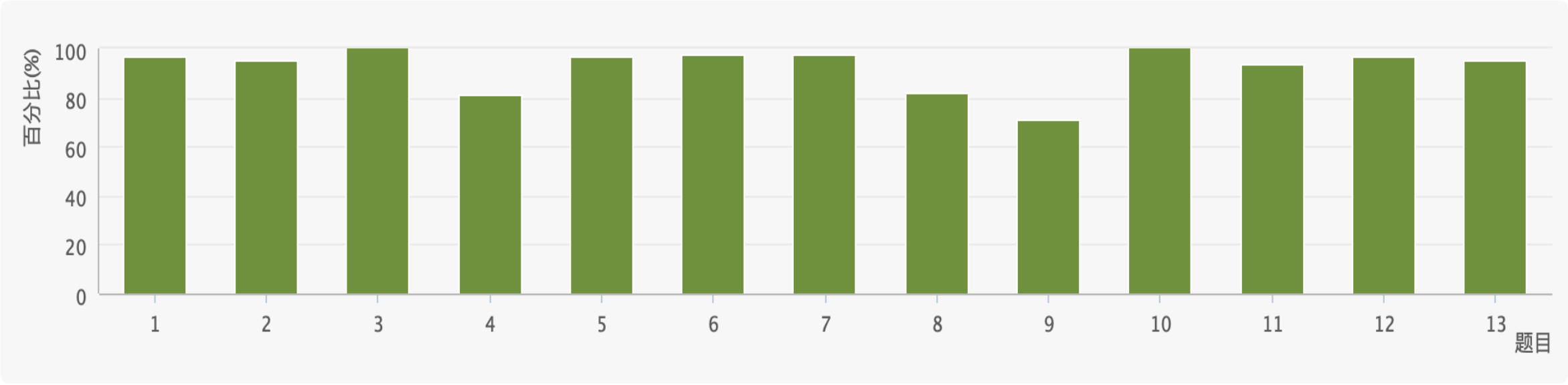
数据结构与算法

人工智能与大数据学院

统计详情

返回



8 相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合称为（ ）

正确答案：

第一空：[redacted]

正确： 51 人　　半对： 0 人　　错误： 11 人　　正确率： 82%

4 算法的设计要求包括（）

A、 正确性

B、 可读性

C、 有穷性

D、 健壮性

E、 高效率

正确答案： [redacted] 正确： 50 人 半对：0 人 错误： 12 人 正确率： 81%

9 线性表中的数据元素满足（ ）结构

正确答案：

第一空： 线性

正确： 44 人　　半对： 0 人　　错误： 18 人　　正确率： 71%

答题记录

逻辑

线性结构

一对一

顺序存储结构

顺序结构

顺序

线性结构

顺序

一对一

一对一

限行

一对一

线性结构

相同

一对一

相同

链式

逻辑

第2章　线性结构

本章的学习目标：

① 理解线性表的基本概念

② 掌握线性表的基本操作

③ 掌握线性表顺序存储结构的实现方法

④ 掌握线性表链式存储结构的实现方法

第2章 线性结构

数据元素之间的关系统称为逻辑关系或者逻辑结构。

集合结构、线性结构、树形结构、图形结构

线性表

其中线性表是最基本和最常用的数据结构，在线性结构中，数据元素之间是一对一的逻辑关系

第2章 线性结构

本节课的主要内容：

1、线性表的定义

2、线性表的基本操作

3、线性表的顺序存储

第2章 线性结构——线性表

线性表的定义

线性表是n(n >= 0)个*具有相同类型*的数据元素的**有限**序列，逻辑结构记为

$$L = (a_1, a_2, \ldots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \ldots, a_n)$$

