorry, we encounter an error.\n");

break;

}

else

printf("the next element number is %d.\n", value);

}

printf("\n");

break;

case 10:

printf("\* Function Name: ListInsert\n");

printf("\* Parameter: SqList &L, int i, ElemType &e\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: insert an element after the specifyed number(the list must be non-empty)\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

int num;

ElemType e;

printf("please input the number of the element\n");

scanf("%d", &num);

printf("please input the inserted value:\n");

scanf("%d", &e);

status res = ListInsert(\*head, num, e);

head = L;

if (res == ERROR) {

printf("Sorry, we encounter an error.\n");

break;

}

else

printf("value %d has been successfully insert to the %d position of %d list.", e, num, list\_index);

}

printf("\n");

break;

case 11:

printf("\* Function Name: ListDelete\n");

printf("\* Parameter: SqList &L, int i, ElemType &e\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: Delete the specified element.\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

int num;

printf("please input the number of the element\n");

scanf("%d", &num);

ElemType e;

status res = ListDelete(\*head, num,e);

head = L;

if (res == ERROR) {

printf("Sorry, we encounter an error.\n");

break;

}

else

printf("value %d has benn successfully delete, it's in %d position of %d list.", e, num, list\_index);

}

printf("\n");

break;

case 12:

printf("\* Function Name: ListTraverse\n");

printf("\* Parameter: const SqList &L\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: Traverse the list and output its elements.\n");

printf("please enter the id of the list:");

scanf("%d", &list\_index);

while (head != NULL) {

if (head->ListID == list\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the list %d does not exist.\n", list\_index);

head = L;

}

else {

printf("Traverse the %d-th list:\n", list\_index);

ListTraverse(\*head);

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 0:

printf("Thank you for using~\n");

break;

default:

printf("no such selection.\n");

break;

}

SaveData(head);

}

return 0;

}

**LinkedList.h:**

/\*

\* AUTHOR: Jiamu Sun

\* EMAIL: x739566858@outlook.com

\* GITHUB: 78ij

\*/

#include "common.h"

//带头结点的链表.

typedef struct LinkedListNode {

ElemType data;

LinkedListNode \*next;

} LinkedListNode;

typedef struct LinkedList{

int length;

LinkedListNode \*head;

LinkedList \*next;

int ListID = -1;

} LinkedList;

status IntiaList(LinkedList &L);

status DestroyList(LinkedList &L);

status ClearList(LinkedList &L);

bool ListEmpty(const LinkedList &L);

int ListLength(const LinkedList &L);

status GetElem(const LinkedList &L, int i, ElemType &e);

int LocateElem(const LinkedList &L, const ElemType &e); //简化过

status PriorElem(const LinkedList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e);

status NextElem(const LinkedList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e);

status ListInsert(LinkedList &L, int i, ElemType &e);

status ListDelete(LinkedList &L, int i, ElemType &e);

status ListTraverse(const LinkedList &L); //简化过

**LinkedList.cpp:**

/\*

\* AUTHOR: Jiamu Sun

\* EMAIL: x739566858@outlook.com

\* GITHUB: 78ij

\*/

#include "LinkedList.h"

/\*

\* Function Name: InitaList

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: initialize the linear list

\*/

status IntiaList(LinkedList &L) {

L.head = (LinkedListNode \*)malloc(sizeof(LinkedListNode));

if (L.head == NULL) return ERROR;

L.head->next = NULL;

L.length = 0;

/\*L.length = 1;

LinkedListNode \*tmp = (LinkedListNode \*)malloc(sizeof(LinkedListNode));

tmp->data = 1;

L.head->next = tmp;

tmp->next = NULL;\*/

return OK;

}

/\*

\* Function Name: DestroyList

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: destroy the linear list

\*/

status DestroyList(LinkedList &L) {

LinkedListNode \*tmp = L.head->next;

LinkedListNode \*tmp2 = tmp;

while (tmp != NULL) {

tmp2 = tmp->next;

free(tmp);

tmp = tmp2;

}

free(L.head);

L.head = NULL;

L.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ClearList

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: make the list empty

\*/

status ClearList(LinkedList &L) {

LinkedListNode \*tmp = L.head->next;

LinkedListNode \*tmp2 = tmp;

while (tmp != NULL) {

tmp2 = tmp->next;

free(tmp);

tmp = tmp2;

}

L.head->next = NULL;

L.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListEmpty

\* Parameter: const LinkedList &L

\* Return: bool

\* Use: check if the list is empty.

\*/

bool ListEmpty(const LinkedList &L) {

if (L.length == 0) return true;

else return false;

}

/\*

\* Function Name: ListLength

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: int

\* Use: returns the length of the list.

\*/

int ListLength(const LinkedList &L) {

return L.length;

}

/\*

\* Function Name: GetElem

\* Parameter: const LinkedList &L, int i ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the i-th element of the list(i starts from 1)

\*/

status GetElem(const LinkedList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length) {

return ERROR; //·أختش½½ç

}

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int j = 0; j < i; j++) {

ele = ele->next;

}

e = ele->data;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: LocateElem

\* Parameter: const LinkedList &L, const ElemType &e

\* Return: int

\* Use: return the number of the element that equals the parameter(number starts from 1)

\*/

int LocateElem(const LinkedList &L, const ElemType &e) {

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int i = 0; i < L.length; i++) {

ele = ele->next;

if (ele->data == e) return i + 1;

}

return 0;

}

/\*

\* Function Name: PriorElem

\* Parameter: const LinkedList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the the prior element of the specified element, pass it using parameter.

\*/

status PriorElem(const LinkedList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e) {

int loc = LocateElem(L, cur\_e);

if (loc == 0 || loc == 1) return ERROR;

else {

loc--;

GetElem(L, loc, pre\_e);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: NextElem

\* Parameter: const LinkedList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the the next element of the specified element, pass it using parameter.

\*/

status NextElem(const LinkedList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e) {

int loc = LocateElem(L, cur\_e);

if (loc == L.length || loc == 0) return ERROR;

else {

loc++;

GetElem(L, loc, next\_e);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: ListInsert

\* Parameter: LinkedList &L, int i, ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: insert an element after the specifyed number(the list must be non-empty)

\*/

status ListInsert(LinkedList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length + 1) return ERROR;

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int j = 0; j < i - 1; j++) {

ele = ele->next;

}

LinkedListNode \*tmp = (LinkedListNode \*)malloc(sizeof(LinkedListNode));

tmp->data = e;

tmp->next = ele->next;

ele->next = tmp;

L.length++;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListDelete

\* Parameter: LinkedList &L, int i, ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: Delete the specified element.

\*/

status ListDelete(LinkedList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length) return ERROR;

L.length--;

GetElem(L, i, e);

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int j = 0; j < i - 1; j++) {

ele = ele->next;

}

LinkedListNode \*tmp = ele->next;

ele->next = tmp->next;

free(tmp);

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListTraverse

\* Parameter: const LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: Traverse the list and output its elements.

