南京林业大学

实验报告

学　　院：　信息科学技术学院、人工智能学院

专　　业：　计算机科学与技术

课程名称：　数据结构

学　　号：　2351610105

学生姓名：　方泽宇

指导教师：　张黎宁

二〇二四年三月——二〇二四年六月

实验一：设计实现抽象数据类型“有理数”

一．实验内容：

设计实现抽象数据类型“有理数”
设计并上机实现抽象数据类型“有理数”，有理数的基本操作包括：两个有理数的加、减、乘、除等（包括有理数的创建和输出等）。

二．实验要求：

（1） 要有能根据用户输入选择不同运算的菜单选择界面。

（2） 有理数的类型，我们可以构造成一个结构体类型，这个结构体由两个整数构成，分别表示有理数的分子和分母。

（3） 在初始化或创建一个有理数时，可以给出有理数的分子和分母来创建一个有理数；也可以给出一个小数形式的有理数，来计算对应的分子分母来创建一个有理数（可设置一个允许的计算误差）。

（4） 以分数形式创建有理数时，要处理分母为零的异常情况。

（5） 输出不能有类似于 4/4、3/6 这样的结果数据。

三．源程序：

```
#include<stdio.h>
typedef struct
{
    int num,deno;
}RatNum;
int gcd(int a,int b)
{
    return b?gcd(b,a%b):a;
}
int lcm(int a,int b)
{
    return a/gcd(a,b)*b;
}
void create(RatNum *p)
{
    printf("input a num:");
```

```
    scanf("%d %d",&(p->num),&(p->deno));
}
void print(RatNum a)
{
    if(a.deno==1) printf("%d",a.num);
    else printf("%d/%d",a.num,a.deno);
}
RatNum approximation(RatNum a)
{
    int factor=gcd(a.num,a.deno);
    a.deno/=factor;
    a.num/=factor;
    if((a.deno<0&&a.num>0)||(a.deno<0&&a.num<0))
    {
        a.num=-a.num;
        a.deno=-a.deno;
    }
    return a;
}
RatNum add(RatNum a,RatNum b)
{
    RatNum res;
    res.num=a.num*b.deno+b.num*a.deno;
    res.deno=a.deno*b.deno;
    return approximation(res);
}
RatNum sub(RatNum a,RatNum b)
{
    RatNum res;
    res.num=a.num*b.deno-b.num*a.deno;
    res.deno=a.deno*b.deno;
    return approximation(res);
}
RatNum muti(RatNum a,RatNum b)
{
    RatNum res;
    res.num=a.num*b.num;
    res.deno=a.deno*b.deno;
    return approximation(res);
}
RatNum div(RatNum a,RatNum b)
{
    RatNum res={0,0};
    if(a.deno==0||b.deno==0)
    {
```

```
        printf("error\n");
        return res;
    }
    res.num=a.num*b.deno;
    res.deno=a.deno*b.num;
    return approximation(res);

}
int main()
{
    int ch;
    RatNum a,b,res;
    printf("1.add\n2.sub\n3.muti\n4.div\n");
    scanf("%d",&ch);
    printf("give the first number\n");
    create(&a);
    printf("give the second number\n");
    create(&b);
    switch (ch)
    {
        case 1:res=add(a,b);break;
        case 2:res=sub(a,b);break;
        case 3:res=muti(a,b);break;
        case 4:res=div(a,b);break;
        default:break;
    }
    print(res);
    return 0;
}
```

四．运行结果：

(1) 加法运算

```
1.add
2.sub
3.muti
4.div
1
give the first number
input a num:2 3
give the second number
input a num:4 5
22/15%
fang50253@MacBook-Pro 课程作业 %
```

(2) 减法运算

```
1.add
2.sub
3.muti
4.div
2
give the first number
input a num:1 2
give the second number
input a num:1 2
0%
fang50253@MacBook-Pro 课程作业 %
```

(3) 乘法运算

```
1.add
2.sub
3.muti
4.div
3
give the first number
input a num:1 3
give the second number
input a num:7 2
7/6%
fang50253@MacBook-Pro 课程作业 %
```

(4) 除法运算

```
2.sub
3.muti
4.div
4
give the first number
input a num:3 7
give the second number
input a num:7 0
error
```

五. 实验小结：

(1) 在本次实习过程中，我们要通过多种运行的数据来寻找程序可能存在的问题，并通过修改程序来解决他们。比如对于一个有理数(分数)，其分母不能为 0，一个被除数也不可以为 0。

(2) 本次实验采用一个结构体类型来保存有理数，保证了有理数的存储精度不会因为数据类型的精度而丢失。

(3) 代码实现了有理数的基本运算，包括加法、减法、乘法和除法，这些操作都是基于有理数的分子和分母的基本运算。使用了 approximation 函数来简化结果，确保结果为最简分数形式。

实验二：顺序表基本操作的实现

一．实验内容：

实现顺序表的初始化，输出顺序表中各元素的值，在顺序表中插入数据元素，删除数据元素，求顺序表的长度，顺序表的逆置，顺序表的按值从小到大排序，合并有序的两个顺序表等操作。

二．实验要求：

（1） 要有能根据用户输入选择不同运算的菜单选择界面。
（2） 顺序表中数据元素的类型统一抽象表示为 ElemType 类型，具体类型不限，可以是整型、实型、字符型、或者是自己构造的一种结构体类型。
（3） 实现课后习题有关顺序表运算算法

