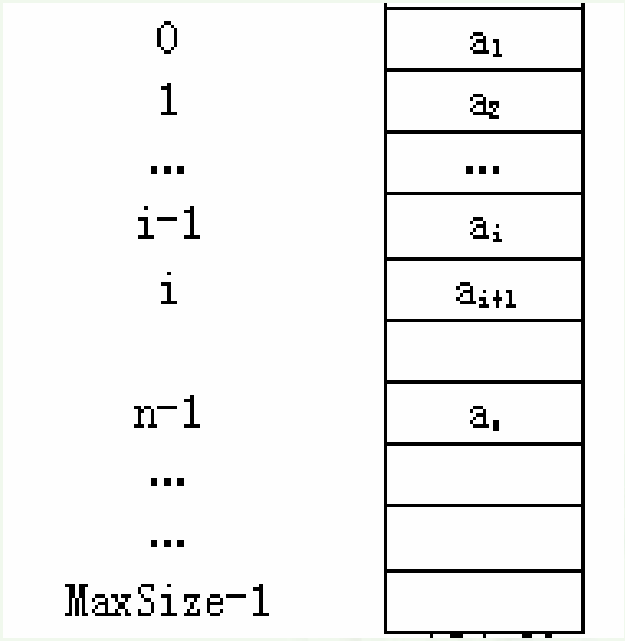
第四章 数组、串与广义表

一维数组(向量)

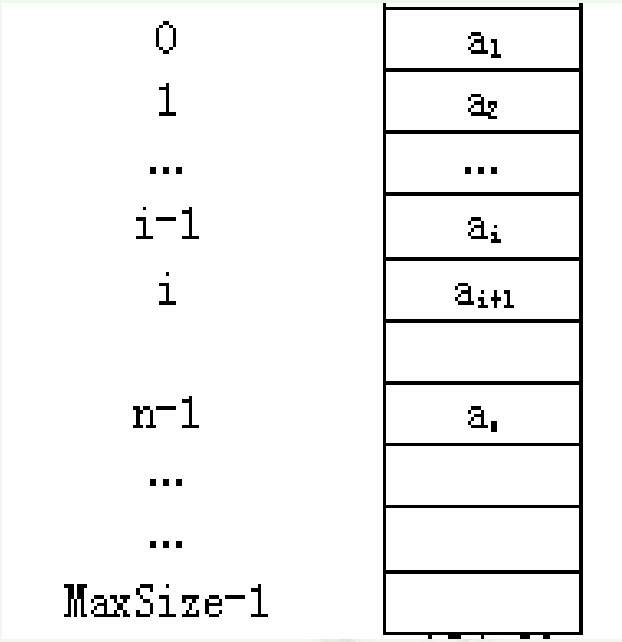
1.逻辑结构:L= (a_1，…a_{i-1}，a_i，…，a_n)

2.存储结构:

int A[MaxSize];



- 问题:如何求一维数组中第i元素的起始地址(Loc(ai)=?).



- 序号为i的元素起始地址＝序号为1的元素起始地址＋(i-1）＊每个元素所需的空间

二维数组(矩阵)

1.逻辑结构

a_{00}	a_{01}	a_{02}	…	$a_{0,n-1}$
a_{10}	a_{11}	a_{12}	…	$a_{1,n-1}$
…	…	…	…	…
$a_{m-1,0}$	$a_{m-1,1}$	$a_{m-1,2}$	…	$a_{m-1,n-1}$

2.存储结构

```
int A[m][n];
```

在计算机内存中的存储方式

- 二维数组A[m][n]可以看成：

（1）由m个具有n个元素的线性表组成。

（2）由n个具有m个元素的线性表组成。

(1) 由m个具有n个元素的线性表组成。

A_0	a_{00}	a_{01}	a_{02}	…	$a_{0,n-1}$
A_1	a_{10}	a_{11}	a_{12}	…	$a_{1,n-1}$
…	…	…	…	…	…
A_m	$a_{m-1,0}$	$a_{m-1,1}$	$a_{m-1,2}$	…	$a_{m-1,n-1}$

（2）由n个具有m个元素的线性表组成。

a_{00}	a_{01}	a_{02}	…	$a_{0,n-1}$
a_{10}	a_{11}	a_{12}	…	$a_{1,n-1}$
…	…	…	…	…
$a_{m-1,0}$	$a_{m-1,1}$	$a_{m-1,2}$	…	$a_{m-1,n-1}$

- 问题:如何求二维数组Amn中第ij元素的起始地址(Loc(aij)=?).