\*/

status ListTraverse(const LinkedList &L) {

LinkedListNode \*ele = L.head->next;

while (ele != NULL) {

cout << ele->data << " ";

ele = ele->next;

}

cout << endl;

return OK;

}

**Main.cpp:**

/\*

\* AUTHOR: Jiamu Sun

\* EMAIL: x739566858@outlook.com

\* GITHUB: 78ij

\*/

#include "LinkedList.h"

/\*

\* Function Name: InitaList

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: initialize the linear list

\*/

status IntiaList(LinkedList &L) {

L.head = (LinkedListNode \*)malloc(sizeof(LinkedListNode));

if (L.head == NULL) return ERROR;

L.head->next = NULL;

L.length = 0;

/\*L.length = 1;

LinkedListNode \*tmp = (LinkedListNode \*)malloc(sizeof(LinkedListNode));

tmp->data = 1;

L.head->next = tmp;

tmp->next = NULL;\*/

return OK;

}

/\*

\* Function Name: DestroyList

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: destroy the linear list

\*/

status DestroyList(LinkedList &L) {

LinkedListNode \*tmp = L.head->next;

LinkedListNode \*tmp2 = tmp;

while (tmp != NULL) {

tmp2 = tmp->next;

free(tmp);

tmp = tmp2;

}

free(L.head);

L.head = NULL;

L.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ClearList

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: make the list empty

\*/

status ClearList(LinkedList &L) {

LinkedListNode \*tmp = L.head->next;

LinkedListNode \*tmp2 = tmp;

while (tmp != NULL) {

tmp2 = tmp->next;

free(tmp);

tmp = tmp2;

}

L.head->next = NULL;

L.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListEmpty

\* Parameter: const LinkedList &L

\* Return: bool

\* Use: check if the list is empty.

\*/

bool ListEmpty(const LinkedList &L) {

if (L.length == 0) return true;

else return false;

}

/\*

\* Function Name: ListLength

\* Parameter: LinkedList &L

\* Return: int

\* Use: returns the length of the list.

\*/

int ListLength(const LinkedList &L) {

return L.length;

}

/\*

\* Function Name: GetElem

\* Parameter: const LinkedList &L, int i ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the i-th element of the list(i starts from 1)

\*/

status GetElem(const LinkedList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length) {

return ERROR; //·أختش½½ç

}

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int j = 0; j < i; j++) {

ele = ele->next;

}

e = ele->data;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: LocateElem

\* Parameter: const LinkedList &L, const ElemType &e

\* Return: int

\* Use: return the number of the element that equals the parameter(number starts from 1)

\*/

int LocateElem(const LinkedList &L, const ElemType &e) {

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int i = 0; i < L.length; i++) {

ele = ele->next;

if (ele->data == e) return i + 1;

}

return 0;

}

/\*

\* Function Name: PriorElem

\* Parameter: const LinkedList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the the prior element of the specified element, pass it using parameter.

\*/

status PriorElem(const LinkedList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &pre\_e) {

int loc = LocateElem(L, cur\_e);

if (loc == 0 || loc == 1) return ERROR;

else {

loc--;

GetElem(L, loc, pre\_e);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: NextElem

\* Parameter: const LinkedList &L, ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e

\* Return: Status(int)

\* Use: get the the next element of the specified element, pass it using parameter.

\*/

status NextElem(const LinkedList &L, const ElemType &cur\_e, ElemType &next\_e) {

int loc = LocateElem(L, cur\_e);

if (loc == L.length || loc == 0) return ERROR;

else {

loc++;

GetElem(L, loc, next\_e);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: ListInsert

\* Parameter: LinkedList &L, int i, ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: insert an element after the specifyed number(the list must be non-empty)

\*/

status ListInsert(LinkedList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length + 1) return ERROR;

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int j = 0; j < i - 1; j++) {

ele = ele->next;

}

LinkedListNode \*tmp = (LinkedListNode \*)malloc(sizeof(LinkedListNode));

tmp->data = e;

tmp->next = ele->next;

ele->next = tmp;

L.length++;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListDelete

\* Parameter: LinkedList &L, int i, ElemType &e

\* Return: Status(int)

\* Use: Delete the specified element.

\*/

status ListDelete(LinkedList &L, int i, ElemType &e) {

if (i < 1 || i > L.length) return ERROR;

L.length--;

GetElem(L, i, e);

LinkedListNode \*ele = L.head;

for (int j = 0; j < i - 1; j++) {

ele = ele->next;

}

LinkedListNode \*tmp = ele->next;

ele->next = tmp->next;

free(tmp);

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ListTraverse

\* Parameter: const LinkedList &L

\* Return: Status(int)

\* Use: Traverse the list and output its elements.

\*/

status ListTraverse(const LinkedList &L) {

LinkedListNode \*ele = L.head->next;

while (ele != NULL) {

cout << ele->data << " ";

ele = ele->next;

}

cout << endl;

return OK;

}

**BiTree.h:**

/\*

\* AUTHOR: Jiamu Sun

\* EMAIL: x739566858@outlook.com

\* GITHUB: 78ij

\*/

#include "common.h"

typedef struct BiTreeNode {

ElemType data;

int index; // used to mark the node

BiTreeNode \*parent = NULL;

BiTreeNode \*left = NULL;

BiTreeNode \*right = NULL;

}BiTreeNode;

typedef struct BiTree {

int TreeID = -1;

int length = 0;

BiTreeNode \*root;

BiTree \*next;

}BiTree;

enum TraverseMethod {

PRE, IN, POST, LEVEL

};

//APIs

bool isvalid(int \*pre, int \*in, int length);

void write(BiTreeNode \*root, TraverseMethod method, bool isindex, FILE \*fp);

status InitBiTree(BiTree &T);

status DestroyBiTree(BiTree &T);

status CreateBiTree(BiTree &T, int length, int \*preorder, int \*inorder, ElemType \* data);

status ClearBiTree(BiTree &T);

bool BiTreeEmpty(const BiTree &T);

int BiTreeDepth(const BiTree &T);

BiTreeNode \*Root(const BiTree &T);

status Value(const BiTree &T, int index, ElemType &value);

status Assign(BiTree &T, int index,ElemType &value);

BiTreeNode \*Parent(const BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*LeftChild(const BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*RightChild(const BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*LeftSibling(const BiTree &T, int index);

BiTreeNode \*RightSibling(const BiTree &T, int index);

status InsertChild(BiTree &T, int index, int LR, BiTree &c);

status DeleteChild(BiTree &T, int index, int LR);

status PreOrderTraverse(const BiTree &T);

status InOrderTraverse(const BiTree &T);

status PostOrderTraverse(const BiTree &T);

status LevelOrderTraverse(const BiTree &T);

**BiTree.cpp:**

#include "BiTree.h"

//------------------------------------

// Auxiliary functions

//------------------------------------

void write(BiTreeNode \*root, TraverseMethod method, bool isindex,FILE \*fp) {

if (root == NULL) return;

if (isindex) {

switch (method) {

case PRE:

fwrite(&root->index, sizeof(int), 1, fp);

write(root->left, method, isindex, fp);

write(root->right, method, isindex, fp);

break;

case IN:

write(root->left, method, isindex, fp);

fwrite(&root->index, sizeof(int), 1, fp);

write(root->right, method, isindex, fp);

break;

