第 7 章

数组和矩阵

本章内容

- 7.1 数组
- 7.2 矩阵
- 7.3 特殊矩阵
- 7.4 稀疏矩阵

7.1 数组

- 7.1.1 抽象数据类型
- 7.1.2 C++数组的索引
- 7.1.3 行主映射和列主映射
- 7.1.4 用数组的数组来描述
- 7.1.5 行主描述和列主描述
- 7.1.6 不规则二维数组

7.1.1 抽象数据类型

抽象数据类型 Array {

实例

形如(index,value)的数对集合，其中任意两个数对的index值都各不相同.

操作

get(*index*)：返回索引为index的数对中的值

set(*index*, *value*)：加入一个新数对(index, value)，如果索引index值相同的数对已存在，则用新数对覆盖

7.1.2 C++数组的索引

- k维数组的索引(或下标)：
  - $[i_1][i_2][i_3]\ldots[i_k]$
- k维数组创建：
  - int score$[u_1][u_2][u_3]\ldots[u_k]$. ($u_i$---*正常量或表示正常量的表达式*)
  - $0 \le i_j < u_j \quad 1 \le j \le k$
- 数组元素的个数（数组最多可容纳的元素个数）：
  - $n=u_1u_2u_3\ldots u_k$
- 内存空间：
  - sizeof(score) =n *4 字节.
- c++ 编译器为数组预留空间(预留空间的起始地址为start)：
  - ***start* -----*start* + sizeof(score) -1**

7.1.3 行主映射和列主映射

- 为了实现与数组相关的函数set和get，必须确定索引值在[*start*, *start*+*n**sizeof(score)-1]中的相应位置：
  - $[i_1][i_2]\ldots[i_k] \rightarrow start + map(i_1,i_2,\ldots i_k)$ * **sizeof(int)**
- **map$(i_1,i_2,\ldots i_k)$：0----n-1**
  - 索引为$[i_1][i_2]\ldots[i_k]$的数组元素映射为在[start, start+sizeof(score)-1]中的第map$(i_1,i_2,\ldots i_k)$个元素。
- 对一维数组：
  - $map(i_1) = i_1$
- 对二维数组

在 int score[3][6]中， 各索引的排列（第一个坐标相同的索引位于同一行，第二个坐标相同的索引位于同一列）：

[0][0]	[0][1]	[0][2]	[0][3]	[0][4]	[0][5]
[1][0]	[1][1]	[1][2]	[1][3]	[1][4]	[1][5]
[2][0]	[2][1]	[2][2]	[2][3]	[2][4]	[2][5]

行主映射

- 行主映射
- int s[u_1][u_2]
  - s[0][0] s[0][1] …….s[0][u_2-1]
  - s[1][0] s[1][1] …….s[1][u_2-1]
  - …….
  - s[u_1-1][0] s[u_1-1][1] …….s[u_1-1][u_2-1]

[0][0]	[0][1]	[0][2]	[0][3]	[0][4]	[0][5]
[1][0]	[1][1]	[1][2]	[1][3]	[1][4]	[1][5]
[2][0]	[2][1]	[2][2]	[2][3]	[2][4]	[2][5]

0	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17

a）行主映射

- 映射函数: map(i_1,i_2)= $u_2 * i_1 + i_2$
  u_2是数组的列数

列主映射

- 列主映射
- int s[u_1][u_2]
  - s[0][0] s[0][1] …….s[0][u_2-1]
  - s[1][0] s[1][1] …….s[1][u_2-1]
  - …….
  - s[u_1-1][0] s[u_1-1][1] …….s[u_1-1][u_2-1]

[0][0]	[0][1]	[0][2]	[0][3]	[0][4]	[0][5]
[1][0]	[1][1]	[1][2]	[1][3]	[1][4]	[1][5]
[2][0]	[2][1]	[2][2]	[2][3]	[2][4]	[2][5]

0	3	6	9	12	15
1	4	7	10	13	16
2	5	8	11	14	17

b）列主映射

- 映射函数: map(i_1,i_2)= $u_1 * i_2 + i_1$
- 在 C++ 使用的是哪一种?
  - 行主映射!

行主映射和列主映射

- 对三维数组 (int score[u_1][u_2][u_3])
  - 索引按行主次序排列
  - int score[3][2][4]:

[0][0][0],[0][0][1],[0][0][2],[0][0][3],[0][l][0],[0][l][l],[0][1][2],[0][1][3],
[1][0][0],[l][0][l],[1][0][2],[1][0][3],[1][1][0],[1][1][1],[1][1][2],[1][1][3],
[2][0][0],[2][0][1],[2][0][2],[2][0][3],[2][1][0],[2][1][1],[2][l][2],[2][1][3]

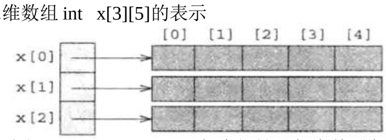
  - 首先列出所有第一个坐标为0的索引，然后是第一个坐标为1的索引，…。
  - 第一个坐标相同的所有索引按其第二个坐标的递增次序排列，前两个坐标相同的所有索引按其第三个坐标的递增次序排列。

映射函数:

  - ***map(i_1,i_2,i_3) = $i_1u_2u_3+i_2u_3+i_3$***
- 列主映射，映射函数？

7.1.4 多维数组—用数组的数组来描述

- 多维数组可以用数组的数组描述
- 如二维数组 int x[3][5]的表示



- 占用空间：4×3+4×5×3=72（每个指针和每个整型各占4字节）
- C++定位x[i][j]的过程：
  - 利用一维数组的映射函数找到指针x[i]（是第i行第0个元素的地址）
  - 再利用一维数组的映射函数找到指针x[i]所指的第i行中索引为j的元素