三．源程序：

```
#include<stdio.h>
#define ElemType int
#define ERROR 1
#define maxsize 110
typedef struct
{
   ElemType elem[maxsize];//静态申请顺序表所需要的空间
   int last;
}SeqList;
SeqList List;
void Init_List(SeqList *L);
void Visit(SeqList *L);
void Create(SeqList *L,int n);
void Insert_List(SeqList *L,int arr,ElemType x);
int Seq_Length(SeqList *L);
void Reserve_List(SeqList *L,int l,int r);
void Sort_List(SeqList *L,int l,int r);
void Merge_List(SeqList *a,SeqList *b,SeqList *c);
void swap(ElemType *a,ElemType *b);
void Merge_List(SeqList *a,SeqList *b,SeqList *c);
void Delete_List(SeqList *L,int arr);
void Merge_Sort_List(SeqList *a,SeqList *b,SeqList *c);
void swap(ElemType *a,ElemType *b)
{
   ElemType tmp=*a;
   *a=*b;
```

```
    *b=tmp;
}
void Init_List(SeqList *L)//初始化操作
{
    L->last=-1;
}
void Visit(SeqList *L)//按顺序输出顺序表
{
    if(L->last==-1)
    {
        printf("Empty_array\n");
        return;
    }
    for(int i=0;i<=L->last;++i) printf("%d ",L->elem[i]);
    printf("\n");
}
void Create(SeqList *L,int n)//创建一个单链表，并使用尾插法输入 n 个数字
{
    if(n>maxsize)
    {
        printf("Failed to create the array,the num is out of the size\n");
    }
    Init_List(L);
    //初始化链表 L
    for(int i=0;i<n;++i)
    {
        //依次输入数据，并将其添加至顺序表尾部
        ElemType input;
        scanf("%d",&input);
        Insert_List(L,i-1,input);
    }
}
void Insert_List(SeqList *L,int arr,ElemType x)//在顺序表 L 中，索引号 arr 的数字之后插入数据元素 x
{
    //第一步，移动索引号为 arr+1 到 last 到元素，使其索引号+1
    if(L->last==maxsize)
    {
        //处理静态顺序表满的异常
        printf("Error,the array is full\n");
        return;
    }
    else ++L->last;
    for(int i=L->last;i>=arr+1;--i) L->elem[i+1]=L->elem[i];
    //第二步，将 x 添加到顺序表的 arr 结点当中
```

```
    L->elem[arr+1]=x;
}
int Seq_Length(SeqList *L)//返回顺序表L的长度
{
    return L->last+1;
}
void Reserve_List(SeqList *L,int l,int r)//对顺序表L中，索引号为l到r的项进行逆序操作
{
    if(l>r) printf("Error,the num L is larger than R\n");
    while(l<r)
    {
        swap(&(L->elem[l]),&(L->elem[r]));
        ++l,--r;
    }
}
void Sort_List(SeqList *L,int l,int r)//将顺序表中,对索引号l到r的项从小到大排序
{
    if(l>=r) return;
    int arr=L->elem[l+r>>1];
    int i=l-1,j=r+1;
    while(i<j)
    {
        do ++i; while(L->elem[i]<arr);
        do --j; while(L->elem[j]>arr);
        if(i<j) swap(&(L->elem[i]),&(L->elem[j]));
    }
    Sort_List(L,l,j);
    Sort_List(L,j+1,r);
}
void Merge_List(SeqList *a,SeqList *b,SeqList *c)//将a和b两个顺序表合并，并将答案存入c
中
{
    int i=0,j=0,k=0;
    for(int i=0;i<=a->last;++i,++k) Insert_List(c,k-1,a->elem[i]);
    for(int i=0;i<=b->last;++i,++k) Insert_List(c,k-1,b->elem[i]);
}
void Merge_Sort_List(SeqList *a,SeqList *b,SeqList *c)//合并两个有序的顺序表
{
    int i=0,j=0,k=0;
    while(i<=a->last&&j<=b->last)
    {
        if(a->elem[i]<b->elem[j])
        {
            Insert_List(c,k-1,a->elem[i]);
            ++i;
```

```
        }
        else
        {
            Insert_List(c,k-1,b->elem[j]);
            ++j;
        }
        ++k;
    }
    while(i<=a->last)
    {
        Insert_List(c,k-1,a->elem[i]);
        ++i,++k;
    }
    while(j<=b->last)
    {
        Insert_List(c,k-1,b->elem[j]);
        ++j,++k;
    }
}
void Delete_List(SeqList *L,int arr)//删除顺序表L 中索引号为arr 的元素
{
    for(int i=arr+1;i<=L->last;++i) L->elem[i-1]=L->elem[i];
    --L->last;
}
void fun()
{
    //system(CLS);
    printf("1.在顺序表中插入数组元素\n");
    printf("2.删除数组中的元素\n");
    printf("3.求顺序表的长度\n");
    printf("4.顺序表的逆序\n");
    printf("5.将顺序表中的值从小到大排序\n");
    printf("6.合并两个顺序表\n");
    printf("7.合并两个有序的顺序表\n");
    printf("8.输出 L\n");
    printf("9.使用尾插法一次性向 List 输入数据\n");
    int ch;
    scanf("%d",&ch);
    if(ch==1)
    {
        printf("2 个参数：在顺序表 L 中，索引号 arr 的数字之后插入数据元素 x\n");
        int arr;
        ElemType x;
        scanf("%d%d",&arr,&x);
        Insert_List(&List,arr,x);
```

```
    }
    else if(ch==2)
    {
        printf("1 个参数：在顺序表 L 中，删除索引号为 arr 的元素\n");
        int arr;
        scanf("%d",&arr);
        Delete_List(&List,arr);
    }
    else if(ch==3)
    {
        printf("0 个参数\n");
        printf("顺序表 L 的长度为：%d\n",Seq_Length(&List));
    }
    else if(ch==4)
    {
        printf("2 个参数：需要逆序部分索引号的左边界和右边界\n");
        int l,r;
        scanf("%d%d",&l,&r);
        Reserve_List(&List,l,r);
    }
    else if(ch==5)
    {
        printf("2 个参数：需要排序的索引号左边界和右边界\n");
        int l,r;
        scanf("%d%d",&l,&r);
        Sort_List(&List,l,r);
    }
    else if(ch==6)
    {
        SeqList a,b;
        printf("4 个参数：请先输入顺序表 a 的长度，再依次输入 a 中的值；再输入顺序表 b 的长度，再依次
输入 b 中的值\n");
        int len;
        scanf("%d",&len);
        Create(&a,len);
        scanf("%d",&len);
        Create(&b,len);
        Init_List(&List);
        Merge_List(&a,&b,&List);
    }
    else if(ch==7)
    {
        SeqList a,b;
        printf("4 个参数：请先输入顺序表 a 的长度，再依次输入 a 中的值；再输入顺序表 b 的长度，再依次
输入 b 中的值\n");
```

```
        int len;
        scanf("%d",&len);
        Create(&a,len);
        scanf("%d",&len);
        Create(&b,len);
        Init_List(&List);
        Merge_Sort_List(&a,&b,&List);
    }
    else if(ch==8)
    {
        Visit(&List);
    }
    else if(ch==9)
    {
        printf("2 个参数：输入需要创建顺序表的表长，以及顺序表的每个数字\n");
        int n;
        scanf("%d",&n);
        Create(&List,n);
    }
}
int main()
{
    Init_List(&List);
    while(1) fun();
    return 0;
}
```

