2.2 线性表的顺序表示和实现

2.2.1 顺序表的定义

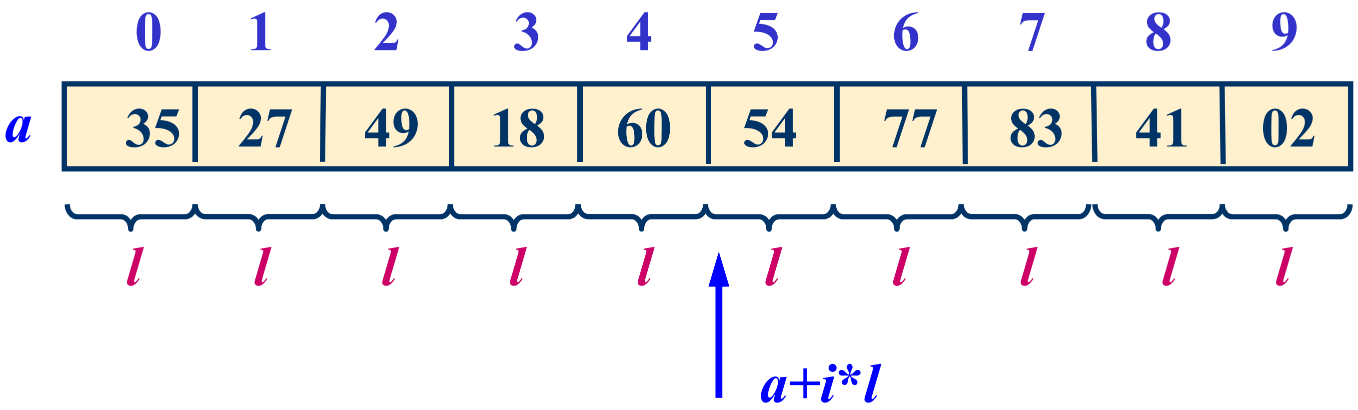
- 顺序表的定义和特点
  - 定义 将线性表中的元素相继存放在一个连续的存储空间中，即构成顺序表。
  - 存储 它是线性表的顺序存储表示，可利用一维数组描述存储结构。
  - 特点 元素的<u>逻辑顺序与物理顺序一致</u>。
  - 访问方式 可顺序存取，可按下标直接存取。

	0	1	2	3	4	5
data	25	34	57	16	48	09

顺序表的连续存储方式

$$LOC(i) = LOC(i\text{-}1) + l = a + i * l,$$

LOC 是元素存储位置，*l* 是元素大小



$$LOC(i) = \begin{cases} a, & i = 0 \\ LOC(i\text{-}1)+l = a + i*l, & i > 0 \end{cases}$$

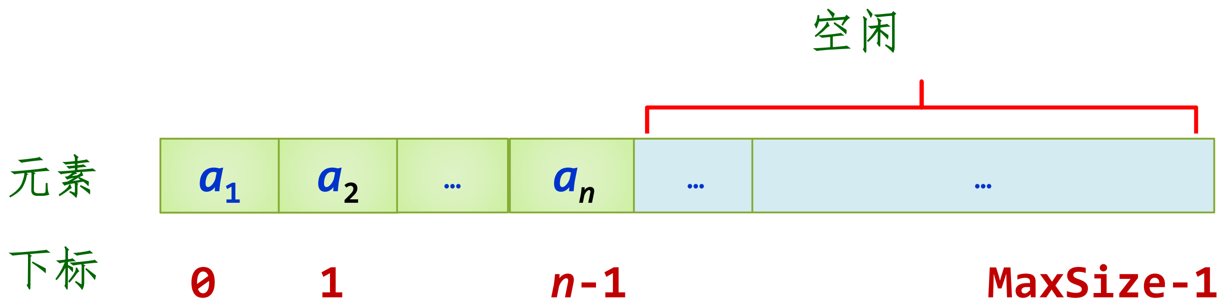
假定线性表的数据元素的类型为ElemType，在C/C++语言中，顺序表类型声明如下：

```
// ------ 线性表的动态分配顺序存储结构 --------
#define LIST_INIT_SIZE 100   // 线性表存储空间的初始分配量
#define LIST_INCREMENT 10    // 线性表存储空间的分配增量
typedef int ElemType;        //元素的数据类型
typedef struct {
  ElemType *elem;            // 存储空间基址
  int length;                // 当前长度
  int listsize;              // 当前分配的存储容量
} SqList;
```

```c
// ------ 线性表的静态分配顺序存储结构 --------
#define MaxSize 100
typedef int ElemType;        //假设顺序表中所有元素为int类型
typedef struct
{
   ElemType data[MaxSize];   //存放顺序表的元素
   int length;               //顺序表的实际长度
} SqList;                    //顺序表类型
```

```c
#define TRUE 1
#define FALSE 0
#define OK 1
#define ERROR 0
typedef int Status;   // Status值是函数结果状态代码，如OK等
```

