线性链表

链式存储结构不要求逻辑上相邻的元素在物理位置上也相邻，因此他没有顺序存储结构所具有的缺点，但同时也失去了顺序表可随机存取的优点

特点

用一组任意的存储单元存储线性表的数据元素

这组存储单元可以是连续的，也可以是不连续的

因此，为了表示每个数据元素ai与其直接后继数据元素ai+1之间的逻辑关系，对于数据元素ai来说除了存储器本身的信息还需要存储指示其直接后继的信息

这两部分信息组成数据元素ai的存储映像，称为结点（node）

它包括两个域：

- 数据域；存储数据元素信息的域
- 指针域；存储直接后继存储位置的域

指针域中存储的信息称作指针或链

n个结点链结成一个链表，即为线性表的链式存储结构

- (a1, a2, ..., an)

因为只包含一个指针域，又称为单链表

```
typedef {
    ElementType       data; //数据域
    struct LinkedNode *next; //指针域；指向其直接后继
} LinkedNode, *LinkedList;
```

整个链表的存取必须从头指针开始进行，头指针指示链表中第一个元素

同时，因为最后一个元素没有直接后继，则线性链表中最后一个结点的指针域为“NULL”

链表获取元素

时间复杂度 O(n)

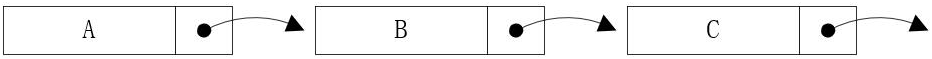
因为其存储结构的特点，不能像顺序表那样随意访问

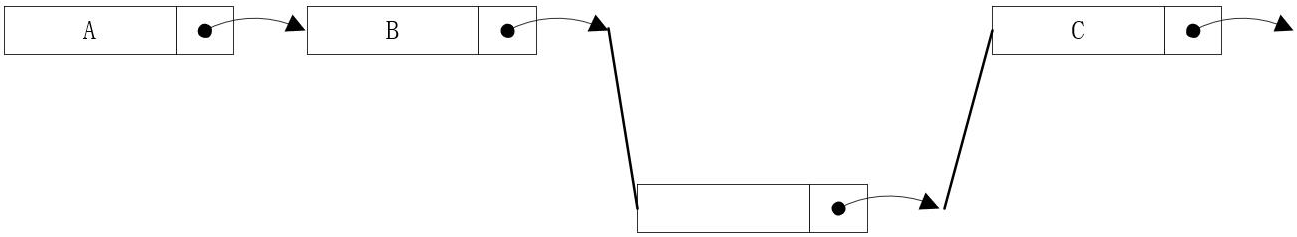
只能从头结点开始，通过结点的指针域访问其直接后继，直到找到目的下标的结点

```
ElementType getElement(LinkedList list,int index){

    //首先指向头结点
    LinkedNode *element = list;

    //循环几次就指向第几个结点
    //从0到index(用户要找的下标)
    for(int i = 0;i <= index;i++){
        //还没找到index的结点
        //但是当前结点为空 直接返回ERROR
        if(element == NULL)
            return NULL;

        //指向下一个结点
        element = element->next;
    }

    //返回下标为index的结点值
    retrun element->data;
}
```

链表插入结点

跟顺序表相比，链表插入元素时不需要后移元素，只需要修改结点的指针即可





所以其插入时的时间复杂度更底，为O(1)