- L：线性表的名称
- a_1：表头元素
- a_i：组成线性表的数据元素，i是数据编号
- a_n：表尾元素，n是表长，n=0时，表示空表

第2章 线性结构——线性表

线性表的定义

线性表 $L=(a_1,a_2,\cdots,a_{i-1},a_i,a_{i+1},\cdots,a_n)$

a_i的前驱　　a_i的后继

其中，a_{i-1}称为a_i的直接前驱，a_{i+1}称为a_i的直接后继。

注意：表头a_1没有直接前驱，表尾a_n没有直接后继。线性表的其他数据元素有且仅有一个直接前驱，有且仅有一个后继。
后续在不混淆的情况下将省略“直接”二字

第2章 线性结构——线性表

线性表的定义（示例）

例如，3名学生组成的线性表 L=(stu1, stu2, stu3)。

在c语言中数据元素可以用结构体表示：

```
struct student{
    int number;
    int score;
    char name[10];
}stu1,stu2,stu3;
```

第2章 线性结构——线性表

线性表的定义

- 数据元素在线性表中的位置取决于它自身的序号
- 数据元素在线性表中是有序的
- 数据元素之间存在一对一的关系
- 线性表的逻辑结构是线性结构

第2章 线性结构——线性表

线性表的基本操作

① 初始化线性表
② 销毁线性表
③ 线性表清空
④ 线性表判空
⑤ 求线性表的长度
⑥ 取表中的元素
⑦ 按值查找
⑧ 插入操作
⑨ 删除操作
⑩ 求前驱操作
⑪ 求后继操作

- 数据结构的操作是定义在逻辑结构层次上的，操作的具体实现是建立在存储结构上
- 其他操作可以通过基本操作来实现

线性表的基本操作

以下基本操作仅需要一个输入参数，均为线性表

基本操作	线性表初始化	销毁线性表	线性表清空	线性表判空	计算线性表的长度
名称	List_Init	List_Destory	List_Clear	List_Empty	List_Size
初始条件	线性表不存在	线性表存在			
操作结果	成功返回success，构造一个空的线性表，否则返回fatal	释放线性表所占空间	清除线性表中所有元素，线性表变空	如果线性表为空，返回true，否则返回false	返回线性表中所含数据元素的个数

线性表的基本操作

以下6种基本操作除了需要线性表作为输入参数外，还需要其他参数

基本操作	名称	初始条件	其他输入参数	操作结果
取表中元素	Status List_Retrieve(ListPtr L, int pos, ElemType *elem)	线性表L存在	数据元素位置pos	如果1<=pos<=List_Size(L)，返回success，同时将L中的第pos个元素的值放入elem中，否则返回range_error
按值查找	Status List_Locate(ListPtr L, ElemType *elem , int *pos)		数据元素elem	若找到，返回success，同时将L中首次出现的值为elem的那个元素的序号记入pos，否则，返回fail
插入操作	Status List_Insert(ListPtr L, int pos, ElemTyep elem)		数据元素位置pos，数据元素elem	判断pos是否合理，表示线性表中还有未用的存储空间，则在第pos个位置上插入一个值为elem的新元素，插入后的表长+1，返回success，否则返回range_error

线性表的基本操作

基本操作	名称	初始条件	其他输入参数	操作结果
删除操作	Status List_Remove(ListPtr L, int pos)	线性表L存在	数据元素位置pos	如果pos合理，删除后使序号为pos+1,pos+2,…,n的元素的序号变为pos,pos+1,…,n-1。表长-1，返回success，否则返回range_error
求前驱操作	Status List_Prior(ListPtr L, int pos, ElemType * elem)		数据元素位置pos	如果第pos个数据元素的直接前驱存在，将其存入elem中，返回success，否则返回fail
求后继操作	Status List_next(ListPtr L, int pos, ElemType * elem)		数据元素位置pos	如果第pos个数据元素的直接后继存在，将其存入elem中，返回success，否则返回fail