}

}

else {

write(root->left, method, isindex, fp);

fwrite(&root->data, sizeof(ElemType), 1, fp);

write(root->right, method, isindex, fp);

}

}

bool isvalid(int \*pre, int \*in, int length) {

vector<int> prev;

vector<int> inv;

for (int i = 0; i < length; i++) {

prev.push\_back(\*(pre + i));

inv.push\_back(\*(in + i));

}

sort(prev.begin(), prev.end());

sort(inv.begin(), inv.end());

for (int i = 0; i < length; i++) {

if (prev[i] != inv[i]) return false;

}

return true;

}

void FreeNodes(BiTreeNode \*root) {

if (root == NULL) return;

if (root->left != NULL)

FreeNodes(root->left);

if (root->right != NULL)

FreeNodes(root->right);

free(root);

}

int search(int value, int \*string, int length) {

if (length <= 0) return -1;

for (int i = 0; i < length; i++) {

if (string[i] == value) return i;

}

return -1;

}

//data:in order

BiTreeNode \*Create(int \*pre, int \*in, int length,ElemType \*data) {

int rootindex = search(pre[0], in, length);

if (rootindex == -1) return NULL;

BiTreeNode \*root = (BiTreeNode \*)malloc(sizeof(BiTreeNode));

root->data = data[rootindex];

root->index = in[rootindex];

root->left = Create(pre + 1, in, rootindex + 1,data);

if (root->left != NULL) root->left->parent = root;

root->right = Create(pre + rootindex + 1, in + rootindex + 1, length - rootindex - 1, data + rootindex + 1);

if (root->right != NULL) root->right->parent = root;

return root;

}

void Traverse(BiTreeNode \*root, TraverseMethod method) {

if (root == NULL) return;

switch (method) {

case PRE:

cout << root->data << " ";

Traverse(root->left, PRE);

Traverse(root->right, PRE);

break;

case IN:

Traverse(root->left, IN);

cout << root->data << " ";

Traverse(root->right, IN);

break;

case POST:

Traverse(root->left, POST);

Traverse(root->right, POST);

cout << root->data << " ";

break;

case LEVEL:

queue<BiTreeNode \*> q;

q.push(root);

while (q.size() != 0) {

BiTreeNode \* n = q.front();

cout << n->data << " ";

q.pop();

if (n->left != NULL) q.push(n->left);

if (n->right != NULL) q.push(n->right);

}

break;

}

}

void increaseindex(BiTreeNode \*root, int length) {

if (root == NULL) return;

root->index += length;

increaseindex(root->left,length);

increaseindex(root->right,length);

}

int size(BiTreeNode \*root) {

if (root == NULL) return 0;

return 1 + size(root->left) + size(root->right);

}

int Depth(BiTreeNode \* root) {

if (root == NULL) return 0;

int depthleft = Depth(root->left);

int depthright = Depth(root->right);

int depth = depthleft > depthright ? depthleft : depthright;

return depth + 1;

}

BiTreeNode \*FindNode(BiTreeNode \*root, int index) {

if (root == NULL) return NULL;

if (root->index == index) return root;

else {

BiTreeNode \*left = FindNode(root->left,index);

BiTreeNode \*right = FindNode(root->right,index);

if (left != NULL) return left;

if (right != NULL) return right;

return NULL;

}

}

//----------------------------

// APIs

//----------------------------

/\*

\* Function Name: InitBiTree

\* Parameter: BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: initialize the binary tree

\*/

status InitBiTree(BiTree &T) {

T.next = NULL;

T.root = NULL;

T.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: DestroyBiTree

\* Parameter: BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: destroy the binary tree

\*/

status DestroyBiTree(BiTree &T) {

FreeNodes(T.root);

T.root = NULL;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: CreateBiTree

\* Parameter: BiTree &T, int length, int \*preorder, int \*inorder, ElemType \* data

\* Return: Status(int)

\* Use: create the tree using the defination data

\*/

status CreateBiTree(BiTree &T, int length, int \*preorder, int \*inorder, ElemType \* data) {

T.root = Create(preorder, inorder, length, data);

T.length = length;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: ClearBiTree

\* Parameter: BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: clear the BiTree

\*/

status ClearBiTree(BiTree &T) {

if (T.root == NULL) return OK;

FreeNodes(T.root->left);

FreeNodes(T.root->right);

free(T.root);

T.root = NULL;

T.length = 0;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: BiTreeEmpty

\* Parameter: const BiTree &T

\* Return: bool

\* Use: check whether the tree is empty

\*/

bool BiTreeEmpty(const BiTree &T) {

if (T.root == NULL) return true;

else return false;

}

/\*

\* Function Name: BiTreeDepth

\* Parameter: const BiTree &T

\* Return: int

\* Use: calculate the depth of the tree.

\*/

int BiTreeDepth(const BiTree &T) {

return Depth(T.root);

}

/\*

\* Function Name: Root

\* Parameter: const BiTree &T

\* Return: BiTreeNode \*

\* Use: return the root node of the tree.

\*/

BiTreeNode \*Root(const BiTree &T) {

return T.root;

}

/\*

\* Function Name: Value

\* Parameter: const BiTree &T, int index,ElemType &value

\* Return: status

\* Use: return the value of the node

\*/

status Value(const BiTree &T, int index,ElemType &value) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return ERROR;

else

value = node->data;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: Assign

\* Parameter: BiTree &T, int index, ElemType &value

\* Return: status

\* Use: assign given value to given node

\*/

status Assign(BiTree &T, int index, ElemType &value) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return ERROR;

else

node->data = value;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: Parent

\* Parameter: const BiTree &T, int index

\* Return: BiTreeNode \*

\* Use: return the parent of the given node

\*/

BiTreeNode \*Parent(const BiTree &T, int index) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return NULL;

else

return node->parent;

}

/\*

\* Function Name: LeftChild

\* Parameter: const BiTree &T, int index

\* Return: BiTreeNode \*

\* Use: return the LeftChild of the given node

\*/

BiTreeNode \*LeftChild(const BiTree &T, int index) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return NULL;

else

return node->left;

}

/\*

\* Function Name: RightChild

\* Parameter: const BiTree &T, int index

\* Return: BiTreeNode \*

\* Use: return the RightChild of the given node

\*/

BiTreeNode \*RightChild(const BiTree &T, int index) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return NULL;

else

return node->right;

}

/\*

\* Function Name: LeftSibling

\* Parameter: const BiTree &T, int index

\* Return: BiTreeNode \*

\* Use: return the LeftSibling of the given node

\*/

BiTreeNode \*LeftSibling(const BiTree &T, int index) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return NULL;

if (node->parent == NULL) return NULL;

else {

if (node->parent->left == node)

return NULL;

if (node->parent->right == node)

return node->parent->left;

}

}

/\*

\* Function Name: RightSibling

\* Parameter: const BiTree &T, int index

\* Return: BiTreeNode \*

\* Use: return the RightSibling of the given node

\*/

BiTreeNode \*RightSibling(const BiTree &T, int index) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return NULL;

if (node->parent == NULL) return NULL;

else {

if (node->parent->right == node)

return NULL;

if (node->parent->left == node)

return node->parent->right;