- 二维数组的存储方法有多少种?
- 每种存储方法的特点是什么?
- 在每种存储方法中Loc(aij)=?

A_0	a_{00}	a_{01}	a_{02}	…	$a_{0,n-1}$
A_1	a_{10}	a_{11}	a_{12}	…	$a_{1,n-1}$
…	…	…	…	…	…
A_m	$a_{m-1,0}$	$a_{m-1,1}$	$a_{m-1,2}$	…	$a_{m-1,n-1}$

a00	a01	a02	. . .	a0,n-1	a10	a11	a12	. . .	a1,n-1	. . .	am-1,0	am-1,1	am-1,2	. . .	am-1,n-1

三维数组

- 1.逻辑结构——立体

- 2.存储结构：

  int A[m]n][l];

- 问题:如何求三维数组Amnl中第ijk元素的起始地址(Loc(aijk)=?).

- 三维数组的存储方法有多少种?
- 每种存储方法的特点是什么?
- 在每种存储方法中Loc(aijk)=?

N维数组

- 问题:如何求n维数组$Am_1m_2\ldots m_n$中第$i_1i_2\ldots i_n$元素的起始地址($Loc(a\ i_1i_2\ldots i_n)=?$).

- n维数组的存储方法有多少种?
- 每种存储方法的特点是什么?
- 在每种存储方法中$Loc(a\ i_1i_2\ldots i_n)=?$

- 特殊矩阵

1.对称矩阵

2.上三角矩阵

3.下三角矩阵

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 4 & 7 \\ 0 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 0 & 0 \\ 7 & 4 & 0 & 9 \end{bmatrix}$$

(a)

$$\begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 & 9 \\ 0 & 2 & 5 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 7 \end{bmatrix}$$

(b)

$$\begin{bmatrix} 3 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 5 & 0 & 2 \\ 9 & 8 & 9 & 8 \end{bmatrix}$$

(c)

- 1.对称矩阵的存储及存储地址的计算方法

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 4 & 7 \\ 0 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 0 & 0 \\ 7 & 4 & 0 & 9 \end{bmatrix}$$

- (1)存储方法有多少种?
- (2)每种存储的存储地址的计算?

- 1.三角矩阵的存储及存储地址的计算方法

$$\begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 & 9 \\ 0 & 2 & 5 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 7 \end{bmatrix}$$

(b)

$$\begin{bmatrix} 3 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 5 & 0 & 2 \\ 9 & 8 & 9 & 8 \end{bmatrix}$$

(c)

- (1)存储方法有多少种?
- (2)每种存储的存储地址的计算?

- 稀疏矩阵

- 什么是稀疏矩阵？
- 表示一个矩阵中元素的要素有哪些？
-

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

- 稀疏矩阵的存储结构
- 1、三元组表

存储单元编号	行	列	值
0	4	5	4
1	1	2	2
2	3	2	1
3	3	4	3
4	4	5	-1
5			
.	.	..	.
.	..	.	.

稀疏矩阵顺序存储类定义

```
struct  RCV
 {  int row,col;
    float value;
 };
class  SMatrix
{   RCV  *item;
    int r,c,num;
  public:
    SMatrix(){    item=NULL; r=0; c=0;num=0;   }
    SMatrix(   RCV a[],  int n, int row,int col);  //a[]是一个三元组
    SMatrix& tran();  // 普通转置算法
    SMatrix& tran1();  // 改进后的转置算法
    SMatrix& plus(SMatrix& b);
    SMatrix& mult(SMatrix& b);
    void prnt();
 };
```

稀疏矩阵类的构造函数

第一种形态无参数，仅创建一个空的三元组表。

第二种形态设置三元组表a，长度n及行数row、列数col四个参数，创建的三元组表由参数a、n确定，而行数、列数分别由参数row、col确定。

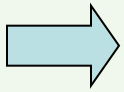
功能:按指定的参数分配存储空间并设置数据成员的初值。

```
SMatrix:: SMatrix(RCV a[],int n, int row,int col)
{ int i;
  r=row; c=col; num=n;
  item=new RCV [num];
  for (i=0;i<num;i++ ) item[i]=a[i];
}
```