线性表的基本操作

在线性表中，在11种基本操作的基础上，可以实现其他一些复杂的操作。下面以两个例子进行说明

【例1】用线性表La和Lb分别表示集合A和集合B，现要求一个新的集合$A = A \cup B$

线性表的基本操作

【例1】用线性表La和Lb分别表示集合A和集合B，现要求一个新的集合$A = A \cup B$

分析：将线性表Lb中的数据元素逐个取出，判断其是否在线性表La中，如果不在，就将其插入线性表La

涉及到的线性表的基本操作包括：

① 取表中元素
② 按值查找
③ 插入操作
④ 求线性表的长度

第2章 线性表

【例1】用线性表La和Lb分别表示集合A和集合B，现要求一个新的集合$A = A \cup B$

【线性表合并算法】

```
Status List_Union(ListPtr La, ListPtr Lb){
    ElemType elem;                                  /* elem用于存放从Lb中取出的元素 */
    Status status;                                  /* 状态代码 */
    int i, j, len = List_Size(Lb);                  /* len用于存放从Lb的元素个数 */
    for(i = 1; i <= len; i++){
        List_Retrieve(Lb, i, &elem);                /* 取出Lb中第i个数据元素 */
        status = List_Locate(La, elem, &j);         /* 判断它是否在La中 */
        if(status != success){                      /* 如果不在 */
            status = List_Insert(La, 1, elem);      /* 将其插入到La的第1个位置 */
            if(status != success)break;             /* 插入失败则退出 */
        }
    }
    return status;
}
```

线性表的基本操作

【思考】用线性表La和Lb分别表示集合A和集合B，现要求一个新的集合$A = A \cap B$

分析：将线性表La中的数据元素逐个取出，判断其是否在线性表Lb中，如果不在，则将该元素从线性表La中删除

涉及到的线性表的基本操作包括：

① 取表中元素

② 按值查找

③ 删除操作

④ 求线性表的长度

线性表的基本操作

【例2】已知线性表La和Lb中元素分别按非递减顺序排列，现要求将它们合并成一个新的线性表Lc，并使得Lc中的元素也按照非递减顺序排列

1，2，3，4，5，6

9，8，7，6，5，4

1，2，2，3，4，4

6，6，5，4，3，3

线性表的基本操作

【例2】已知线性表La和Lb中元素分别按非递减顺序排列，现要求将它们合并成一个新的线性表Lc，并使得Lc中的元素也按照非递减顺序排列

La : (1, 3, 3, 6, 7)
Lb : (2, 2, 5, 8)

Lc ？

线性表的基本操作

【例2】已知线性表La和Lb中元素分别按非递减顺序排列，现要求将它们合并成一个新的线性表Lc，并使得Lc中的元素也按照非递减顺序排列

分析：线性表Lc初始为空。依次扫描La和Lb中的元素，比较当前元素的值，将较小值的元素插入Lc的最后一个元素之后。如此反复，直到一个线性表扫描完毕，然后将未完的那个线性表中余下的元素逐个插入到Lc的表尾。

涉及到的线性表的基本操作包括：

① 线性表初始化
② 取表中元素
③ 线性表插入元素
④ 求线性表的长度

```c
Status List_Merge(ListPtr La, ListPtr Lb, ListPtr Lc){
    ElemType elem1, elem2;                          /* 用于暂存数据元素 */
    Status status;                                  /* 状态代码 */
    status = List_Init(Lc);                         /* 初始化线性表Lc */
    if(status != success){return status};           /* 初始化失败则退出 */
    int i=1, j=1, k=1;                              /* i,j,k分别用于指示La, Lb, Lc中当前正处理的元素 */
    int n = List_Size(La), m = List_Size(Lb);       /* n,m分别存放La, Lb中的元素个数 */
    while(i <= n && j <= m) {                       /* 两个表都还未处理完 */
        List_Retrieve(La, i, &elem1);
        List_Retrieve(Lb, j, &elem2);
        if(elem1 < elem2){
            status = List_Insert(Lc, k, elem1);
            i = i+1;                                /* 处理La中下一个数据元素 */
        }else{
            status = List_Insert(Lc, k, elem2);
            j = j+1;                                /* 处理Lb中下一个数据元素 */
        }
        if(status != success) return status;        /* 插入失败则退出 */
        k = k+1;
    }
    while(i <=n){                                   /* 表La都还未处理完 */
        List_Retrieve(La, i, &elem1);
        status = List_Insert(Lc, k, elem1);
        if(status != success) return status;        /* 插入失败则退出 */
        i = i+1; k = k+1;
    }
    while(j <=m){                                   /* 表Lb都还未处理完 */
        List_Retrieve(Lb, j, &elem2);
        status = List_Insert(Lc, k, elem2);
        if(status != success) return status;        /* 插入失败则退出 */
        i = i+1; k = k+1;
    }
    return status;
}
```