}

}

/\*

\* Function Name: InsertChild

\* Parameter: BiTree &T, int index, int LR, BiTree &c

\* Return: status

\* Use: Insert the BiTree to the given node

\*/

status InsertChild(BiTree &T, int index, int LR, BiTree &c) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL || c.root == NULL || c.root->right != NULL) return ERROR;

if (LR == 0) { // left

BiTreeNode \*tmp = node->left;

increaseindex(c.root, T.length);

c.root->parent = node;

node->left = c.root;

if (tmp != NULL) {

c.root->right = tmp;

tmp->parent = c.root;

}

T.length += c.length;

return OK;

}

if (LR == 1) {

BiTreeNode \*tmp = node->right;

increaseindex(c.root, T.length);

c.root->parent = node;

node->right = c.root;

if (tmp != NULL) {

c.root->right = tmp;

tmp->parent = c.root;

}

T.length += c.length;

return OK;

}

else return ERROR;

}

/\*

\* Function Name: DeleteChild

\* Parameter: BiTree &T, int index, int LR

\* Return: status

\* Use: delete the child tree of the given node

\*/

status DeleteChild(BiTree &T, int index, int LR) {

BiTreeNode \*node = FindNode(T.root, index);

if (node == NULL) return ERROR;

if (LR == 0) {

if (node->left == NULL) return ERROR;

T.length -= size(node->left);

FreeNodes(node->left);

node->left = NULL;

return OK;

}

if (LR == 1) {

if (node->right == NULL) return ERROR;

T.length -= size(node->right);

FreeNodes(node->right);

node->right = NULL;

return OK;

}

else return ERROR;

}

/\*

\* Function Name: PreOrderTraverse

\* Parameter:const BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: pre order traverse the tree.

\*/

status PreOrderTraverse(const BiTree &T) {

Traverse(T.root, PRE);

return OK;

}

/\*

\* Function Name: InOrderTraverse

\* Parameter:const BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: in order traverse the tree.

\*/

status InOrderTraverse(const BiTree &T) {

Traverse(T.root, IN);

return OK;

}

/\*

\* Function Name: PostOrderTraverse

\* Parameter:const BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: post order traverse the tree.

\*/

status PostOrderTraverse(const BiTree &T) {

Traverse(T.root, POST);

return OK;

}

/\*

\* Function Name: LevelOrderTraverse

\* Parameter:const BiTree &T

\* Return: Status(int)

\* Use: level order traverse the tree.

\*/

status LevelOrderTraverse(const BiTree &T) {

Traverse(T.root, LEVEL);

return OK;

}

**Main.cpp:**

#include "BiTree.h"

void PrintMenu(void) {

/\*

\* Function Name: PrintMenu

\* Parameter: None

\* Return: None

\* Use: Print the main menu

\*/

printf("\n+-----------------------------------------------------+\n");

printf("| \*THE\* BINARY TREE DEMO |\n");

printf("| |\n");

printf("| Functions |\n");

printf("| |\n");

printf("| 1.InitBiTree 2.DestroyBiTree |\n");

printf("| 3.CreateBiTree 4.ClearBiTree |\n");

printf("| 5.BiTreeEmpty 6.BiTreeDepth |\n");

printf("| 7.Root 8.Value |\n");

printf("| 9.Assign 10.Parent |\n");

printf("| 11.LeftChild 12.RightChild |\n");

printf("| 13.LeftSibling 14.RightSibling |\n");

printf("| 15.InsertChild 16.DeleteChild |\n");

printf("| 17.PreOrderTraverse 18.InOrderTraverse |\n");

printf("| 19.PostOrderTraverse 20.LevelOrderTraverse |\n");

printf("| |\n");

printf("| |\n");

printf("| 78ij@8102 |\n");

printf("| |\n");

printf("+-----------------------------------------------------+\n");

printf("\n");

}

status LoadData(BiTree \*\*head) {

/\*

\* Function Name: LoadData

\* Parameter: none

\* Return Status(int)

\* Use: load data from file

\*/

int \*preorder = NULL, \*inorder = NULL;

ElemType \*data = NULL;

FILE \*fp = fopen("SLDB", "r");

if (fp == NULL)

return ERROR;

int size = 0;

int count = 0;

BiTree \*tmp = (BiTree \*)malloc(sizeof(BiTree));

size = fread(tmp, sizeof(BiTree), 1, fp);

if (size == 0) {

free(tmp);

return OK;

}

count++;

size = tmp->length;

if (size != 0) {

preorder = (int \*)malloc(size \* sizeof(int));

inorder = (int \*)malloc(size \* sizeof(int));

data = (ElemType \*)malloc(size \* sizeof(ElemType));

fread(preorder, sizeof(int), size, fp);

fread(inorder, sizeof(int), size, fp);

fread(data, sizeof(ElemType), size, fp);

CreateBiTree(\*tmp, size, preorder, inorder, data);

free(preorder);

free(inorder);

free(data);

}

\*head = tmp;

while (1) {

BiTree \*tmp = (BiTree \*)malloc(sizeof(BiTree));

size = fread(tmp, sizeof(BiTree), 1, fp);

if (size == 0) {

free(tmp);

break;

}

count++;

size = tmp->length;

if (size != 0) {

preorder = (int \*)malloc(size \* sizeof(int));

inorder = (int \*)malloc(size \* sizeof(int));

data = (ElemType \*)malloc(size \* sizeof(ElemType));

fread(preorder, sizeof(int), size, fp);

fread(inorder, sizeof(int), size, fp);

fread(data, sizeof(ElemType), size, fp);

CreateBiTree(\*tmp, size, preorder, inorder, data);

free(preorder);

free(inorder);

free(data);

}

(\*head)->next = tmp;

\*head = (\*head)->next;

}

(\*head)->next = NULL;

\*head = tmp;

fclose(fp);

return OK;

}

status SaveData(BiTree \*head) {

/\*

\* Function Name: SaveData

\* Parameter: BiTree \*heAD

\* Return: Status(int)

\* Use: save data to file

\*/

FILE \*fp = fopen("SLDB", "w");

if (fp == NULL)

return ERROR;

BiTree \*L = head, \*p = head;

while (L != NULL) {

fwrite(L, sizeof(BiTree), 1, fp);

write(L->root, PRE, true, fp);

write(L->root, IN, true, fp);

write(L->root, IN, false, fp);

p = L->next;

DestroyBiTree(\*L);

//free(L);

L = p;

}

fclose(fp);

return OK;

}

int main() {

int selection = -1;

BiTree \*head = NULL;

while (selection != 0) {

PrintMenu();

scanf("%d", &selection);

LoadData(&head);

BiTree \*L = head;

BiTree \*tmp = head;

int tree\_index;

switch (selection) {

case -1:

while (head != NULL) {

printf("TreeID:%d\tTreelength:%d\t", head->TreeID, head->length);

cout << "Preorder Traverse: ";

PreOrderTraverse(\*head);

cout << endl;

head = head->next;