稀疏矩阵的转置

a.item

row	col	value
0	0	2
0	6	6
1	3	4
2	2	7
4	0	12
4	4	9
5	7	5



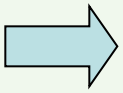
b.item

row	col	value	
0	0	2	0
6	0	6	1
3	1	4	2
2	2	7	3
0	4	12	4
4	4	9	5
7	5	5	6

稀疏矩阵转置的正确结果

a.item

row	col	value
0	0	2
0	6	6
1	3	4
2	2	7
4	0	12
4	4	9
5	7	5



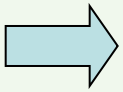
b.item

row	col	value
0	0	2
0	4	12
2	2	7
3	1	4
4	4	9
6	0	6
7	5	5

稀疏矩阵转置的实现方法

a.item

row	col	value
0	0	2
0	6	6
1	3	4
2	2	7
4	0	12
4	4	9
5	7	5



b.item

row	col	value	
			0
			1
			2
			3
			4
			5
			6

稀疏矩阵的转置操作

SMatrix& tran()

功能:返回当前矩阵对象的转置矩阵，按以下过程处理：

(1)创建一个稀疏矩阵x，形成x的r, c, num，并按指定的长度分配存储空间。

(2)按当前矩阵的列（即x的行）进行循环处理：对当前矩阵的每一列扫描一次三元组，找出相应的元素，交换其行号与列号并添加到转置矩阵x的三元组表中。

(3)返回结果矩阵x。

稀疏矩阵转置算法

```
SMatrix& SMatrix::tran()
{  SMatrix& x=*new SMatrix; int i,j,k;
   x.r = c; x.c= r;  x.num= num;
   x.item=new RCV[num];
   if (num>0)
   {  k=0;
      for (i=0;i<c;i++ )
         for (j=0;j<num;j++ )
            if (item[j].col==i)
            {  x.item[k].row=item[j].col;
               x.item[k].col=item[j].row;
               x.item[k].value=item[j].value;
               k++;
            }
    }
  return(x);
}
```

转置算法的分析

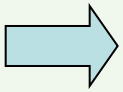
- 时间复杂度过大

- 改进策略

稀疏矩阵转置的改进策略

a.item

row	col	value
0	0	2
0	6	6
1	3	4
2	2	7
4	0	12
4	4	9
5	7	5



b.item

row	col	value	
			0
			1
			2
			3
			4
			5
			6

稀疏矩阵快速转置

在上述算法中要进行二重循环，算法的效率比较低，

如果能确定所求转置矩阵B中每一行的第一个非零元素在对应的三元组表中的位置，那么只要对三元组a进行一次扫描就可以了。为此，设置rnum和rstart两个数组。

rnum[*k*]表示原矩阵a的第*k*列中非零元的个数，

rstart[*k*]则指示a中第*k*列的第一个非零元在B的三元组表中的恰当位置。

不难看出，rnum和rstart间存在如下关系：

rstart[*k*] = r num[*k*-1] + rstart[*k*-1]

稀疏矩阵快速转置

row	col	value
0	0	2
0	6	6
1	3	4
2	2	7
4	0	12
4	4	9
5	7	5

row	col	value	
			0
			1
			2
			3
			4
			5
			6

k	0	1	2	3	4	5	6	7
rnum[*k*]	2	0	1	1	1	0	1	1
rstart[*k*]	0	2	2	3	4	5	5	6

稀疏矩阵快速转置

SMatrix& tran1()

功能:使用快速转置法计算并返回当前矩阵的转置矩阵，其处理过程为：

(1)创建一个稀疏矩阵x，形成x的r, c, num，并按指定的长度分配存储空间。

(2)求当前矩阵中各列非零元的个数，将结果存入数组rnum。

(3)求结果矩阵中各行起始位置，将结果存入数组rstart。

(4)依次扫描当前矩阵中的三元组表，对每一个三元组行列置换后按原列号col存入x中由rstart[col]指示的位置，并使其位置加1。

(5)返回结果矩阵x。

稀疏矩阵快速转置

形成数组rnum：

```
for (i=0;i<c;i++ ) rnum[i]=0;
for (i=0;i<num;i++ ) rnum[item[i].col]++;
```

形成数组rstart：

```
rstart[0]=0;
for (i=1;i<c;i++ )
    rstart[i]=rnum[i-1]+rstart[i-1];
```