顺序表的示意图如下：



由于顺序表采用数组存放元素，而数组具有随机存取特性，所以顺序表具有**随机存取特性**。

2.2.2 顺序表基本运算的实现

（1）初始化线性表算法

将顺序表L的length域置为0。

```
Status InitList_Sq(SqList  &L)
{
   // 算法2.3  构造一个空的线性表L。
   L.elem = (ElemType *)malloc(LIST_INIT_SIZE*sizeof(ElemType));
   if (!L.elem)   return  ERROR;              // 存储分配失败
   L.length = 0;                              // 空表长度为0
   L.listsize = LIST_INIT_SIZE;               // 初始存储容量
   return OK;
}
```

（2）销毁线性表算法

由于顺序表L的内存空间是由动态分配得到的，在不再需要时应该主动释放其空间。

```
Status DestroyList(SqList &L)
{ // 初始条件：顺序线性表L已存在。操作结果：销毁顺序线性表L
    free(L.elem);
    L.elem = NULL;
    L.length = 0;
    L.listsize = 0;
    return OK;
}
```

（3）求线性表长度运算算法

返回顺序表L的length域值。

```
int GetLength(SqList L)
{
    return L.length;
}
```

（4）求线性表中第i个元素算法

在位序（逻辑序号）i无效时返回特殊值0（假），有效时返回1（真），并用引用型形参e返回第i个元素的值。

```
Status GetElem(SqList L, int i, ElemType &e)
{ // 初始条件：顺序线性表L已存在，1≤i≤ListLength(L)
  // 操作结果：用e返回L中第i个数据元素的值
    if(i < 1 || i > L.length)
        return ERROR;
    e = *(L.elem + i - 1);
    return OK;
}
```

