数据结构

深圳技术大学

第二章 线性表

2.1 线性表的类型定义
2.2 线性表的顺序表示和实现
2.3 线性表的链式表示和实现
2.4 一元多项式的表示和实现

复习

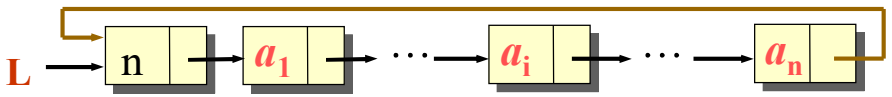
- 线性表： n个数据元素的有限序列
- 线性表顺序表示：用一组地址连续的存储单元依次存储线性表的数据元素
  - 随机存取
  - 增删时需要移动大量元素
- 顺序表链式表示：存储单元并不连续，通过指针等手段来表示数据之间的邻接关系
  - 不可随机存取
  - 增删时只需要修改前后节点

2.3 链表

五. 循环链表

- 循环链表是一种特殊的线性链表
- 循环链表中最后一个结点的指针域指向头结点，整个链表形成一个环
- 循环链表的查找、插入、删除和单链表基本一致
- 与单链表的区别

(1) 判断是否是空链表：head->next==head ;
(2) 判断是否是表尾结点：p->next==head ;



2.3 链表

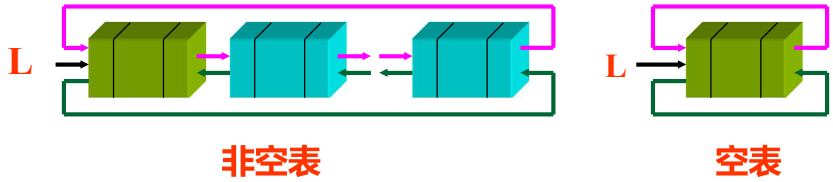
六. 双向链表

- 双向链表也是一种特殊的线性链表
- 双向链表中每个结点有两个指针，一个指针指向直接后继(next)，另一个指向直接前驱(prior)

2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表中存在两个环(一个是直接后继环(红)，另一个是直接前驱环(蓝))



2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表的定义

//定义一个双向链表的结点

```
class DuLNode {
    ElemType data;
    DuLNode  *prior;
    DuLNode  *next;
}
```

```
class DuLinkList {
    DuLNode head;
    ... ... // 其他数据成员
    public:
    ... ... // 成员函数
}
```

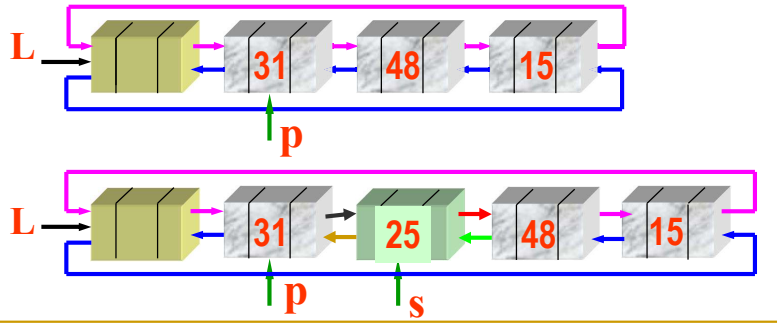
- 对于任何一个中间结点有：
  - p = p->next->prior
  - p = p->prior->next

2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表的插入需要改变两个方向的指针

```
s->next = p->next;
s->prior = p;
p->next->prior = s;
p->next = s;
```



2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表的插入

```
Status DuLinkList<ElemType>::ListInsert_DuL(int i, ElemType e)
{
    // 在带头结点的单链表L中第i个位置插入元素e
    DuLNode<ElemType> *p = &head;
    int j = 0;
    while (p && j<i) { p = p->next; j++; }            // 寻找i-1结点
    if (!p && j!=i) return ERROR;
    DuLNode *s = new DuLNode<ElemType>;          // 生成新结点
    s->data = e;
    s->next = p->next; s->prior = p;     // 将指定数据插入到i-1的next位置
    p->next->prior = s; p->next = s;    // 修改前后结点的指针值
    return OK;
} // ListInsert_L
```

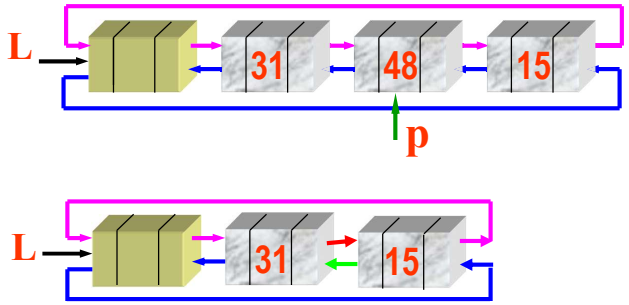

2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表的删除需要改变两个方向的指针

p->prior->next = p->next;

p->next->prior = p->prior;