稀疏矩阵快速转置

```
SMatrix& SMatrix::tran1()
{SMatrix& x=*new SMatrix; int i,j;
 int rnum[100],rstart[100];
 x.r = c; x.c= r;  x.num= num;
 x.item=new RCV[num];
 for (i=0;i<c;i++ ) rnum[i]=0;
 for (i=0;i<num;i++ ) rnum[item[i].col]++;
 rstart[0]=0;
 for (i=1;i<c;i++ ) rstart[i]=rnum[i-1]+rstart[i-1];
 for (i=0;i<num;i++ )
      {  j= item[i].col;
         x.item[rstart[j]].row=j;
         x.item[rstart[j]].col=item[i].row;
         x.item[rstart[j]].value=item[i].value;
         rstart[j]++;
      }
 return(x);
}
```

- 稀疏矩阵

-

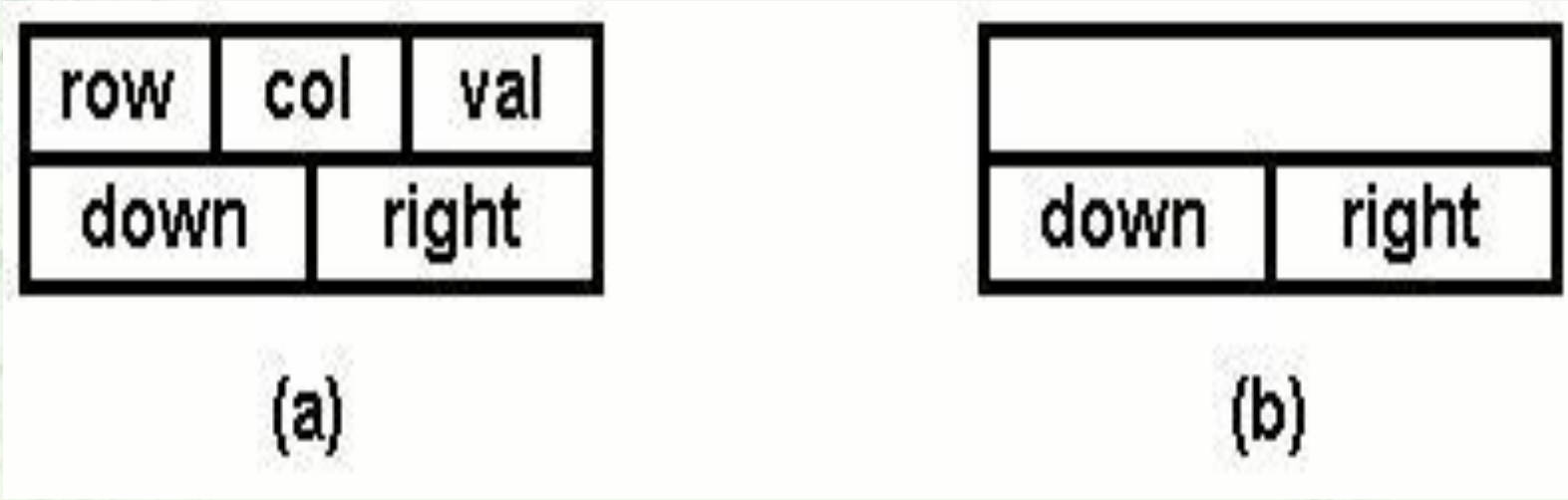
$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