四．运行结果：

1. 使用尾插法建表(一次性输入数据)

```
1 warning generated.
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
9
2个参数：输入需要创建顺序表的表长，以及顺序表的每个数字
5 1 2 3 4 5
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
8
1 2 3 4 5
```

2.删除指定索引号的元素

```
1 2 3 4 5
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
2
1个参数：在顺序表L中，删除索引号为arr的元素
2
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
8
1 2 4 5
```

3.求顺序表的表长

```
1 2 4 5
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
3
0个参数
顺序表L的长度为： 4
```

5.将顺序表中的值从小到大排序

```
2417 327 2389 2389 291
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
5
2个参数：需要排序的索引号左边界和右边界
0 4
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
8
291 327 2389 2389 2417
```

6.合并两个有序顺序表

```
7
4个参数：请先输入顺序表a的长度，再依次输入a中的值；再输入顺序表b的长度，再依次输入b中的值
4 2 4 6 8
5 3 7 9 12 15
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
8
2 3 4 6 7 8 9 12 15
```

7.顺序表的逆置

```
2 3 4 6 7 8 9 12 15
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
4
2个参数：需要逆序部分索引号的左边界和右边界
0 8
1.在顺序表中插入数组元素
2.删除数组中的元素
3.求顺序表的长度
4.顺序表的逆序
5.将顺序表中的值从小到大排序
6.合并两个顺序表
7.合并两个有序的顺序表
8.输出L
9.使用尾插法一次性向List输入数据
8
15 12 9 8 7 6 4 3 2
```

五. 实验小结：

(1) 顺序表结构体：SeqList 包含一个静态数组 elem 和一个指向最后一个元素的 last 指针。
(2) 初始化顺序表：Init_List 函数将顺序表的 last 指针设置为 -1，表示顺序表为空。
(3) 插入元素：Insert_List 在指定位置插入元素，先右移元素再插入新元素。
(4) 删除元素：Delete_List 删除指定位置的元素，并将后续元素左移以填补空缺。
(5) 获取长度：Seq_Length 返回顺序表的当前长度，即 last + 1。
(6) 逆序操作：Reserve_List 将顺序表中指定区间的元素顺序反转。
(7) 排序操作：Sort_List 使用快速排序算法对指定区间的元素从小到大排序。
(8) 顺序表合并：Merge_List 将两个顺序表合并为一个顺序表，不要求输入顺序表有序。
(9) 合并有序顺序表：Merge_Sort_List 合并两个有序顺序表，保证合并后的顺序表仍然有序。

(10) 遍历输出：Visit 按顺序输出顺序表中的所有元素，如果为空则提示。
(11) 顺序表创建：Create 函数使用尾插法根据输入的元素个数创建顺序表。
(12) 主菜单功能：fun 函数提供一个用户交互的菜单，执行各种顺序表操作。

实验三：单链表基本操作的实现

一．实验内容：

构建线性表的链式存储结构，采用动态分配方式实现单链表的初始化，数据的插入，删除，输出单链表内中各元素，求单链表的长度，实现单链表中数据结点的按值排序，实现单链表的逆置，合并两个有序的单链表（有序的 a 表和有序的 b 表合并之后的结果保存在 a 表中）等操作。

二．实验要求：

（1） 要有能根据用户的输入来选择不同运算的菜单界面。
（2） 单链表中数据元素的类型统一抽象表示为 ElemType 类型，具体类型不限，可以是整型、实型、字符型、或者是自己构造的一种结构体类型。
（3） 实现课后习题有关单链表运算算法

三．源程序：

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#define ElemType int
//#define CLS "cls"//win
#define CLS "clear"//macos/linux
typedef struct Node
{
    ElemType data;
    struct Node *next;
}Node,*LinkList;
Node *List;
void Init_List(Node *L);
void Insert_List(Node *L,int arr,ElemType x);
void Delete_List(Node *L,int arr);
void Visit(Node *L);
int List_Length(Node *L);
void List_Bubble_Sort(Node *L);
void List_Reserve(Node *L);
void Merge_List(Node *a,Node *b);
void swap(ElemType *a,ElemType *b);
void swap(ElemType *a,ElemType *b)
{
    ElemType tmp=*a;
    *a=*b;
    *b=tmp;
}
void Init_List(Node *L)//单链表的初始化
{
```