2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表的删除

```
template<class ElemType>
Status DuLinkList<ElemType>::ListDelete_L(int i, ElemType &e)
{
    // 在带头结点的单链表L中，删除第i个位置的元素
    DuLNode<ElemType> *p = head.next;
    int j = 0;
    while (p && j<i) { p = p->next; j++; }  // 寻找i-1结点
    if (!p && j<i) return ERROR;
    e = p->data;
    p->next->prior = p->prior;
    p->prior->next = p->next;  // 删除i结点
    delete p;                          // 释放结点
    return OK;
} // ListDelete_L
```


2.3 链表

六. 双向链表

- 双向链表获取第i个位置的元素
  - **L为带头结点的单链表头指针，当第i个元素存在时，其值赋给e并返回OK，否则返回ERROR**

```
template<class ElemType>
DuLinkList<ElemType> GetElemP_DuL(int i) {
    int j = 0;  // 初始化，p指向第一个结点，j为计数器
    DuLNode<ElemType> *p = head.next;
    while (p!=&head && j<i) {
    //顺指针向后查找，直到p指向第i个元素或p为空
        p = p->next;
        ++j;
    }
    if (j<i) return NULL;  // 第i个元素不存在
    else return p;
} // GetElem_L
```

2.3 链表

七. 顺序表与链表的比较（空间）

- 存储分配的方式
  - 顺序表的存储空间是静态分配的
  - 链表的存储空间是动态分配的
- 存储密度 = 结点数据本身所占的存储量/结点结构所占的存储总量
  - 顺序表的存储密度 = 1
  - 链表的存储密度 < 1

2.3 链表

七. 顺序表与链表的比较（时间）

- 存取方式
  - 顺序表可以随机存取，也可以顺序存取
  - 链表必须顺序存取
- 插入/删除时移动元素个数
  - 顺序表平均需要移动近一半元素
  - 链表不需要移动元素，只需要修改指针

2.3 链表

七. 顺序表与链表的比较（应用）

- 如果线性表主要是存储大量的数据，并主要用于查找时，采用顺序表较好，如数据库
- 如果线性表存储的数据元素经常需要做插入与删除操作，则采用链表较好，如操作系统中进程控制块(PCB)的管理，内存空间的管理等

思考题

习题1. 已知非空循环链表，设h是指向头结点的指针，p是辅助指针。执行以下程序段的作用是什么？

```
p=h;
while (p->next->next!=h)
    p=p->next;
p->next=h;
```

习题2. 双向链表中前驱指针为prior，后继指针为next，在指针P所指结点前插入指针S所指的结点，请写出要执行的四行语句？

2.3 链表

八. 一元多项式的表示与运算

- 一元多项式 $p(x)=p_0+p_1x+p_2x^2+\ldots+p_nx^n$，
  - 由n+1个系数唯一确定

[例] 一元多项式及其运算。

一元多项式： $f(x)=a_0+a_1x+\cdots+a_{n-1}x^{n-1}+a_nx^n$

主要运算：多项式相加、相减、相乘等

【分析】多项式的关键数据是：多项式项数n 、每一项的系数a_i（及相应指数 i）。有3种不同的方法。

方法1：采用顺序存储结构直接表示

例如： $f(x)=4x^5-3x^2+1$

表示成：

下标 i	0	1	2	3	4	5	……
a[i]	1	0	–3	0	0	4	……

方法2：采用顺序存储结构表示多项式的非零项。

每个非零项 a_ix^i 涉及两个信息：指数 i 和系数 a_i，
可以将一个多项式看成是一个 (a_i,i) 二元组的集合。

例如： $P_1(x)=9x^{12}+15x^8+3x^2$和 $P_2(x)=26x^{19}-4x^8-13x^6+82$

表示成：

数组下标i	0	1	2	……
系数	9	15	3	–
指数	12	8	2	–

(a) $P_1(x)$

数组下标i	0	1	2	3	……
系数	26	–4	–13	82	–
指数	19	8	6	0	–

(b) $P_2(x)$

方法3：采用链表结构来存储多项式的非零项。

每个链表结点存储多项式中的一个非零项，包括系数和指数两个数据域以及一个指针域，表示为：

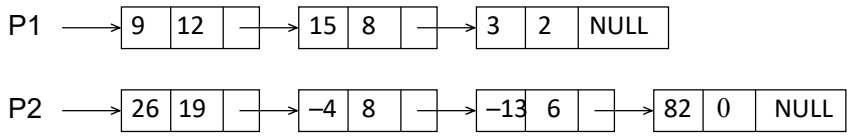
coef	expon	link

例如：

$P_1(x)=9x^{12}+15x^8+3x^2$

$P_2(x)=26x^{19}-4x^8-13x^6+82$

链表存储形式为：



2.3 链表

八. 一元多项式的表示与运算

- 一元多项式 $p(x)=p_0+p_1x+p_2x^2+\ldots+p_nx^n$，
  - 由n+1个系数唯一确定
  - 在计算机中可用线性表(p_0，p_1，p_2，…，p_n)表示。
  - 用顺序表和链表来实现。两种不同实现方式的元素类型定义如下：