- 2.链式存储

- (1)带行指针的链式存储结构

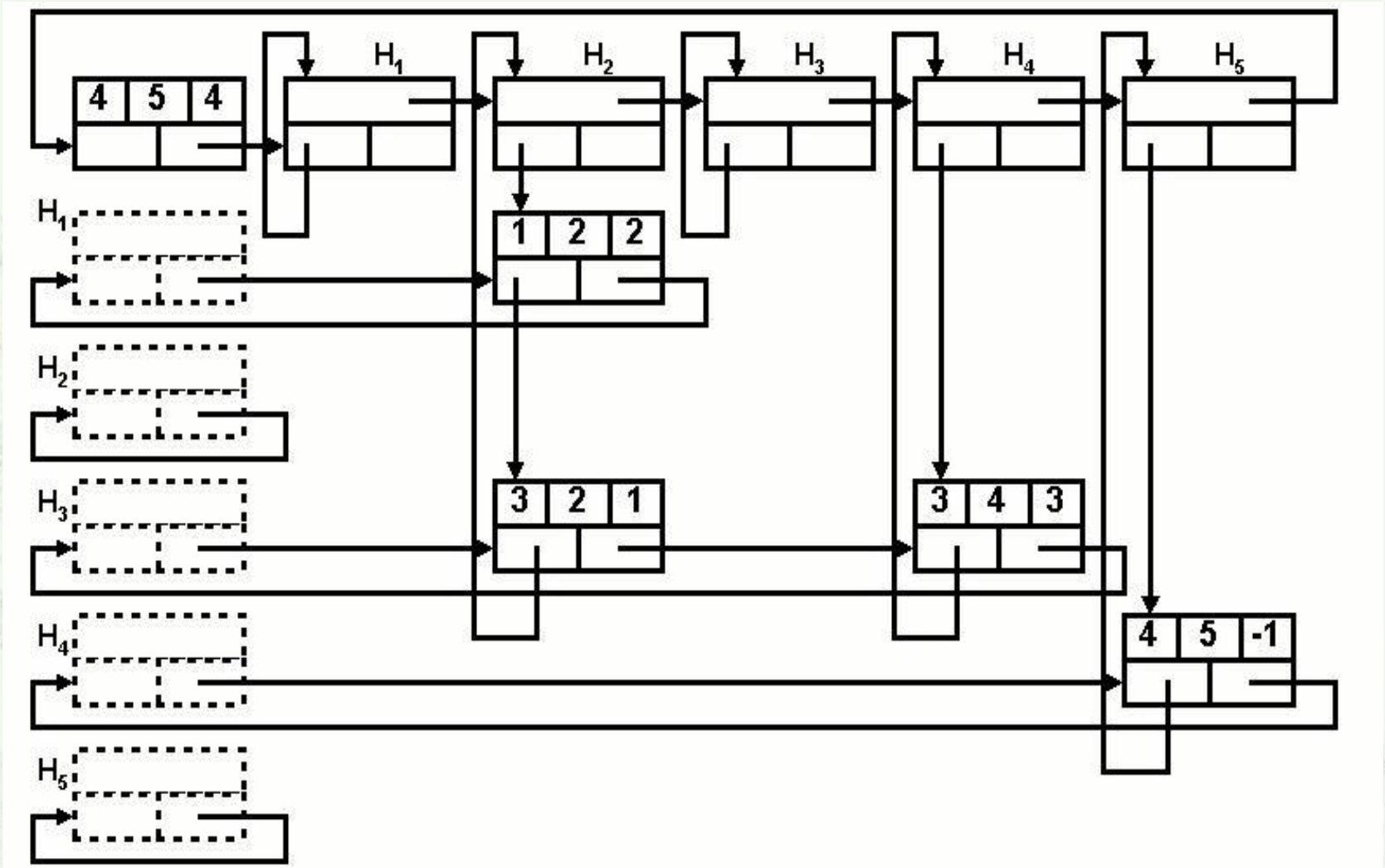
- (2)带列指针的链式存储结构

- (3)十字链表



- 例子

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$


H1
H2
H3
H4
H5
4 5 4
1 2 2
3 2 1
3 4 3
4 5 -1
H1
H2
H3
H4
H5

广义表

• 广义表的定义

- 广义表: 是多个元素的有限序列，一般记作LS=(d1,d2,…,dn)，其中di可以是原子（不可再分的元素），也可以是广义表。
- 长度
- 表头
- 表尾
- 深度
- 空表