有序表的合并算法

线性表的顺序存储

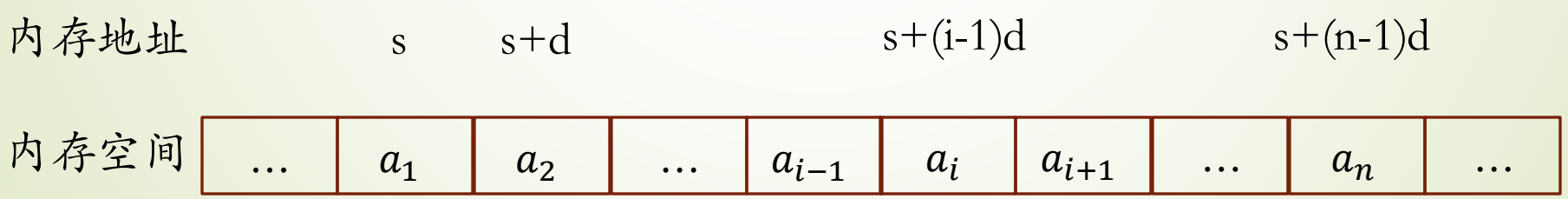
线性表的**顺序存储结构**是指用一组**地址连续**的内存单元依次存储线性表中的各个数据元素，数据元素之间的**线性关系**通过存储单元的**相邻关系**来体现，用这种存储形式存储的线性表称为**顺序表**

线性表的顺序存储

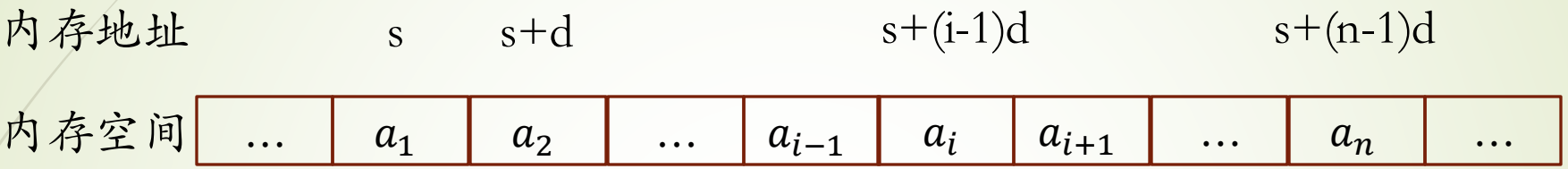
在顺序表的存储结构中，内存中物理地址相邻的结点一定具有线性表中逻辑相邻关系。

对线性表L=$(a_1, a_2, \ldots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \ldots, a_n)$，由于所有数据元素$a_i$的类型相同，因此每个元素占用的存储空间的大小是相同的。

假设每个数据元素占d个存储单元，第一个数据元素的存放地址（基地址）是s，则该线性表的顺序存储结构如下图所示：



线性表的顺序存储



由于数据元素a_i和a_{i+1}存放在两个相邻的存储单元中，记$loc(a_i)$为a_i的存储地址，则第i个数据元素的地址可用如下公式计算

$$loc(a_i) = loc(a_1) + (\mathrm{i} - 1) \times d$$

每个数据元素地址的计算都需要1次减法、1次乘法和1次加法，需要的计算时间是相同的，这表明顺序表具有按数据元素的序号随机存取的特点，因此**顺序表也称为线性表的随机存储结构**。