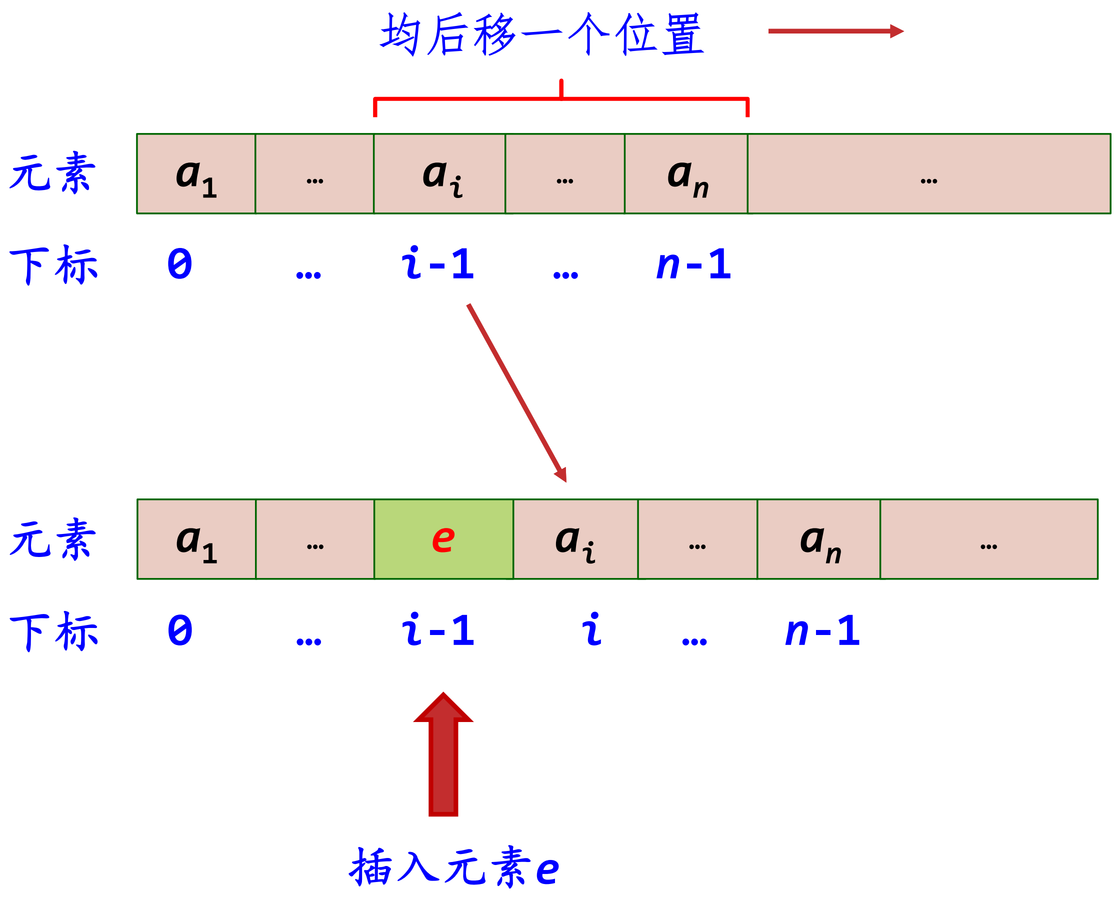
（5）按值查找算法

在顺序表L找第一个值为e的元素，找到后返回其逻辑序号，否则返回0（由于线性表的逻辑序号从1开始，这里用0表示没有找到值为e的元素）。

```
int LocateElem(SqList L, ElemType e)
{
    ElemType *p;
    int i = 1;          // i的初值为第1个元素的位序
    p = L.elem;         // p的初值为第1个元素的存储位置
    while(i <= L.length && (*p++ != e))
        ++i;
    if(i <= L.length)
        return i;
    else
        return 0;
}
```

（6）插入算法Insert

- 将新元素*e*插入到顺序表L中逻辑序号为*i*的位置（如果插入成功，元素*e*成为线性表的第*i*个元素）。
- i的合法值为1≤i≤L.Length+1。当*i*无效时返回0（表示插入失败）。
- 有效时将L.elem[*i*-1..L.length-1]后移一个位置，在L.elem[*i*-1]处插入*e*，顺序表长度增1，并返回1（表示插入成功）。