- 例1.广义表A=（a，（），（b，（a，b））），
- 深度为3，长度为3；表头是原子a，深度为0；表尾是（()，（b，（a，b））），深度为3，长度为2。

- 例2.广义表B=（（a），b，c），
- 深度为2，长度为3；表头是（a），深度是1，长度是1；表尾是（b，c），深度是1，长度是2。

- 例3.空表的表头、表尾都是空表。

- 取表头HEAD（LS）
- 取表尾TAIL（LS）。
- 当遍历一个广义表，即按次序逐个访问广义表中的元素时，可以递归地用HEAD、TAIL操作完成。

- A=（a，（），（b，（a，b）））

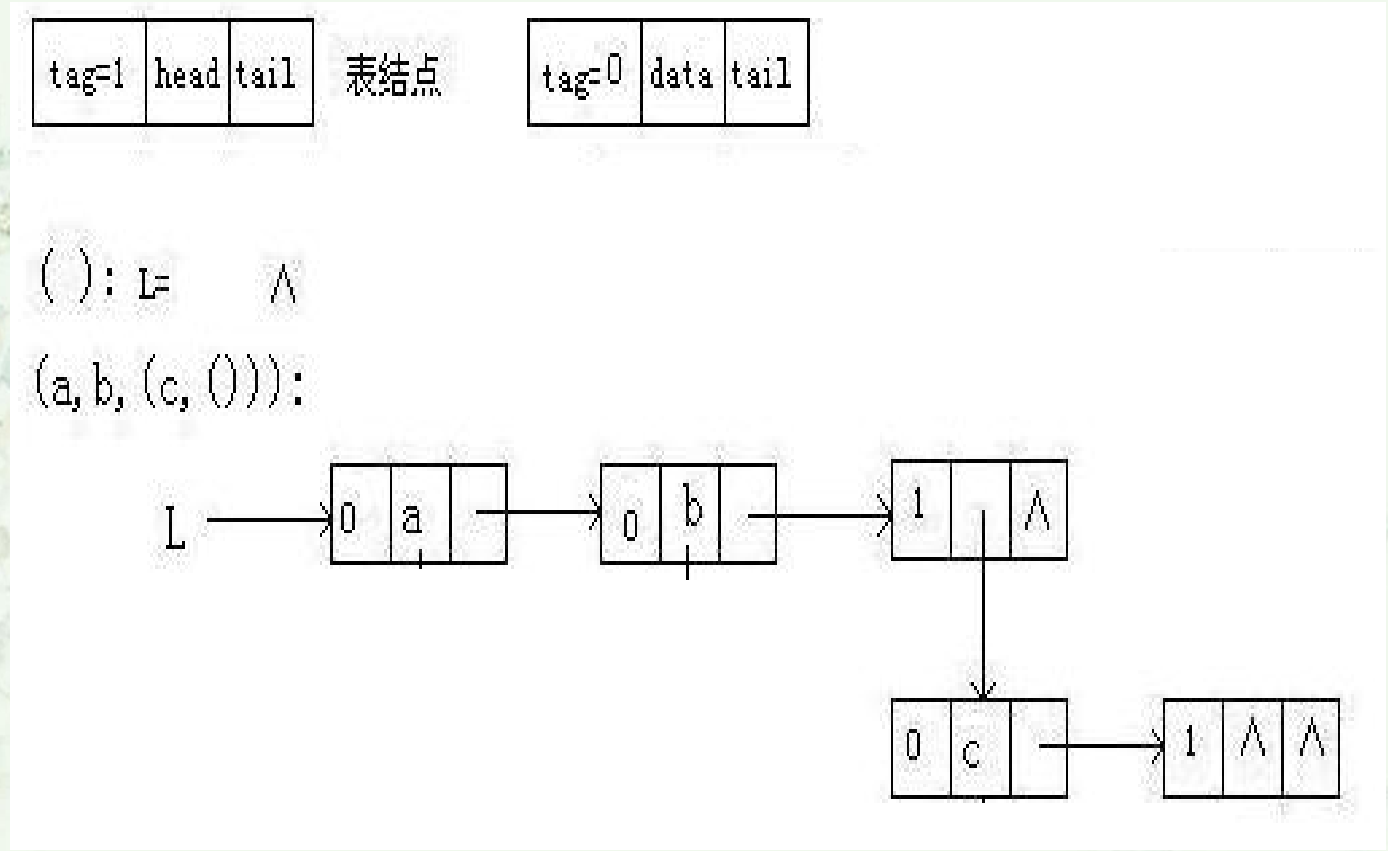
- A=（a，（），（b，（a，b）））

- HEAD（A）=a，为第一个元素；
- HEAD（TAIL（A））=（），为第二个元素；
- HEAD（TAIL（TAIL（A））=（b，（a，b）），为第三个元素。

- 广义表的存储
- 链式存储结构
- 具体存储方法有两种:

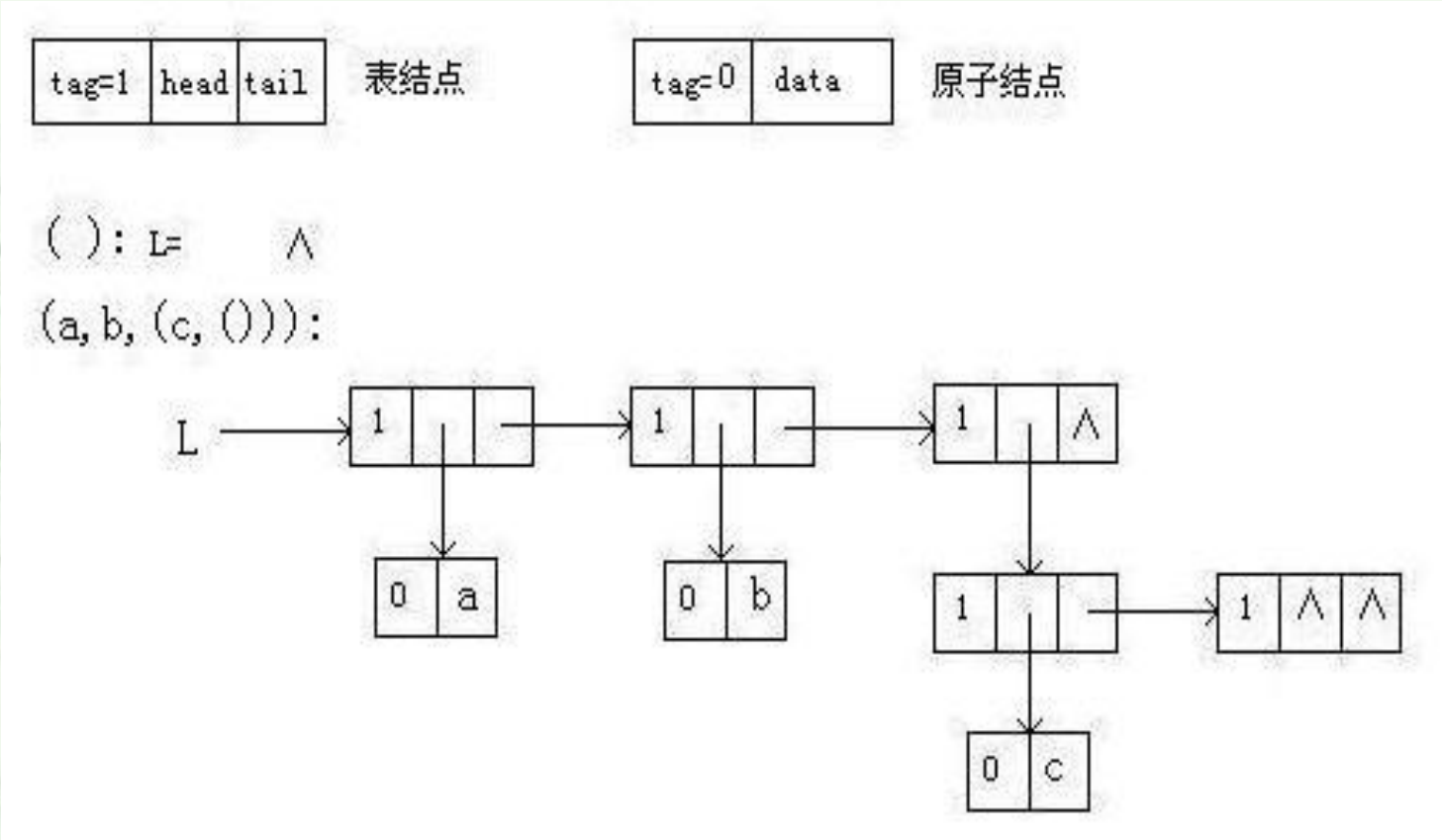
- A= (a, ( ) , (b, (a, b)))

- 存储方法一：



```
class GenList;
class GenListNode{  //结点结构
        friend class GenList;
        private:
            bool  tag;//FALSE表示原子元素,TRUE表示表元素
            union {
                    char data;
                    GenListNode *head;
             };
          GenListNode *tail;
   };
   class GenList{    //广义表类结构
        public:      //各种广义表的操作
        private:
                GenListNode *first;
   };
```

- 存储方法二:



```
class GenList;
class GenListNode{   //结点结构
        friend class GenList;
        private:
            Boolean tag;//FALSE表示原子元素,TRUE表示表元素
            union {
                    char data;
                    struct {
                   GenListNode *head;
                   GenListNode *tail;
                 };
          };
   };
class GenList{   //广义表类结构
        public:     //各种广义表的操作
        private:
                GenListNode *first;
   };
```