线性表的顺序存储

顺序存储的优缺点：

优点：

- 随机存取元素容易实现，根据定位公式容易确定表中每个元素的存储位置
- 简单、直观

缺点：

- 插入和删除结点困难
- 扩展不灵活

线性表的顺序存储

线性表的顺序存储结构描述：

```
#define LIST_INIT_SIZE 100

typedef struct SqList{
    int *elem;                  // 线性表的基地址
    int length;                 // 线性表的当前长度
    int listsize;               // 顺序表当前分配的存储空间的大小
}SqList, *ListPtr;

typedef ListPtr sqlistptr;
```

线性表的顺序存储

线性表的初始化：

```
Status List_Init(sqlistptr L){
    Status s=success;
    L->listsize = LIST_INIT_SIZE;
    L->length = 0;
    L->elem = (int *)malloc(sizeof(int)*L->listsize);
    if(L->elem == NULL)
        s = fatal;
    return s;
}
```

算法时间复杂度: O(1)

线性表的顺序存储

顺序表的查找操作

查找有时也称定位，查找的要求通常有两种：按位置查找和按值查找。按位置查找是给定数据元素的位置，在线性表中找出相应的数据元素；按值查找是给定数据元素的值（或值的一部分，比如数据元素的某个数据项），在线性表中查找相应数据元素的位置（或其它信息）

线性表的顺序存储

顺序表的查找操作——按位置查找

```
Status List_Retrieve(ListPtr L, int pos, int *elem){
    Status status = range_error;
    int len = L->len;
    if(1 <= pos && pos <= len){
        *elem = L->elem[pos];
        status = success;
    }
    return status;
}
```

算法时间复杂度: O(1)

线性表的顺序存储

顺序表的查找操作——按值查找

```
Status List_Locate(ListPtr L, int elem, int *pos){
    Status status = range_error;
    int len = L->len;
    int i = 1;
    while (i <= len && L->elem[i] != elem) {
        i++;
    }
    if(i <= len){
        *pos = i;
        status = success;
    }
    return status;
}
```

算法时间复杂度:?

线性表的顺序存储

（1）顺序表的按位置查找算法

该算法的算法复杂度为O(1)。
这也是顺序表是随机存取结构，查找速度快的原因。

（2）顺序表的按值查找算法

List_Locate的时间耗费主要在于比较数据元素是否相等，显然，比较的次数和给定的数据元素有关。最好的情况是第1个元素就是要找的元素，只需比较1次。如果该数据元素不在此线性表中，则需要比较n次，最坏的时间复杂度为O(n)

线性表的顺序存储

顺序表的插入操作

顺序表的插入操作是指在表的某个位置插入一个新的数据元素。设原来的顺序表为

$$(a_1, a_2, \cdots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \cdots, a_n)$$

在第i个位置成功插入数据元素x后，原顺序表变为表长为n+1的顺序表

$$(a_1, a_2, \cdots, a_{i-1}, \boldsymbol{x}, a_i, a_{i+1}, \cdots, a_n)$$

由于是顺序表，结点之间的逻辑顺序和物理顺序一致，为保证插入数据元素后的相对关系，必须先将位置为i, i+1, ···, n的元素依次后移一个位置

线性表的顺序存储

顺序表的**插入**操作

具体描述如下：

对给定的顺序表L、给定的数据元素elem和给定的位置pos，若1 <= pos <= List_Size(L) + 1，在顺序表L的第pos个位置上插入一个值为elem的新数据元素，原序号为pos，pos+1, …, n的数据元素的序号变为pos+1, pos+2, …, n+1，插入后表长 = 原表长 + 1，返回success；否则，若没有空间则返回overflow，若插入位置不正确则返回range_error