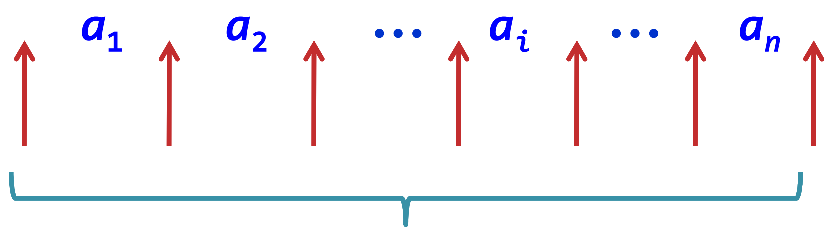

均后移一个位置
元素
a_1
…
a_i
…
a_n
…
下标
0
…
i-1
…
n-1
元素
a_1
…
e
a_i
…
a_n
…
下标
0
…
i-1
i
…
n-1
插入元素e

```
Status ListInsert_Sq(SqList &L, int i, ElemType e)
{   // 算法2.4;   i的合法值为1≤i≤L.Length+1
    ElemType *p;
    if(i < 1 || i > L.length + 1)
        return ERROR;                  // i值不合法
    if(L.length >= L.listsize) {       // 当前存储空间已满，增加容量
        ElemType *newbase = (ElemType *)realloc(L.elem,
                (L.listsize + LISTINCREMENT) * sizeof(ElemType));
        if(!newbase)
            return ERROR;                    // 存储分配失败
        L.elem = newbase;                     // 新基址
        L.listsize += LISTINCREMENT;         // 增加存储容量
    }
    ElemType *q = &(L.elem[i - 1]);          // q为插入位置
    for(p = &(L.elem[L.length - 1]); p >= q; --p)
        *(p + 1) = *p;                       // 插入位置及之后的元素右移
    *q = e;                                 // 插入e
    ++L.length;                             // 表长增1
    return OK;
}
```

算法分析

- 当$i=n+1$时（插入尾元素），移动次数为0，元素移动次数为0，即最好的情况。
- 当$i=1$时（插入后为第一个元素），移动次数为n，即最坏的情况。

➢ 平均情况分析



n+1种插入情况

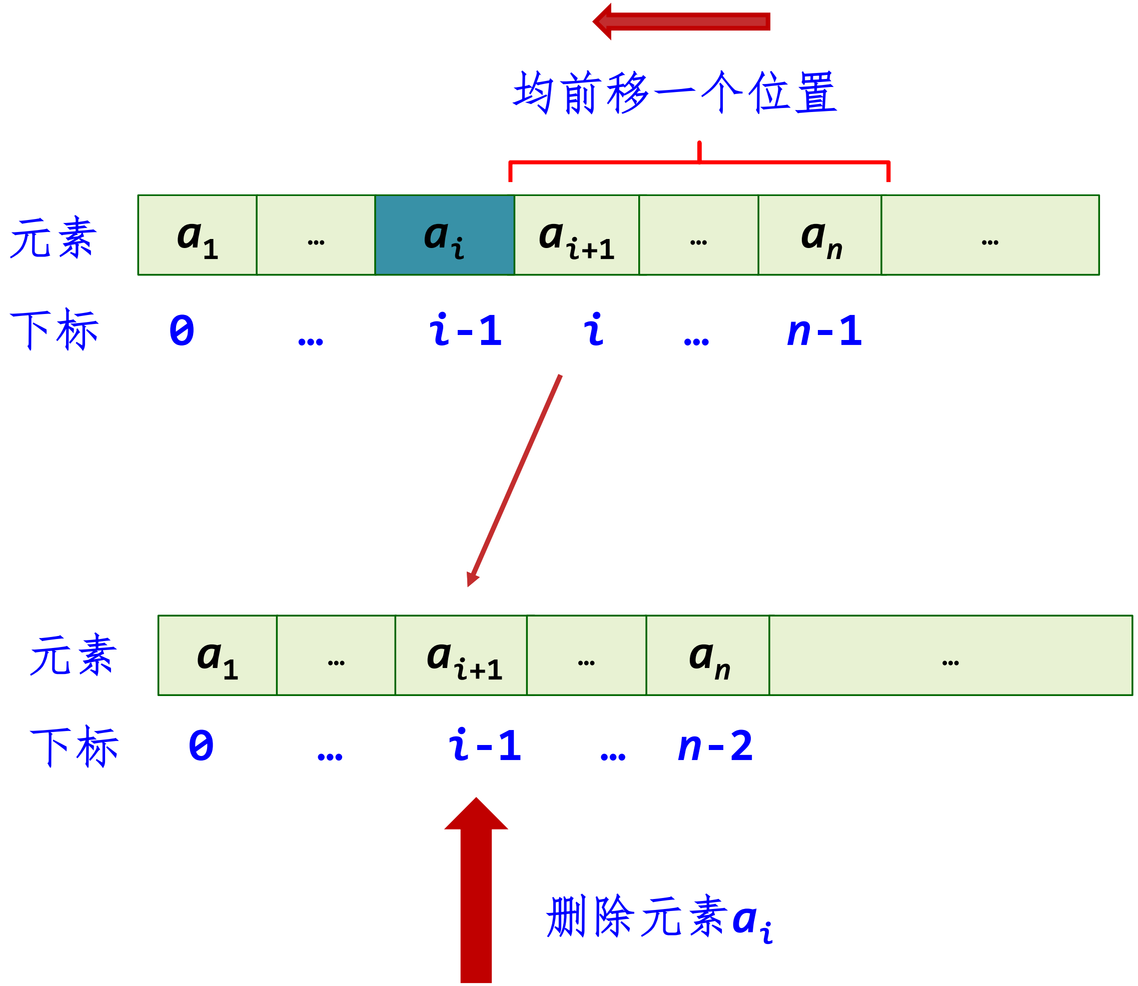
- 在位置i插入新元素e，需要将a_i～a_n的元素均后移一次，移动次数为$n-i+1$。
- 假设在等概率下p_i（p_i=1/(n+1)），移动元素的平均次数为：