```
    L->next=NULL;
}
void Insert_List(Node *L,int arr,ElemType x)//向单链表L的第arr位后面插入x
{
    Node *p=L;
    int cnt=-1;
    while(p->next!=NULL&&arr!=-1)
    {
        p=p->next;
        ++cnt;
        if(cnt==arr) break;
    }
    if(cnt<arr)
    {
        printf("Insert_Out_of_Array\n");
        return;
    }
    Node *new_node=(Node*)malloc(sizeof(Node));
    new_node->data=x;
    new_node->next=p->next;
    p->next=new_node;
}
void Delete_List(Node *L,int arr)//删除单链表L中索引号为arr的结点
{
    Node *p=L;
    int cnt=0;
    while(p->next!=NULL&&arr!=0)
    {
        p=p->next;
        ++cnt;
        if(cnt==arr) break;
    }
    if(p->next==NULL)
    {
        printf("Delete_Out_of_Array\n");
        return;
    }
    Node *tmp=p->next;
    p->next=p->next->next;
    free(tmp);
}
void Visit(Node *L)//输出单链表中的所有元素
{
    Node *p=L->next;
    while(p!=NULL)
```

```
    {
        printf("%d ",p->data);
        p=p->next;
    }
    printf("\n");
}
int List_Length(Node *L)//返回1 以L 为头节点的链表的长度
{
    Node *p=L;
    int cnt=0;
    while(p->next!=NULL)
    {
        p=p->next;
        ++cnt;
    }
    return cnt;
}
void List_Bubble_Sort(Node *L)//对链表L 进行冒泡排序
{
    Node *p=L;
    int change=1;
    while(change)
    {
        change=0;
        p=L;
        while(p->next->next!=NULL)
        {
            p=p->next;
            if(p->data>p->next->data)
            {
                swap(&(p->data),&(p->next->data));
                change=1;
            }
        }
    }
}
void List_Reserve(Node *L)//实现单链表的逆置
{
    if(!L->next||!(L->next->next)) return;
    Node *p=L->next->next; L->next->next=NULL;
    while(p)
    {
       Node *temp=p->next;
       p->next=L->next; L->next=p;
       p=temp;
```

```
    }
}
void Merge_List(Node *a,Node *b)//合并两个有序的单链表（有序的a 表和有序的b 表合并之后的结果保存在a 表中）
{
    Node *pre=a,*p=a->next,*q=b->next;
    while(p&&q)
    {
        if(p->data<q->data) {pre->next=p;pre=p;p=p->next;}
     else  {pre->next=q;pre=q;q=q->next;}
   }
   pre->next=p?p:q;
   free(b);
}
void Init_Insert(Node *L,int n)
{
    Init_List(L);
    for(int i=1;i<=n;++i)
    {
        int x;
        scanf("%d",&x);
        Insert_List(L,i-2,x);
    }
}
void fun()
{
    printf("1.初始化链表 L，并使用尾插法添加 n 个元素\n");
    printf("2.在链表 L 的索引号 arr 后面插入一个数字 x\n");
    printf("3.删除链表 L 中索引号为 arr 的项\n");
    printf("4.输出单链表 L 中所有的项\n");
    printf("5.输出单链表 L 的长度\n");
    printf("6.将单链表 L 中的值按照升序排序\n");
    printf("7.将单链表中的值逆序\n");
    printf("8.合并两个有序的单链表\n");
    int ch;
    scanf("%d",&ch);
    if(ch==1)
    {
        printf("2 个参数：需要添加的元素个数，所有元素\n");
        int n;
        scanf("%d",&n);
        Init_Insert(List,n);
    }
    else if(ch==2)
    {
```

```
        printf("2 个参数：在索引号 arr 后面添加元素 x\n");
        int arr,x;
        scanf("%d%d",&arr,&x);
        Insert_List(List,arr,x);
    }
    else if(ch==3)
    {
        printf("1 个参数：删除元素的索引号 arr\n");
        int arr;
        scanf("%d",&arr);
        Delete_List(List,arr);
    }
    else if(ch==4)
    {
        printf("无参数\n");
        Visit(List);
    }
    else if(ch==5)
    {
        printf("无参数\n");
        printf("List 的长度为%d\n",List_Length(List));
    }
    else if(ch==6)
    {
        printf("无参数\n");
        List_Bubble_Sort(List);
    }
    else if(ch==7)
    {
        printf("无参数\n");
        List_Reserve(List);
    }
    else if(ch==8)
    {
        printf("2 个参数：需要和 List 归并的升序数组 b 的长度，以及他的所有元素\n");
        int n;
        scanf("%d",&n);
        Node *b=malloc(sizeof(Node));
        Init_Insert(b,n);
        Merge_List(List,b);
    }
}
int main()
{
    List=malloc(sizeof(Node));
```

```
    while(1) fun();
    return 0;
}
```

四. 运行结果：

1.创建链表，并添加元素 1 15 6 9 10

```
1
2个参数: 需要添加的元素个数, 所有元素
5 1 15 6 9 10
1.初始化链表L, 并使用尾插法添加n个元素
2.在链表L的索引号arr后面插入一个数字x
3.删除链表L中索引号为arr的项
4.输出单链表L中所有的项
5.输出单链表L的长度
6.将单链表L中的值按照升序排序
7.将单链表中的值逆序
8.合并两个有序的单链表
4
无参数
1 15 6 9 10
```

2.在 arr=2 的后面添加一个元素 18