}

head = L;

break;

case 1:

printf("\* Function Name: InitBiTree\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: initialize the binary tree\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head != NULL) {

printf("Error, the tree %d already exist.\n", tree\_index);

}

else {

BiTree \*new\_tree = (BiTree \*)malloc(sizeof(BiTree));

if (InitBiTree(\*new\_tree) == OK) {

printf("Inital the tree %d succeed.\n", tree\_index);

new\_tree->TreeID = tree\_index;

new\_tree->next = L;

head = new\_tree;

}

else {

printf("ERROR, something wrong with the RAM\n");

}

}

printf("\n");

break;

case 2:

printf("\* Function Name: DestroyBiTree\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: destroy the binary tree\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

if (head == NULL) {

printf("Error, the Tree %d does not exist.\n", tree\_index);

break;

}

if (head->TreeID == tree\_index) {

head = head->next;

DestroyBiTree(\*L);

printf("Tree %d has been removed\n", tree\_index);

break;

}

while (head->next != NULL) {

if (head->next->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head->next == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

L = head->next;

head->next = head->next->next;

DestroyBiTree(\*L);

printf("Tree %d has been removed\n", tree\_index);

head = tmp;

}

printf("\n");

break;

case 3:

printf("\* Function Name: CreateBiTree\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T, int length, int \*preorder, int \*inorder, ElemType \* data\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: create the tree using the defination data\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

int length = 0;

cout << "please insert the length" << endl;

cin >> length;

int \*pre = (int \*)malloc(sizeof(int) \* length);

int \*in = (int \*)malloc(sizeof(int) \* length);

ElemType \*data = (ElemType \*)malloc(sizeof(ElemType) \* length);

cout << "please insert the preorder index" << endl;

for (int i = 0; i < length; i++) cin >> pre[i];

cout << "please insert the inorder index" << endl;

for (int i = 0; i < length; i++) cin >> in[i];

cout << "please insert the inorder data" << endl;

for (int i = 0; i < length; i++) cin >> data[i];

ClearBiTree(\*head);

if (!isvalid(pre, in, length)) {

cout << "the index is not valid." << endl;

free(pre);

free(in);

free(data);

head = L;

break;

}

CreateBiTree(\*head, length, pre, in, data);

free(pre);

free(in);

free(data);

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 4:

printf("\* Function Name: ClearBiTree\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: clear the BiTree\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

ClearBiTree(\*head);

head = L;

printf("The Tree %d has been cleared.\n", tree\_index);

}

break;

case 5:

printf("\* Function Name: BiTreeEmpty\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T\n");

printf("\* Return: bool\n");

printf("\* Use: check whether the tree is empty\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

bool empty = BiTreeEmpty(\*head);

head = L;

if (empty) {

printf("The tree %d is empty!", tree\_index);

}

else {

printf("The tree %d is not empty", tree\_index);

}

}

break;

case 6:

printf("\* Function Name: BiTreeDepth\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T\n");

printf("\* Return: int\n");

printf("\* Use: calculate the depth of the tree.\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

printf("The depth of tree %d is %d", tree\_index, BiTreeDepth(\*head));

head = L;

}

break;

case 7:

printf("\* Function Name: Root\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T\n");

printf("\* Return: BiTreeNode \*\n");

printf("\* Use: return the root node of the tree.\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

BiTreeNode \* root = Root(\*head);

head = L;

if (root != NULL)

printf("The index of the root is %d,the data is %d\n", root->index, root->data);

else

printf("The root is empty!");

}

break;

case 8:

printf("\* Function Name: Value\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T, int index,ElemType &value\n");

printf("\* Return: status\n");

printf("\* Use: return the value of the node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

ElemType value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

if (Value(\*head, index, value) == OK) {

cout << "The value is " << value << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 9:

printf("\* Function Name: Assign\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T, int index, ElemType &value\n");

printf("\* Return: status\n");

printf("\* Use: assign given value to given node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

ElemType value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

cout << "Please insert the desired value!" << endl;

cin >> value;

if (Assign(\*head, index, value) == OK) {

cout << "The value " << value << "is successfully inserted into the node "<< index << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 10:

printf("\* Function Name: Parent\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T, int index\n");

printf("\* Return: BiTreeNode \*\n");

printf("\* Use: return the parent of the given node \n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

BiTreeNode \*value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

value = Parent(\*head, index);

if (value != NULL){

cout << "The parent data is " << value->data << " and the index is" << value->index << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 11:

printf("\* Function Name: LeftChild\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T, int index\n");

printf("\* Return: BiTreeNode \*\n");

printf("\* Use: return the LeftChild of the given node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

BiTreeNode \*value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

value = LeftChild(\*head, index);

if (value != NULL) {

cout << "The left child data is " << value->data << " and the index is" << value->index << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 12:

printf("\* Function Name: RightChild\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T, int index\n");

printf("\* Return: BiTreeNode \*\n");

printf("\* Use: return the RightChild of the given node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

BiTreeNode \*value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

value = RightChild(\*head, index);

if (value != NULL) {

cout << "The right child data is " << value->data << " and the index is" << value->index << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 13:

printf("\* Function Name: LeftSibling\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T, int index\n");

printf("\* Return: BiTreeNode \*\n");

printf("\* Use: return the LeftSibling of the given node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

BiTreeNode \*value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

value = LeftSibling(\*head, index);

if (value != NULL) {

cout << "The left sibling data is " << value->data << " and the index is" << value->index << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 14:

printf("\* Function Name: RightSibling\n");

printf("\* Parameter: const BiTree &T, int index\n");

printf("\* Return: BiTreeNode \*\n");

printf("\* Use: return the RightSibling of the given node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

BiTreeNode \*value;

int index = 0;

cout << "Please insert the desired index!" << endl;

cin >> index;

value = RightSibling(\*head, index);

if (value != NULL) {

cout << "The right sibling data is " << value->data << " and the index is" << value->index << endl;

}

else

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

head = L;

break;

case 15:

printf("\* Function Name: InsertChild\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T, int index, int LR, BiTree &c\n");

printf("\* Return: status\n");

printf("\* Use: Insert the BiTree to the given node \n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

int instree\_index = 0;

cout << "please enter the id of the inserted tree" << endl;

cin >> instree\_index;

BiTree \*head2 = L;

BiTree \*pre = L;

while (head2 != NULL) {

if (pre->next->TreeID != instree\_index) pre = pre->next;

if (head2->TreeID == instree\_index)

break;

head2 = head2->next;

}

if (head2 == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

break;

}

else {

int index = 0, LR = 0;

cout << "please insert the node index" << endl;

cin >> index;

cout << "L or R? (L = 0 R = 1)" << endl;

cin >> LR;

if (LR != 0 && LR != 1)

{

cout << "invalid input." << endl;

head = L;

break;

}

if (InsertChild(\*head, index, LR, \*head2) != OK)

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl ;

else {

cout << "insert complete." << endl;

if(L != head2)

pre->next = pre->next->next;

else {

L = head2->next;

head = L;