(1) 顺序存储表示的类型

```
typedef struct{
     /*系数部分*/
    float  coef;
    /*指数部分*/
    int    expn;
} ElemType ;
```

(2) 链式存储表示的类型

```
class poly{
    //系数部分
    float coef;
    //指数部分
    int   expn;
    //指向下一个结点
    poly* next;
    ... // 其他成员
};
```


2.3 链表

八. 一元多项式的表示与运算

- 一元多项式的相加

不失一般性，设有两个一元多项式：

$P(x)=p_0+p_1x+p_2x^2+\ldots+p_nx^n$，

$Q(x)=q_0+q_1x+q_2x^2+\ldots+q_mx^m$ (m<n)

$R(x)=P(x)+Q(x)$

R(x)由线性表$R((p_0+q_0)$，(p_1+q_1)，(p_2+q_2)，…，(p_m+q_m)，…，$p_n)$唯一表示。

2.3 链表

八. 一元多项式的表示与运算

- 顺序存储表示的相加
  - 用顺序表示的相加非常简单。访问第5项可直接访问：L.a[4].coef，L.a[4].expn
  - 两个多项式相加就是在两个顺序表中寻找指数expn相同的元素把两者的系数coef相加
  - 例如$5+x+2x^2+3x^3$，$-5-x+6x^2+4x^4$，两者相加
    - X的0次方的系数为0
    - X的1次方的系数为0
    - X的2次方的系数为8
    - X的3次方的系数为3
    - X的4次方的系数为4
    - 系数为0的部分不显示，最终结果：$8x^2+3x^3+4x^4$
  - 相关顺序表操作：按值查找、插入、合并

2.3 链表

八. 一元多项式的表示与运算

- 链式存储表示的相加
  - 当采用链式存储表示时，根据结点类型定义，凡是系数为0的项不在链表中出现，从而可以大大减少链表的长度。
- 相加的实质是：
  - 指数不同： 是链表的合并
  - 指数相同： 系数相加，和为0，去掉结点，和不为0，修改结点的系数域
- 程序实现的操作包括：
  - 多项式链表创建、相加、输出
  - 项插入、删除、查找

```
friend poly operator+(poly &La, poly &Lb) { //以运算符重载的方式实现，La和Lb为两个系数链表的头结点
    poly Lc; // 实例化另一个头结点保留最终结果
    poly *pa = &La; poly *pb = &Lb; poly *pc = &Lc;
    *pa = La->next; pb = Lb->next; // 开始循环计算
    while (pa!=NULL && pb!=NULL){
        if (pa->expn < pb->expn){
            pc->next = pa; pc = pa; pa = pa->next;
        } else if (pa->expn > pb->expn){
            pc->next = pb; pc = pb;  pb = pb->next;
        } else {
            float x = pa->coef + pb->coef ;
            if (abs(x) <= 1.0e-6) {  //如果系数和为0，删除两个结点
                poly *ptra = pa; pa = pa->next;  delete ptra;
                poly *ptrb = pb; pb = pb->next;  delete ptrb;
            } else  {  // 如果系数和不为0
                pc->next = pa; pa->coef = x;
                pc = pa; pa = pa->next;
                poly *ptrb = pb; pb = pb->next; delete ptrb;
            }
        }//end else
    } // end while
    if (pa == NULL)  pc->next=pb; else  pc->next=pa ;
    return Lc ;
}
```


Take Home Message

- 循环链表：使用prior和next指针表示邻接关系
- 链表的优缺点：
  - 缺点：无法进行随机存取
  - 优点：相较于顺序表，能够更快得进行增删操作
- 一元n次方程的表示与计算
  - 稀疏顺序表，稠密顺序表，链表
  - 一元n次方程的加法操作：类似线性表的合并操作

2.3 链表

思考题：

- 【问题描述】

13 张黑桃扑克（A 2 3 4 5 6 7 8 9 10 J Q K），预先排好，正面朝下拿在魔术师的手里，从最上面开始，第一次数一张牌翻过来放在桌面上，正好是“A”；第二次数两张牌，数1 的那张放在手中扑克的最下面，数2 的那张翻过来放在桌面上正好是“2”；……,如此下去，放在桌面上的牌最后正好是“A 2 3 4 5 6 7 8 9 10 J Q K”的顺序（从下向上）。
【任务】编程找出魔术师手中扑克原来的排列顺序（从下向上）。

- 【问题描述】

围绕着山顶有10 个洞，一只兔子和一只狐狸各住一个洞，狐狸总想吃掉兔子。一天兔子对狐狸说，你想吃我有一个条件，第一次隔一个洞找我，第二次隔两个洞找我，以后依次类推，次数不限。若能找到我，你就可以饱餐一顿，在没找到我之前不能停止。狐狸一想只有10 个洞，寻找的次数又不限，哪有找不到的道理，就答应了条件。结果就是没找着。现请你编写一程序，假定狐狸找了1000 次，兔子躲在哪个洞里才安全。