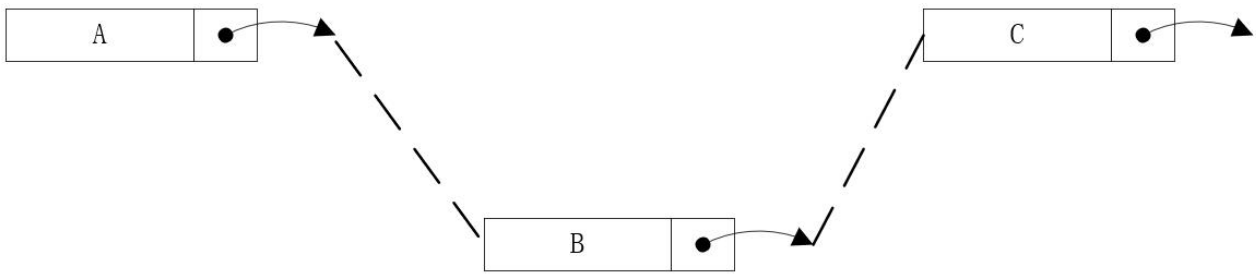
Code

```
Status insertElement(LinkedList &list,int index,ElementType newElement){

    //下标[index]不合法
    if(index < 0 || index > getLength(list)){
        return INFEASIBLE;
```

```
    }

    //先指向头结点
    LinkedNode *element = list;

    //指向第[i - 1]个结点
    for(int i = 0;i <= (index - 1);i++){
        //当前结点为空 直接返回ERROR
        if(element == NULL)
            return ERROR;

        //指向下一个结点
        element = element->next;
    }

    //申请新结点的存储空间
    LinkedNode *newNode = (LinkedNode *)malloc(sizeof(LinkedNode));

    //如果新结点分配空间失败 那么直接exit
    if(newNode == NULL)
        exit(1);

    newNode->data = newElement;

    //新结点的下一个结点是下标为[index-1]结点的下一个[index]结点
    newNode->next = element->next;

    //新结点是下标为[index - 1]结点的后继
    element->next = newNode;

    return OK;
}
```

链表删除结点

时间复杂度O(1)



Code

```
Status deleteElement(LinkedList &list,int index,ElementType &element){

    //下标[index]不合法
    if(index < 0 || (index > getLength(list))){
        return INFEASIBLE;
    }

    //先指向头结点
    LinkedNode *currentElement = list;

    //指向第[i - 1]个结点
    for(int i = 0;i <= (index - 1);i++){
        //当前结点为空 直接返回ERROR
        if(element == NULL)
            return ERROR;

        //指向下一个结点
        currentElement = currentElement->next;
    }

    //没有第i个结点
    if(currentElement->next == NULL){
        return OVERFLOW;
    }

    //把要删除的结点通过参数返回给调用者
    element = currentElement->next->data;

    //直接越过要删除的结点指向其指针域
    currentElement->next = currentElement->next->next;

    return OK;
}
```

计算链表长度

```
/**
 * 功能：获取链表长度
 * 参数：linkedList 链表对象
 * 返回值：链表长度
*/
int getLength(LinkedList linkedList){
    int listLength = 0;

    //a1是第一个元素
    LinkedList nextElement = linkedList->next;

    //最后一个元素指针域为空
    //时间复杂度 O(n)
```

```
    while(nextElement != NULL){
        //长度加一并指向下一个元素
        listLength++;
        nextElement = nextElement->next;
    }

    return listLength;
}
```

定位元素

```
/**
 * 功能：根据元素找到其下标
 * 参数：linkedList 链表对象 elemen要查找的元素
 * 返回值：该元素在链表中的下标 找不到返回-1
*/
int  findElement(LinkedList linkedList,ElementType element){

    int listLength = getLength(linkedList);

    //先指向a1节点
    LinkedNode *currentElement = linkedList->next;


    //0 ~ [index - 1]
    for(int i = 0;i < listLength;i++){
        //还没找到元素 但是当前元素是NULL 那么直接返回ERROR
        if(currentElement == NULL)
            return ERROR;

        //找到用户要寻找的元素 返回其下标
        if(currentElement->data == element)
            return i;

        //没有找到 接着指向下一个元素
        currentElement = currentElement->next;
    }

    return ERROR;
}
```

链表合并

循环链表 (Circular linked list)

循环链表是另一种形式的链式存储结构

它的特点是表中最后一个结点的指针指向头结点，整个链表形成一个环

双向链表 (Double linked list)

单链表中，一个结点只有一个指向直接后继的指针域；也就是说只能从前往后找，不能从后往前找

单链表的寻找后继nextElement时间复杂度为O(1)；直接调用`element->next`即可

单链表的寻找前驱priorElement时间复杂度却为O(n)；只能从头结点开始找；

为了克服单链表这种单向性的缺点，可利用双向链表；

其有两个指针域，一个指向直接前驱，一个指向直接后继