}

}

}

}

head = L;

break;

case 16:

printf("\* Function Name: DeleteChild\n");

printf("\* Parameter: BiTree &T, int index, int LR\n");

printf("\* Return: status\n");

printf("\* Use: delete the child tree of the given node\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

int index = 0;

int LR = 0;

cout << "please insert the desiredc index" << endl;

cin >> index;

cout << "L or R? (L = 0 R = 1)" << endl;

cin >> LR;

if (DeleteChild(\*head, index, LR) == OK) {

cout << "delete complete." << endl;

}

else {

cout << "Sorry, we encounter an error." << endl;

}

}

head = L;

break;

case 17:

printf("\* Function Name: PreOrderTraverse\n");

printf("\* Parameter:const BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: pre order traverse the tree.\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

cout << "The pre-order traverse of the tree" << tree\_index << " is:" << endl;

PreOrderTraverse(\*head);

}

head = L;

break;

case 18:

printf("\* Function Name: InOrderTraverse\n");

printf("\* Parameter:const BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: in order traverse the tree.\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

cout << "The in-order traverse of the tree" << tree\_index << " is:" << endl;

InOrderTraverse(\*head);

}

head = L;

break;

case 19:

printf("\* Parameter:const BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: in order traverse the tree.\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

cout << "The post-order traverse of the tree" << tree\_index << " is:" << endl;

PostOrderTraverse(\*head);

}

head = L;

break;

case 20:

printf("\* Function Name: LevelOrderTraverse\n");

printf("\* Parameter:const BiTree &T\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: level order traverse the tree.\n");

printf("please enter the id of the tree:");

scanf("%d", &tree\_index);

while (head != NULL) {

if (head->TreeID == tree\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the tree %d does not exist.\n", tree\_index);

head = L;

}

else {

cout << "The level-order traverse of the tree" << tree\_index << " is:" << endl;

LevelOrderTraverse(\*head);

}

head = L;

break;

case 0:

cout << "Thanks for using.";

break;

default:

cout << "No such selection.";

break;

}

SaveData(head);

}

}

**Graph.h:**

#ifndef GRAPH\_H

#define GRAPH\_H

#include "LinkedList.h"

#include "common.h"

//ÓÐÏòÎÞÈ¨Í¼

typedef struct GNode {

int nodeindex = 0;

ElemType nodedata = 0;

bool visited = false;// used for dfs/bfs

};

typedef struct Graph {

vector<std::pair<GNode,LinkedList>> data;

int vexs = 0;

int GraphID = -1;

Graph \*next;

} Graph;

void write(Graph &G, FILE \*fp);

status CreateGraph(Graph &G, ElemType \*Nodedata, int \*matrix, int length);

status DestroyGraph(Graph &G);

status LocateVex(Graph &G, ElemType data);

status GetVex(Graph &G, int index);

status PutVex(Graph &G, int index, ElemType &data);

status FirstAdjVex(Graph &G, int index);

status NextAdjVex(Graph &G, int index, int &adj);

status InsertVex(Graph &G, ElemType data);

status DeleteVex(Graph &G, int index);

status InsertArc(Graph &G, int v, int w);

status DeleteArc(Graph &G, int v, int w);

status DFSTraverse(Graph &G);

status BFSTraverse(Graph &G);

#endif

**Graph.cpp:**

#include "Graph.h"

void write(Graph &G, FILE \*fp) {

for (int i = 0; i < G.vexs; i++) {

for (int j = 0; j < G.vexs; j++) {

LinkedList tmp = G.data[i].second;

if (LocateElem(tmp, j) != 0) {

int t = 1;

fwrite(&t, sizeof(int), 1, fp);

}

else {

int t = -1;

fwrite(&t, sizeof(int), 1, fp);

}

}

}

for (int i = 0; i < G.vexs; i++) {

fwrite(&(G.data[i].first.nodedata), sizeof(ElemType), 1, fp);

}

}

/\*

\* Function Name: CreateGraph

\* Parameter: Graph &G, ElemType \*Nodedata, int \*matrix, int length

\* Return: Status(int)

\* Use: create a graph.

\*/

status CreateGraph(Graph &G, ElemType \*Nodedata, int \*matrix, int length) {

G.vexs = length;

for (int i = 0; i < length; i++) {

GNode node{ i,\*(Nodedata + i) };

LinkedList list;

IntiaList(list);

G.data.push\_back(std::make\_pair(node, list));

}

for (int i = 0; i < length; i++) {

for (int j = 0; j < length; j++) {

if (\*(matrix + length \* i + j) != -1)

Pushback(G.data[i].second, j);

}

}

return OK;

}

/\*

\* Function Name: DestroyGraph

\* Parameter: Graph &G

\* Return: Status(int)

\* Use: destroy a graph.

\*/

status DestroyGraph(Graph &G) {

for (int i = 0; i < G.data.size(); i++) {

ClearList(G.data[i].second);

}

G.data.clear();

return OK;

}

/\*

\* Function Name: LocateVex

\* Parameter: Graph &G,int index

\* Return: Status(int)

\* Use: locate the desired node.

\*/

status LocateVex(Graph &G, ElemType data) {

int i;

for (i = 0; i < G.vexs; i++) {

if (G.data[i].first.nodedata == data) {

cout << "index: " << G.data[i].first.nodeindex << endl;

break;

}

}

if (i == G.vexs) return ERROR;

cout << endl;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: GetVex

\* Parameter: Graph &G,int index

\* Return: Status(int)

\* Use: get the data of the desired vertex.

\*/

status GetVex(Graph &G, int index) {

if (index < 0 || index >= G.data.size()) return ERROR;

cout << "Data: " << G.data[index].first.nodedata << endl;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: PutVex

\* Parameter: Graph &G,int index,ElemType &data

\* Return: Status(int)

\* Use: assign the desired node a value

\*/

status PutVex(Graph &G, int index, ElemType &data) {

if (index < 0 || index >= G.data.size()) return ERROR;

G.data[index].first.nodedata = data;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: FirstAdjVex

\* Parameter: Graph &G,int index

\* Return: Status(int)

\* Use: find the first adjacent vertex

\*/

status FirstAdjVex(Graph &G, int index) {

if (index < 0 || index >= G.data.size()) return ERROR;

if (ListLength(G.data[index].second) == 0) return ERROR;

cout << "First Adjacent Vertex: ";

ElemType e;

GetElem(G.data[index].second, 1, e);

cout << e << endl;

return OK;

}

/\*

\* Function Name: NextAdjVex

\* Parameter: Graph &G, int index, int &adj

\* Return: Status(int)

\* Use: find the next adjacent vertex

\*/

status NextAdjVex(Graph &G, int index, int &adj) {

if (index < 0 || index >= G.data.size()) return ERROR;

if (adj < 0 || adj <= G.data.size()) return ERROR;

int i = LocateElem(G.data[index].second, adj);

int next;

if (NextElem(G.data[index].second, i, next) != ERROR) {

cout << "Next is : " << next;

return OK;

}

return ERROR;

}

/\*

\* Function Name: InsertVex

\* Parameter: Graph &G, ElemType data

\* Return: Status(int)

\* Use: insert a vertex

\*/

status InsertVex(Graph &G, ElemType data) {

G.vexs++;

int i = G.data.size();

GNode node{ i,data };

LinkedList list;

IntiaList(list);