```
2 2 18
2个参数: 在索引号arr后面添加元素x
1.初始化链表L, 并使用尾插法添加n个元素
2.在链表L的索引号arr后面插入一个数字x
3.删除链表L中索引号为arr的项
4.输出单链表L中所有的项
5.输出单链表L的长度
6.将单链表L中的值按照升序排序
7.将单链表中的值逆序
8.合并两个有序的单链表
4
无参数
1 15 6 18 9 10
```

3.删除 arr=4 的项

```
3
1个参数: 删除元素的索引号arr
4
1.初始化链表L, 并使用尾插法添加n个元素
2.在链表L的索引号arr后面插入一个数字x
3.删除链表L中索引号为arr的项
4.输出单链表L中所有的项
5.输出单链表L的长度
6.将单链表L中的值按照升序排序
7.将单链表中的值逆序
8.合并两个有序的单链表
4
无参数
1 15 6 18 10
```

4.输出单链表 L 现在的长度

```
5
无参数
List的长度为5
```

5.将单链表中的值逆序

```
7
无参数
1.初始化链表L，并使用尾插法添加n个元素
2.在链表L的索引号arr后面插入一个数字x
3.删除链表L中索引号为arr的项
4.输出单链表L中所有的项
5.输出单链表L的长度
6.将单链表L中的值按照升序排序
7.将单链表中的值逆序
8.合并两个有序的单链表
4
无参数
10 18 6 15 1
```

6.将单链表中的值，按照升序排序

```
6
无参数
1.初始化链表L，并使用尾插法添加n个元素
2.在链表L的索引号arr后面插入一个数字x
3.删除链表L中索引号为arr的项
4.输出单链表L中所有的项
5.输出单链表L的长度
6.将单链表L中的值按照升序排序
7.将单链表中的值逆序
8.合并两个有序的单链表
4
无参数
1 6 10 15 18
```

7.合并两个有序的单链表，并将合并结果存储在 List 中

```
8
2个参数：需要和List归并的升序数组b的长度，以及他的所有元素
5 2 7 9 20 21
1.初始化链表L，并使用尾插法添加n个元素
2.在链表L的索引号arr后面插入一个数字x
3.删除链表L中索引号为arr的项
4.输出单链表L中所有的项
5.输出单链表L的长度
6.将单链表L中的值按照升序排序
7.将单链表中的值逆序
8.合并两个有序的单链表
4
无参数
1 2 6 7 9 10 15 18 20 21
```

五. 实验小结：

(1) 节点结构定义与全局变量：定义了存储整数的链表节点结构 Node 和一个全局链表指针 List。

(2) 基本操作函数：提供了链表的初始化、插入、删除、访问、长度计算、排序、逆置、合并等操作函数。

(3) swap 函数：用于交换两个元素的值，辅助排序操作。

(4) 链表初始化 (Init_List)：将链表的头节点的 next 指针初始化为 NULL。

(5) 元素插入 (Insert_List)：在链表指定位置后插入一个新的元素，如果位置超出范围则打印错误信息。

(6) 元素删除 (Delete_List)：删除链表中指定索引的节点，如果索引无效则打印错误信息。

(7) 访问链表 (Visit)：遍历并输出链表中的所有元素。

(8) 链表长度计算 (List_Length)：返回链表的长度。

(9) 冒泡排序 (List_Bubble_Sort)：对链表元素进行升序排序，使用冒泡排序算法。

(10) 链表逆置 (List_Reserve)：将链表中的元素顺序反转。

(11) 链表合并 (Merge_List)：将两个有序链表合并成一个新的有序链表，并将结果存放在第一个链表中。

(12) 初始化插入 (Init_Insert)：初始化链表并按顺序插入多个元素。

(13) 用户交互函数 (fun)：提供一个文本菜单，用户可以选择对链表进行的操作，输入相应参数以执行功能。

实验四：顺序栈和循环队列的基本运算

一．实验内容：

构建顺序栈类型，实现顺序栈的初始化、判满、判空、入栈、出栈、读取栈顶元素运算，基于顺序栈实现表达式或文本中括号是否匹配的检验；构建循环队列类型，实现循环队列的初始化、判满、判空、入队、出队、读取队头元素、读取队尾元素的运算，基于循环队列实现杨辉三角形 N 行数据的输出。

二．实验要求：

（1）栈中数据元素的类型统一抽象表示为 SElemType 类型，在程序中将 SElemType 类型具体化为 char 类型
（2）队列中数据元素的类型统一抽象表示为 QElemType 类型，在程序中将 QElemType 类型具体化为 int 类型
（3）将栈和队列的基本运算分别封装在 stack.h 和 queue.h 文件中，源程序直接#include “stack.h”和#include “queue.h”
（4）提交 1 个源程序文件，2 个头文件（stack.h 和 queue.h）。

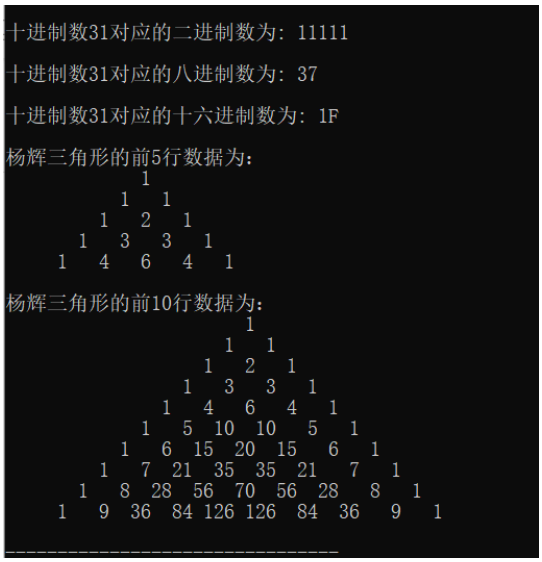
注意.h 文件的生成：
（1）先设计一程序，假设文件名为“XXX.cpp”，包含：顺序栈类型的构建，顺序栈的基本运算，主函数，在主函数中调用测试顺序栈的基本运算，保证顺序栈的基本运算正确。
（2）将“XXX.cpp”另存为“stack.h”，另存的时候选保存类型为“Header files”，然后删除文件里的#include <stdio.h>，typedef int SElemType; ，main()函数等；只留下顺序栈基本运算涉及的内容（参考下图框架）后再次保存。