$$\sum_{i=1}^{n+1} p_i(n-i+1) = \sum_{i=1}^{n+1} \frac{1}{n+1}(n-i+1) = \frac{1}{n+1}\sum_{i=1}^{n+1}(n-i+1) = \frac{1}{n+1} \times \frac{n(n+1)}{2} = \frac{n}{2}$$

- 插入算法**ListInsert_Sq()**的主要时间花费在元素移动上，所以算法**ListInsert()**的平均时间复杂度为**O(*n*)**。

（7）删除算法Delete

- 删除顺序表L中逻辑序号为i的元素。
- i的合法值为1≤i≤L.Length。在i无效时返回0（表示删除失败）。
- 有效时将L.elem[i..length-1]前移一个位置，顺序表长度减1，并返回1（表示删除成功）。



均前移一个位置
元素
a_1
…
a_i
a_{i+1}
…
a_n
…
下标
0
…
i-1
i
…
n-1
元素
a_1
…
a_{i+1}
…
a_n
…
下标
0
…
i-1
…
n-2
删除元素a_i

```
Status ListDelete_Sq(SqList &L, int i, ElemType &e)
{  // 算法2.5； i的合法值为1≤i≤ListLength_Sq(L)。
    ElemType   *p, *q;
    if(i < 1 || i > L.length)
        return ERROR;                  // i值不合法
    p = &(L.elem[i - 1]);               // p为被删除元素的位置
    e = *p;                            // 被删除元素的值赋给e
    q = L.elem + L.length - 1;          // 表尾元素的位置
    for(++p; p <= q; ++p)
        *(p - 1) = *p;             // 被删除元素之后的元素左移
    --L.length;                    // 表长减1
    return OK;
}
```

算法分析

- 当i=n时（删除尾元素），移动次数为0，呈现最好的情况。
- 当i=1时（删除第一个元素），移动次数为n-1，呈现最坏的情况。

➢ 平均情况分析

- 删除位置i的元素a_i，需要将a_{i+1}～a_n的元素均前移一次，移动次数为n-(i+1)+1=n-i。
- 假设在等概率下pi（pi=1/n），移动元素的平均次数为：

$$\sum_{i=1}^{n} p_i(n-i) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n}(n-i) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(n-i) = \frac{1}{n} \times \frac{n(n-1)}{2} = \frac{n-1}{2}$$

- 删除算法的主要时间花费在元素移动上，所以算法ListDelete_Sq()的平均时间复杂度为O(n)。

END