广义表算法的实现策略——递归

- 广义表的递归描述：
- (1)把广义表看作由n个元素组成，每个元素可以是原子或广义表；
- (2)把广义表看作由表头和表尾两部分组成，表头可以是原子或广义表，表尾一定是广义表。

串

一、 串的基本概念

二、 串的顺序存储结构及操作的实现

三、 串的链式存储结构及操作的实现

- 目前，计算机的大量应用是解决非数值计算问题，其对象就是字符串。
- 例如在程序设计语言的编译程序中，源程序和目标程序都是字符串数据；
- 在管理信息系统中，顾客的姓名和地址、商品的名称和规格等都是字符串数据；
- 又如文字编辑、信息检索、人工智能与模式识别等领域中都是以字符串作为处理的对象。
- 正是由于字符串的重要性，所以现在大多数程序设计语言都支持串数据类型，并提供相应的串运算。

• 串——基本概念

- 串是由n(n≥0)个字符组成的有限序列，一般记作 $s =$“$a_1a_2a_3\ldots a_{n-1}a_n$” (n≥0)

(1)空串，通常用Φ表示。

(2)双引号括起来的字符序列称为串值

- 串相等

- 子串

- 定位(模式匹配)

  如： s=”data structure” t=”ta”

  串t是串s的子串且t在s中的位置为2。

- 注意：在C/C++语言中，串的第一个字符的序号为0。

串的操作

从实际的操作中总结出来.

主要的基本操作

1.求子串 substring(s,pos,len) 返回值为串s中第pos个字符起，长度为len的字符序列

2.插入 insert(s,pos,t) 在串s的第pos个字符之后插入串t

3.删除 delete(s,pos,len) 从串s中删去第pos个字符起长度为len的子串

4.定位 position(s,t) 若t在s中存在，则返回t在主串s中的位置，否则函数值为0

4.替换 replace(s,t,v) 操作结果是以串v替换所有在串s中出现的和非空串t相等的子串

6.判相等 equal(s,t) 若s和t相等，则返回true否则返回false。

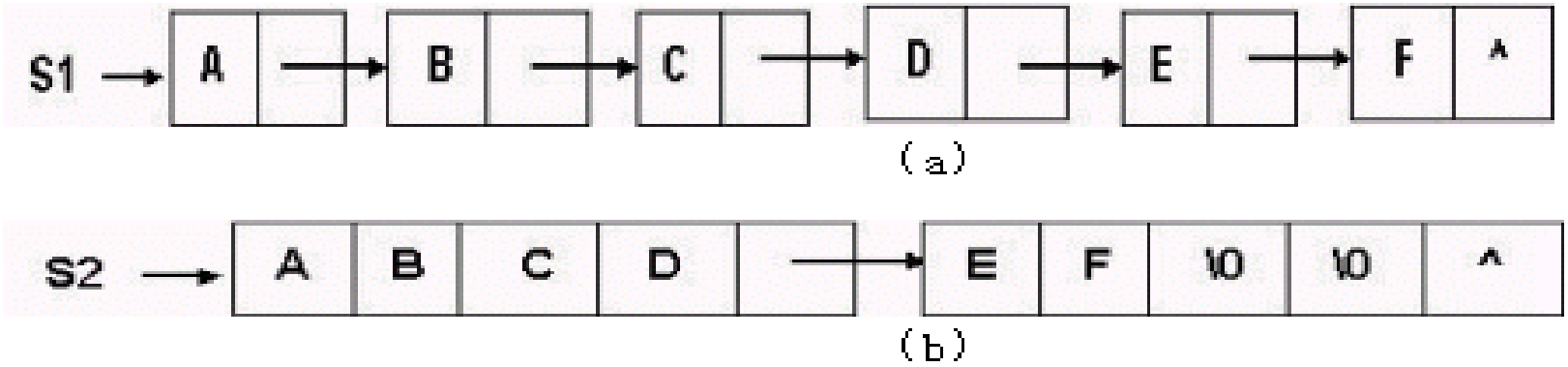
7.求长度 length(s) 返回s中字符的个数

• 字符串的存储结构

- 顺序存储

```
顺序存储结构类型定义
const maxlen = 允许的串最大长度;
struct  Tstr
{   int curlen;
    char str [maxlen];
};
```

链式存储



以字符串“ABCDEF”为例

C++中的串函数及串类

- 串函数 string.h
- strcpy strcmp strstr strcat strlen等等

- 串类
- String、System::String、basic_string