```
#define Stack_Size 20
#define TRUE 1
#define FALSE 0
typedef struct{
    SElemType elem[Stack_Size];
    int top;
}SeqStack;
void InitStack(SeqStack *s){
int IsEmpty(SeqStack *s){
int IsFull(SeqStack *s){
int Push(SeqStack *S,SElemType e){
int Pop(SeqStack *S,SElemType *e){
int GetTop(SeqStack *S,SElemType *e){
```

（3）文件“queue.h”的生成类似上述两步。
（4）在基于顺序栈、基于队列的应用问题解决的源程序里就可以使用 stack.h 和

queue.h 文件，参考下图：

```
#include <stdio.h>
typedef  int QElemType;
#include "queue.h"
typedef  int SElemType;
#include "stack.h"
void Conversion(int n,int base){
void YangHuiTriangle(int column){
int main(){
    Conversion(31,2);
    Conversion(31,8);
    Conversion(31,16);
    YangHuiTriangle(5);
    YangHuiTriangle(10);
    return 0;
}
```



三．源程序：

文件 1:Stack.h

```
typedef struct
{
    StackElementType elem[maxsize];
    int top;
}SeqStack;
void InitStack(SeqStack *s)//顺序栈的初始化操作
{
    s->top=-1;
}
int Stack_IsEmpty(SeqStack *s)//顺序栈的判空
{
    if(s->top==-1) return 1;
    else return 0;
```

```
}
int Stack_IsFull(SeqStack *s)//顺序栈的判满
{
    if(s->top==maxsize-1) return 1;
    else return 0;
}
int Stack_Push(SeqStack *s,StackElementType e)//顺序栈的入栈操作
{
    if(Stack_IsFull(s)) return 0;
    ++s->top;
    s->elem[s->top]=e;
    return 1;
}
int Stack_Pop(SeqStack *s,StackElementType *e)//顺序栈的出栈操作
{
    if(Stack_IsEmpty(s)) return 0;
    --s->top;
    return 1;
}
int Stack_GetTop(SeqStack *s,StackElementType *e)//读取栈顶元素
{
    if(Stack_IsEmpty(s)) return 0;
    *e=s->elem[s->top];
    return 1;
}
```

文件 2.DebugStack.c

```
#include<stdio.h>
#define maxsize 100
#define StackElementType int
#include"Stack.h"
SeqStack s;
void menu()
{
    printf("1.实现顺序栈的初始化\n2.顺序栈的判空\n3.顺序栈的入栈\n4.顺序栈的出栈\n5.读取栈顶元素\n6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算\n");
    int op;
    scanf("%d",&op);
    if(op==1) InitStack(&s);
    else if(op==2)
    {
        if(Stack_IsEmpty(&s)) printf("The stack is empty\n");
        else printf("It is not an empty stack\n");
    }
    else if(op==3)
    {
```

```
        if(Stack_IsFull(&s))
        {
            printf("You cannot push number into the stack\n");
            return;
        }
        printf("Input the number that you want to push\n");
        int x;
        scanf("%d",&x);
        Stack_Push(&s,x);
    }
    else if(op==4)
    {
        int x;
        if(Stack_Pop(&s,&x)) printf("OK\n");
        else printf("Oops!The stack is empty\n");
    }
    else if(op==5)
    {
        int x;
        if(Stack_GetTop(&s,&x)) printf("The top of the stack is:%d\n",x);
        else printf("Oops!The stack is empty\n");
    }
}
int main()
{
    while(1) menu();
    return 0;
}
```

文件 3. Queue. h

```
typedef struct
{
    QueueElementType elem[maxsize];
    int rear;
    int front;
}SeqQueue;
void InitQueue(SeqQueue *q)//循环链表的初始化操作
{
    q->front=0;
    q->rear=0;
}
int Queue_IsEmpty(SeqQueue *q)//循环队列的判空
{
    if(q->front==q->rear) return 1;
    else return 0;
}
```

```
int Queue_IsFull(SeqQueue *q)
{
    return (q->rear+1)%maxsize==q->rear;
}
int Queue_Push(SeqQueue *q,QueueElementType e)
{
    if(Queue_IsFull(q)) return 0;
    q->elem[q->rear]=e;
    q->rear=(q->rear+1)%maxsize;
    return 1;
}
int Queue_Pop(SeqQueue *q,QueueElementType *e)
{
    if(Queue_IsEmpty(q)) return 0;
    *e=q->elem[q->front];
    q->front=(q->front+1)%maxsize;
    return 1;
}
int Queue_Front(SeqQueue *q,QueueElementType *e)
{
    if(Queue_IsEmpty(q)) return 0;
    *e=q->elem[q->front];
    return 1;
}
int Queue_Back(SeqQueue *q,QueueElementType *e)
{
    if(Queue_IsEmpty(q)) return 0;
    *e=q->elem[(q->rear-1+maxsize)%maxsize];
    return 1;
}
```

文件 4. DebugQueue. c