线性表的顺序存储

顺序表的**插入**操作

具体实现步骤:

① 检查插入位置是否合法，如果合法则继续，否则退出。

② 判断表是否已占满，因为可能存在所分配存储空间全部被使用的情况，此时也不能实现插入。

③ 若前面检查通过，则数据元素依次向后移动一个位置；为避免覆盖原数据，应从最后一个向前依次移动

④ 新数据元素放到恰当位置

⑤ 表长加1

顺序表的**插入**操作（算法分析）

顺序表中插入操作的时间主要消耗在数据的移动上。

假设顺序表的长度为n，插入的位置为i，在第i个位置上插入数据元素elem，从a_i到a_n都要向后移动一个位置，共需要移动n-i+1个数据元素。因此，最好的情况是在最后一个元素后面插入新元素，此时不需要移动数据，时间复杂度为O(1)，最坏的情况是在第一个位置插入新元素，此时需要移动n次，时间复杂度为O(n)

线性表的顺序存储

顺序表的删除操作

顺序表的删除操作是指删除顺序表中某个位置的数据元素。设原来的顺序表为

$$(a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n)$$

删除第i个位置的数据元素a_i，原顺序表变为表长为n-1的顺序表

$$(a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_{i+1}, \dots, a_n)$$

由于是顺序表，结点之间的逻辑顺序和物理顺序一致，为保证删除操作后数据元素之间的相对关系，必须将a_i后面的数据元素依次前移一个位置

线性表的顺序存储

顺序表的**删除**操作

具体描述如下：

对给定的顺序表L和给定的位置pos，若1 <= pos <= List_Size(L)，在顺序表L中删除序号为pos的数据元素，原序号为pos+1，pos+2, …, n的数据元素的序号变为pos, pos+1, …, n-1，删除后表长 = 原表长 - 1，返回success；否则返回range_error

线性表的顺序存储

顺序表的删除操作

具体实现步骤:

①检查删除位置是否合法，如果合法则继续，否则退出。

②若前面检查通过，删除指定位置的元素，其后的数据元素依次向前移动一个位置

③表长减1

顺序表的删除操作（算法实现）

```
Status List_Remove(ListPtr L, int pos){
    Status status = range_error;    /* 初始化状态变量为range_error */
    int len = L -> length;
    int i;
    if(1 <=  pos && pos <= len){
        for(i=pos; i < len; i++)
            L -> elem[i] = L -> elem[i+1];  /* 数据元素前移一个位置 */
        L -> length--;
        status = success;
    }
    return status;
}
```

与顺序表的插入操作类似，顺序表的删除操作的时间主要消耗在移动顺序表中的数据元素上。假设顺序表的长度为n，最好的情况是删除最后一个元素，此时不需要移动数据，时间复杂度为O(1)，最坏的情况是删除第一个数据元素，此时需要移动n-1次，时间复杂度为O(n)

线性表的顺序存储

顺序表的基本操作除查找、插入和删除以外，还包括顺序表的创建、销毁、清空、判空以及前驱后继的求取等。对应的具体的实现算法的时间复杂度均为O(1)

顺序表的优点：

① 方法简单，易于实现
② 不用为表示结点间的逻辑关系而增加额外的存储开销
③ 可按序号随机存取顺序表中的数据元素

顺序表的缺点：

① 插入、删除操作时，平均移动大约表中一半的元素，因此对较长的顺序表而言效率低
② 需要预先分配存储空间，预先分配存储空间过大，可能会导致顺序表后部大量存储空间闲置，造成空间极度浪费；预先分配空间过小，又回造成数据溢出。

线性表的顺序存储

课后思考题：

使用C语言设计编写功能函数，实现顺序表插入数据结点，结点对应的结构体以及函数定义如下：

```
typedef struct{
    int data[N];  //顺序表的数据结点
    int len;          //顺序表最后一个结点的下标值
}seqlist_t;
int seqlist_insert(seqlist_t *l, int value);
```