G.data.push\_back(std::make\_pair(node, list));

return OK;

}

/\*

\* Function Name: DeleteVex

\* Parameter: Graph &G, int index

\* Return: Status(int)

\* Use: delete the desired vertex

\*/

status DeleteVex(Graph &G, int index) {

if (index > G.data.size() - 1 || index < 0) return ERROR;

G.vexs--;

DestroyList(G.data[index].second);

G.data.erase(G.data.begin() + index);

for (int i = 0; i < G.data.size(); i++) {

if (G.data[i].first.nodeindex > index) G.data[i].first.nodeindex--;

for (int j = 1;; j++) {

ElemType p;

GetElem(G.data[i].second, j, p);

if (p > index) p--;

if (p == index) break;

if (j > ListLength(G.data[i].second)) break;

}

}

return OK;

}

/\*

\* Function Name: InsertArc

\* Parameter: Graph &G, int v, int w

\* Return: Status(int)

\* Use: insert a specified arc

\*/

status InsertArc(Graph &G, int v, int w){

if (v < 0 || w < 0) return ERROR;

if (v == w) return ERROR;

if (v > G.data.size() - 1 || w > G.data.size() - 1) return ERROR;

ElemType p;

for (int j = 1; j <= ListLength(G.data[v].second); j++) {

GetElem(G.data[v].second, j, p);

if (p == w) return ERROR;

}

ListInsert(G.data[v].second, ListLength(G.data[v].second) + 1, w);

return OK;

}

/\*

\* Function Name: DeleteArc

\* Parameter: Graph &G, int v, int w

\* Return: Status(int)

\* Use: delete a specified arc

\*/

status DeleteArc(Graph &G, int v, int w) {

if (v < 0 || w < 0) return ERROR;

if (v == w) return ERROR;

if (v > G.data.size() - 1 || w > G.data.size() - 1) return ERROR;

ElemType p;

int j;

for (j = 1; j <= ListLength(G.data[v].second); j++) {

GetElem(G.data[v].second, j, p);

if (p == w) break;

}

if (j == ListLength(G.data[v].second) + 1) return ERROR;

else {

ListDelete(G.data[v].second, j,p);

return OK;

}

}

/\*

\* Function Name: DFSTraverse

\* Parameter: Graph &G

\* Return: Status(int)

\* Use: DFS Traverse

\*/

status DFSTraverse(Graph &G) {

stack<GNode> s;

for (int i = 0; i < G.data.size(); i++)

G.data[i].first.visited = false;

for (int i = 0; i < G.data.size(); i++) {

if (G.data[i].first.visited == false) {

cout << G.data[i].first.nodedata << "(" << G.data[i].first.nodeindex << ")" << " ";

s.push(G.data[i].first);

G.data[s.top().nodeindex].first.visited = true;

}

while (!s.empty()) {

GNode top = s.top();

int j;

for (j = 1; j <= ListLength(G.data[top.nodeindex].second); j++) {

ElemType p;

GetElem(G.data[top.nodeindex].second, j, p);

if (G.data[p].first.visited == false) {

s.push(G.data[p].first);

cout << G.data[p].first.nodedata << "(" << G.data[p].first.nodeindex << ")" << " ";

G.data[G.data[p].first.nodeindex].first.visited = true;

break;

}

}

if (j > ListLength(G.data[top.nodeindex].second)) s.pop();

}

}

return OK;

}

/\*

\* Function Name: BFSTraverse

\* Parameter: Graph &G

\* Return: Status(int)

\* Use: BFS Traverse

\*/

status BFSTraverse(Graph &G) {

queue<GNode> q;

for (int i = 0; i < G.data.size(); i++)

G.data[i].first.visited = false;

for (int i = 0; i < G.data.size(); i++) {

if (G.data[i].first.visited == false) {

cout << G.data[i].first.nodedata << "(" << G.data[i].first.nodeindex << ")" << " "; //output format:data(index)

q.push(G.data[i].first);

G.data[i].first.visited = true;

}

while (!q.empty()) {

GNode top = q.front();

q.pop();

for (int j = 1; j <= ListLength(G.data[top.nodeindex].second); j++) {

ElemType p;

GetElem(G.data[top.nodeindex].second, j, p);

if (G.data[p].first.visited == false) {

q.push(G.data[p].first);

cout << G.data[p].first.nodedata << "(" << G.data[p].first.nodeindex << ")" << " ";

G.data[G.data[p].first.nodeindex].first.visited = true;

}

}

}

}

return OK;

}

**Main.cpp:**

#include "Graph.h"

void PrintMenu(void) {

/\*

\* Function Name: PrintMenu

\* Parameter: None

\* Return: None

\* Use: Print the main menu

\*/

printf("\n+-----------------------------------------------------+\n");

printf("| \*THE\* DAG DEMO |\n");

printf("| |\n");

printf("| Functions |\n");

printf("| |\n");

printf("| 1.CreateGraph 2.DestroyGraph |\n");

printf("| 3.LocateVex 4.GetVex |\n");

printf("| 5.PutVex 6.FirstAdjVex |\n");

printf("| 7.NextAdjVex 8.InsertVex |\n");

printf("| 9.DeleteVex 10.InsertArc |\n");

printf("| 11.DeleteArc 12.DFSTraverse |\n");

printf("| 13.BFSTraverse |\n");

printf("| |\n");

printf("| 0.Exit |\n");

printf("| |\n");

printf("| 78ij@8102 |\n");

printf("| |\n");

printf("+-----------------------------------------------------+\n");

printf("\n");

}

status LoadData(Graph \*\*head) {

/\*

\* Function Name: LoadData

\* Parameter: none

\* Return Status(int)

\* Use: load data from file

\*/

int \*matrix = NULL;

ElemType \*nodedata = NULL;

FILE \*fp = fopen("SLDB", "r");

if (fp == NULL)

return ERROR;

int size = 0;

int count = 0;

Graph \*tmp = new Graph();

int ID = 0;

size = fread(&ID, sizeof(int), 1, fp);

if (size == 0) {

free(tmp);

return OK;

}

tmp->GraphID = ID;

size = fread(&ID, sizeof(int), 1, fp);

tmp->vexs = ID;

count++;

size = tmp->vexs;

if (size != 0) {

matrix = (int \*)malloc(size \* size \* sizeof(int));

nodedata = (ElemType \*)malloc(size \* sizeof(ElemType));

fread(matrix, sizeof(int), size \* size, fp);

fread(nodedata, sizeof(int), size, fp);

CreateGraph(\*tmp, nodedata, matrix,size);

free(matrix);

free(nodedata);

}

\*head = tmp;

while (1) {

Graph \*tmp = new Graph();

size = fread(&ID, sizeof(int), 1, fp);

if (size == 0) {

free(tmp);

break;

}

tmp->GraphID = ID;

size = fread(&ID, sizeof(int), 1, fp);

tmp->vexs = ID;

count++;

size = tmp->vexs;

if (size != 0) {

matrix = (int \*)malloc(size \* size \* sizeof(int));

nodedata = (ElemType \*)malloc(size \* sizeof(ElemType));

fread(matrix, sizeof(int), size \* size, fp);

fread(nodedata, sizeof(int), size, fp);