```
#include<stdio.h>
#define maxsize 100
#define QueueElementType int
#include"Queue.h"
SeqQueue s;
void menu()
{
    printf("1.循环队列的初始化\n2.循环队列的判空\n3.循环队列的判满\n4.循环队列的入队\n5.循环队列的出队\n");
    printf("6.读取队头元素\n7.读取队尾元素内容\n");
    int op;
    scanf("%d",&op);
    if(op==1) InitQueue(&s);
    else if(op==2)
```

```
    {
        if(Queue_IsEmpty(&s)) printf("The queue is empty\n");
        else printf("It is not an empty queue\n");
    }
    else if(op==3)
    {
        if(Queue_IsFull(&s)) printf("The queue is full\n");
        else printf("The queue is not full\n");
    }
    else if(op==4)
    {
        if(Queue_IsFull(&s))
        {
            printf("You cannot push number into the queue\n");
            return;
        }
        printf("Input the number that you want to push\n");
        int x;
        scanf("%d",&x);
        Queue_Push(&s,x);
    }
    else if(op==5)
    {
        int x;
        if(Queue_Pop(&s,&x))printf("OK\n");
        else printf("The queue is empty\n");
    }
    else if(op==6)
    {
        int x;
        if(Queue_Front(&s,&x)) printf("The front of the queue is:%d\n",x);
        else printf("Oops!The queue is empty\n");
    }
    else if(op==7)
    {
        int x;
        if(Queue_Back(&s,&x)) printf("The back of the queue is:%d\n",x);
        else printf("Oops!The queue is empty\n");
    }
}
int main()
{
    while(1) menu();
    return 0;
}
```

文件 5. Parentheses.c

```c
#include<stdio.h>
#define StackElementType char
#define maxsize 100
#include"Stack.h"
int match(char str1,char str2)
{
    if(str1=='('&&str2==')') return 1;
    if(str1=='['&&str2==']') return 1;
    if(str1=='{'&&str2=='}') return 1;
    return 0;
}
void BracketMatch(char str[])
{
    SeqStack s;
    int i;
    char ch;
    InitStack(&s);
    for(i=0;str[i]!='\0';++i)
    {
        switch(str[i])
        {
            case '(':
            case '[':
            case '{':
                Stack_Push(&s,str[i]);break;
            case ')':
            case ']':
            case '}':
                if(Stack_IsEmpty(&s))
                    {printf("左括号多余\n");return;}
                else
                {
                    Stack_GetTop(&s,&ch);
                    if(match(ch,str[i])) Stack_Pop(&s,&ch);
                    else {printf("括号类型不匹配\n");return;}
                }
        }
    }
    printf("括号匹配成功\n");
    return;
}
int main()
{
    char str[100];
```

```
    scanf("%s",str);
    BracketMatch(str);
    return 0;
}
```

文件 6. Yang_Hui_Triangle.c

```
#include<stdio.h>
#define maxsize 100
#define QueueElementType int
#include"Queue.h"
void Yang_Hui_Triangle(int N)
{
    SeqQueue q;
    InitQueue(&q);
    Queue_Push(&q,1);//第一行元素入队
    for(int n=2;n<=N;++n)
    {
        Queue_Push(&q,1);//第 n 行的第一个元素入队
        for(int i=1;i<=n-2;++i)
        {
            QueueElementType tmp1,tmp2;
            Queue_Pop(&q,&tmp1);
            printf("%d ",tmp1);
            Queue_Front(&q,&tmp2);
            tmp2+=tmp1;
            Queue_Push(&q,tmp2);
        }
        QueueElementType x;
        Queue_Pop(&q,&x);
        printf("%d ",x);
        Queue_Push(&q,1);
        printf("\n");
    }
    while(!Queue_IsEmpty(&q))
    {
        QueueElementType x;
        Queue_Pop(&q,&x);
        printf("%d ",x);
    }
}
int main()
{
    Yang_Hui_Triangle(5);
    return 0;
}
```

四．运行结果：

对文件 DebugStack.c 而言：
当原顺序栈为空

```
1
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
2
The stack is empty
```

将 1 入栈，判断栈是否为空，并读取栈顶元素

```
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
3
Input the number that you want to push
1
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
2
It is not an empty stack
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
5
The top of the stack is:1
```

让 4 入栈，再读取栈顶元素

```
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
3
Input the number that you want to push
4
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
5
The top of the stack is:4
```

让栈顶元素 4 出栈，再读取栈顶元素

```
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
4
OK
1.实现顺序栈的初始化
2.顺序栈的判空
3.顺序栈的入栈
4.顺序栈的出栈
5.读取栈顶元素
6.基于顺序栈实现表达式或者文本括号匹配的检验运算
5
The top of the stack is:1
```

对于文件 DebugQueue.c 而言：
当原队列为空：

```
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
1
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
2
The queue is empty
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
3
The queue is not full
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
```

连续将 1 2 3 4 加入队列中(这里只展示 4 入队的操作)：

```
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
4
Input the number that you want to push
4
```

分别读取队头和队尾的元素

```
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
6
The front of the queue is:1
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
7
The back of the queue is:4
```

队头出队，再次读取队头队尾元素

```
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
5
OK
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
6
The front of the queue is:2
1.循环队列的初始化
2.循环队列的判空
3.循环队列的判满
4.循环队列的入队
5.循环队列的出队
6.读取队头元素
7.读取队尾元素内容
7
The back of the queue is:4
```

对于文件 Parentheses.c

```
{(())}[]
括号匹配成功
{{[])
括号类型不匹配

{()
左括号多余

())
右括号多余
```

对于文件 Yang_Hui_Triangle.c

```
1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1 %
```

```
1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
1 7 21 35 35 21 7 1
1 8 28 56 70 56 28 8 1
1 9 36 84 126 126 84 36 9 1
1 10 45 120 210 252 210 120 45 10 1
1 11 55 165 330 462 462 330 165 55 11 1
1 12 66 220 495 792 924 792 495 220 66 12 1
1 13 78 286 715 1287 1716 1716 1287 715 286 78 13 1
1 14 91 364 1001 2002 3003 3432 3003 2002 1001 364 91 14 1
1 15 105 455 1365 3003 5005 6435 6435 5005 3003 1365 455 105 15 1
1 16 120 560 1820 4368 8008 11440 12870 11440 8008 4368 1820 560 120 16 1
1 17 136 680 2380 6188 12376 19448 24310 24310 19448 12376 6188 2380 680 136 17 1
1 18 153 816 3060 8568 18564 31824 43758 48620 43758 31824 18564 8568 3060 816 153 18 1
1 19 171 969 3876 11628 27132 50388 75582 92378 92378 75582 50388 27132 11628 3876 969 171 19 1 %
```

五．实验小结：

1.文件 1:Stack.h

顺序栈结构：使用数组 elem 和 top 指针实现的栈，支持基本的栈操作（入栈、出栈、读取栈顶元素等）。

初始化操作：InitStack 函数用于初始化栈，将 top 设为 -1 表示栈为空。

判空与判满：通过 Stack_IsEmpty 和 Stack_IsFull 函数判断栈是否为空或已满，必要时抛出异常

入栈操作：Stack_Push 函数在栈不满的情况下将新元素压入栈顶，并更新 top 指针。

出栈操作：Stack_Pop 函数在栈不空的情况下弹出栈顶元素，更新 top 指针。

读取栈顶元素：Stack_GetTop 函数用于获取栈顶元素的值，而不改变栈的状态。

2.文件 2:Queue.h

循环队列结构：使用数组 elem、front、rear 实现的循环队列，支持基本的队列操作。

初始化操作：InitQueue 函数初始化队列，将 front 和 rear 都设为 0，表示队列为空。

判空与判满：Queue_IsEmpty 和 Queue_IsFull 函数分别判断队列是否为空或已满，必要时抛出异常

入队操作：Queue_Push 函数在队列不满时将新元素插入队尾，并更新 rear 指针。
出队操作：Queue_Pop 函数在队列不空时从队头移出元素，并更新 front 指针。
读取队头元素：Queue_Front 函数用于获取队头元素的值，而不改变队列状态。
读取队尾元素：Queue_Back 函数用于获取队尾元素的值，注意这里通过计算 (rear-1+maxsize)%maxsize 来定位队尾。
杨辉三角形输出：使用循环队列实现杨辉三角形的 N 行数据输出，充分利用队列的特性来管理和输出每行的数值。
3.文件 3.DebugStack.c
顺序栈初始化：通过 InitStack 函数将栈顶指针设置为 -1，以表示栈为空。
栈判空：Stack_IsEmpty 函数检查栈是否为空，即栈顶指针是否为 -1。
入栈操作：Stack_Push 函数将元素添加到栈顶，并更新栈顶指针。
出栈操作：Stack_Pop 函数从栈顶移除元素，并更新栈顶指针。
读取栈顶元素：Stack_GetTop 函数获取栈顶元素而不修改栈状态。
括号匹配检查：通过顺序栈实现对表达式或文本中括号的匹配检查。
菜单系统：menu 函数提供交互式界面以执行各种栈操作，并显示相应的结果或错误信息。
4.文件 4:DebugQueue.c
循环队列初始化：通过 InitQueue 函数将队列的 front 和 rear 指针都设置为 0，以初始化一个空队列。
循环队列判空：Queue_IsEmpty 函数检查队列是否为空，即 front 和 rear 指针是否相等。
循环队列判满：Queue_IsFull 函数检查队列是否已满，即 (rear + 1) % maxsize 是否等于 front。
循环队列入队：Queue_Push 函数将元素添加到队尾，并更新 rear 指针。
循环队列出队：Queue_Pop 函数从队头移除元素，并更新 front 指针。
读取队头元素：Queue_Front 函数获取队头元素而不修改队列状态。
读取队尾元素：Queue_Back 函数获取队尾元素而不修改队列状态。
5.文件 5: Parentheses.c
match 函数：检查两个字符是否是匹配的括号对，返回 1 表示匹配，0 表示不匹配。
BracketMatch 函数：使用顺序栈来检查括号匹配。遇到左括号时入栈，遇到右括号时检查栈顶元素是否匹配，若不匹配或栈空则输出错误信息。匹配成功则输出“括号匹配成功”。
main 函数：读取一个括号字符串并调用 BracketMatch 函数来验证括号的匹配情况。
6.文件 6: Yang_Hui_Triangle.c
Yang_Hui_Triangle 函数：使用循环队列输出杨辉三角形的前 N 行。每行开始时入队 1，然后计算并入队每行的中间元素，最后再入队 1。
入队和出队：每行开始时将 1 入队。计算每行的中间元素时，从队列中取出元素进行加法运算，然后将结果入队。
打印：在处理每一行后，打印当前行的元素。处理完所有行后，输出队列中的剩余元素。
main 函数：调用 Yang_Hui_Triangle 函数生成并输出杨辉三角形的前 100 行。

实验四：

一．实验内容：

二．实验要求：

三．源程序：

四．运行结果：

五．实验小结：