CreateGraph(\*tmp, nodedata, matrix, size);

free(matrix);

free(nodedata);

}

(\*head)->next = tmp;

\*head = (\*head)->next;

}

(\*head)->next = NULL;

\*head = tmp;

fclose(fp);

return OK;

}

status SaveData(Graph \*head) {

/\*

\* Function Name: SaveData

\* Parameter: BiTree \*heAD

\* Return: Status(int)

\* Use: save data to file

\*/

FILE \*fp = fopen("SLDB", "w");

if (fp == NULL)

return ERROR;

Graph \*L = head, \*p = head;

while (L != NULL) {

fwrite(&(L->GraphID), sizeof(int), 1, fp);

fwrite(&(L->vexs), sizeof(int), 1, fp);

write(\*L,fp);

p = L->next;

DestroyGraph(\*L);

delete(L);

L = p;

}

fclose(fp);

return OK;

}

int main() {

int selection = -1;

Graph \*head = NULL;

while (selection != 0) {

PrintMenu();

scanf("%d", &selection);

LoadData(&head);

Graph \*L = head;

Graph \*tmp = head;

int graph\_index;

switch (selection) {

case -1:

while (head != NULL) {

printf("GraphID:%d\tVexs:%d\t", head->GraphID, head->vexs);

cout << "DFS Traverse: ";

DFSTraverse(\*head);

cout << endl;

head = head->next;

}

head = L;

break;

case 1:

printf("\* Function Name: CreateGraph\n");

printf("\* Parameter: Graph &G, ElemType \*Nodedata, int \*matrix, int length\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: create a graph.\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head != NULL) {

printf("Error, the tree %d already exist.\n", graph\_index);

}

else {

Graph \*new\_graph = new Graph();

new\_graph->data = vector<std::pair<GNode, LinkedList>>();

int length;

cout << "Please insert the graph vertex count:" << endl;

cin >> length;

int \*matrix = (int \*)malloc(sizeof(int) \* length \* length);

ElemType \*nodedata = (ElemType \*)malloc(sizeof(ElemType) \* length);

cout << "Please insert the graph adjacent matrix:" << endl;

for (int i = 0; i < length \* length; i++) {

cin >> matrix[i];

}

cout << "Please insert the node data" << endl;

for (int i = 0; i < length; i++) {

cin >> nodedata[i];

}

if (CreateGraph(\*new\_graph, nodedata, matrix, length) == OK) {

printf("Creation the graph %d succeed.\n", graph\_index);

new\_graph->GraphID = graph\_index;

new\_graph->next = L;

head = new\_graph;

}

else {

printf("ERROR, something wrong with the RAM\n");

}

free(matrix);

free(nodedata);

}

printf("\n");

break;

case 2:

printf("\* Function Name: DestroyGraph\n");

printf("\* Parameter: Graph &G\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: destroy a graph.\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

if (head == NULL) {

printf("Error, the Graph %d does not exist.\n", graph\_index);

break;

}

if (head->GraphID == graph\_index) {

head = head->next;

DestroyGraph(\*L);

printf("Graph %d has been removed\n", graph\_index);

break;

}

while (head->next != NULL) {

if (head->next->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head->next == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

L = head->next;

head->next = head->next->next;

DestroyGraph(\*L);

printf("Graph %d has been removed\n", graph\_index);

head = tmp;

}

printf("\n");

break;

case 3:

printf("\* Function Name: LocateVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G,int index\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: locate the desired node.\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int index;

cout << "please insert the index" << endl;

cin >> index;

if (LocateVex(\*head, index) != OK) {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 4:

printf("\* Function Name: GetVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G,int index\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: get the data of the desired vertex.\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

ElemType data;

cout << "please insert the data" << endl;

cin >> data;

if (GetVex(\*head, data) != OK) {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 5:

printf("\* Function Name: PutVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G,int index,ElemType &data\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: assign the desired node a value\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int index;

ElemType data;

cout << "please insert the index" << endl;

cin >> index;

cout << "please insert the data." << endl;

cin >> data;

if (PutVex(\*head, index, data) == OK) {

cout << "successfully insert data " << data << "to vertex index " << index << endl;

}

else {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 6:

printf("\* Function Name: FirstAdjVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G,int index\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: find the first adjacent vertex\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int index;

cout << "please insert the index" << endl;

cin >> index;

if (FirstAdjVex(\*head,index) != OK) {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 7:

printf("\* Function Name: NextAdjVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G, int index, int &adj\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: find the next adjacent vertex\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int index,w;

cout << "please insert the index" << endl;

cin >> index;

cout << "please insert the adjacent index" << endl;

cin >> w;

if (NextAdjVex(\*head, index,w) != OK) {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 8:

printf("\* Function Name: InsertVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G, ElemType data\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: insert a vertex\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

ElemType data;

cout << "please insert the data" << endl;

cin >> data;

if (InsertVex(\*head, data) == OK) {

cout << "node with data " << data << "has been successfully inserted." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 9:

printf("\* Function Name: DeleteVex\n");

printf("\* Parameter: Graph &G, int index\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: delete the desired vertex\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int index;

cout << "please insert the index" << endl;

cin >> index;

if (DeleteVex(\*head, index) == OK) {

cout << "node " << index << "has been successfully deleted." << endl;

}

else {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 10:

printf("\* Function Name: InsertArc\n");

printf("\* Parameter: Graph &G, int v, int w\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: insert a specified arc\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int v,w;

cout << "please insert the index1" << endl;

cin >> v;

cout << "please insert the index2" << endl;

cin >> w;

if (InsertArc(\*head, v,w) == OK) {

cout << "arc with nodes " << v << "and " << w << " has been successfully inserted." << endl;

}

else {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 11:

printf("\* Function Name: DeleteArc\n");

printf("\* Parameter: Graph &G, int v, int w\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: delete a specified arc\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

int v, w;

cout << "please insert the index1" << endl;

cin >> v;

cout << "please insert the index2" << endl;

cin >> w;

if (DeleteArc(\*head, v, w) == OK) {

cout << "arc with nodes " << v << "and " << w << " has been successfully deleted." << endl;

}

else {

cout << "sorry, we encounter an ERROR." << endl;

}

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 12:

printf("\* Function Name: DFSTraverse\n");

printf("\* Parameter: Graph &G\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: DFS Traverse\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

cout << "DFS Traverse: ";

DFSTraverse(\*head);

head = L;

}

printf("\n");

break;

case 13:

printf("\* Function Name: BFSTraverse\n");

printf("\* Parameter: Graph &G\n");

printf("\* Return: Status(int)\n");

printf("\* Use: BFS Traverse\n");

printf("please enter the id of the graph:");

scanf("%d", &graph\_index);

while (head != NULL) {

if (head->GraphID == graph\_index)

break;

head = head->next;

}

if (head == NULL) {

printf("Error, the graph %d does not exist.\n", graph\_index);

head = L;

}

else {

cout << "BFS Traverse: ";

DFSTraverse(\*head);

head = L;

}

printf("\n");

break;

}

SaveData(head);

}

}