7.1.5多维数组— 行主描述和列主描述

- 另有一种C++没有的表示方法，创建一个一维数组(int y[15])，按行主映射或列主映射，将多维数组的元素映射到这个一维数组中。
- 如二维数组 int x[3][5]的行主描述，被映射到一个长度为15的整型数组，只需要一块连续的、能容纳15个整数的存储空间
- 占用空间：3×5×4=60（字节）（对比：数组的数组需要72字节）
- 定位x[i][j]的过程：
  - 利用二维数组的映射函数(map(i_1,i_2)= $u_2 * i_1 + i_2$)计算x[i][j]在一维数组y中的位置u,
  - 然后利用一维数组的映射函数(map(i_1)=i_1)访问元素y[u]

7.1.6 不规则二维数组

- 不规则二维数组：每一行的元素个数不相等

```
……
int numberOfRows=5;
int length[5]={6,3,4,2,7};//每一行的长度
int** irregularArray=new int* [numberOfRows];
//分配每一行的空间
for (int i = 0; i ≤ numberOfRows; i++)
    irregularArray[i]=new int [length[i]);
//使用不规则二维数组
irregularArray[2][3]=5;
irregularArray[4][6]=irregularArray[2][3]+2;
……
```

7.2 矩阵

- 7.2.1 定义和操作
- 7.2.2 类 matrix

7.2.1 定义和操作

- $m \times n$ 矩阵:m行和n列的表.
- ***M(i,j)***:矩阵M 中第i 行、第j 列$1 \le i \le m$，$1 \le j \le n$ 的元素 .
- 常用矩阵操作
  - 转置
  - 矩阵加
  - 矩阵乘

	列1	列2	列3	列4
行1	7	2	0	9
行2	0	1	0	5
行3	6	4	2	0
行4	8	2	7	3
行5	1	4	9	6

矩阵操作

- 转置

  $M^T(i,j)=M(j,i),\ 1 \le i \le n,\ 1 \le j \le m$

- 矩阵相加
  - A , B : $m \times n$ 矩阵
  - C=A+B

  $C(i,j) = A(i,j) + B(i,j),\ 1 \le i \le m,\ 1 \le j \le n$

- 矩阵相乘
  - A : $m \times n$ 矩阵; B: $n \times q$ 矩阵.
  - C= A*B : $m \times q$ 矩阵

$$C(i, j) = \sum_{k=1}^{n} A(i, k) * B(k, j) \quad 1 \le i \le m, 1 \le j \le q$$

使用二维数组描述矩阵

- int M[rows][cols];
  - M(i,j): M[i-1][j-1]
  - P56 程序2-19 矩阵转置
  - P60 程序2-21 矩阵加法
  - P60 程序2-22 两个n*n矩阵相乘
  - P60 程序2-23 一个m*n矩阵与一个n*p矩阵相乘
- int M[rows+1][cols+1];
  - 数组的0行和0列不用
  - M(i,j): M[i][j]

7.2.2 类matrix

- 类matrix用一个一维数组element，按行主次序存储
- **M** : $m \times n$ matrix
  - map(i,j)=(i-1)*n +j-1

matrix类声明

```
template<class T>
class matrix {
  friend ostream& operator<<(ostream& ,const matrix<T>& );
public:
      matrix(int theRows = 0, int theColumns = 0);
      matrix(const matrix<T>& ); //复制构造函数
      ~matrix( ) {delete [] element;}
      int rows( ) const {return theRows;}
      int columns ( ) const {return theColumns;}
      T& operator ( ) (int i, int j) const;
      matrix<T>& operator = (const matrix<T>& );
      matrix<T> operator + ( ) const; // 一元加法
      matrix<T> operator + (const matrix<T>& ) const;
      matrix<T> operator - ( ) const; // 一元减法
      matrix<T> operator - (const matrix<T>& ) const;
      matrix<T> operator * (const matrix<T>& ) const;
      matrix<T>& operator += (const T& x);
private:
      int theRows, theColumns; // 矩阵行数和列数
      T *element; // 元素数组
};
```

matrix 类的构造函数

```
template<class T>
matrix<T>::matrix(int theRows, int theColumns)
{// 矩阵构造函数
 // 检验行数和列数的有效性
   if (theRows < 0 || theColumns < 0)  throw
                               illegalParameterValue("...");
   if ((theRows == 0 || theColumns == 0)
        && (theRows != 0 || theColumns != 0))    throw
                             illegalParameterValue("……");

   //创建矩阵
   this-> theRows = theRows;
   this-> theColumns = theColumns;
   element = new T [theRows* theColumns];
}
```


matrix 类的复制构造函数

```
template<class T>
matrix<T>::matrix(const matrix<T>& m)
{// 矩阵的复制构造函数
  //创建矩阵
  theRows = m.rows;
  theColumns = m.theColumns;
  element = new T [theRows* theColumns];

//复制m的每一个元素
  copy (m.element,
          m.element + theRows* theColumns,
          element);
  }
```


matrix 类对‘=’的重载

```
template<class T>
matrix<T>& matrix<T> operator = (const matrix<T>& m)
{ // 重载赋值操作符=，*this=m
   if (this != &m)
    {// 不是自我赋值
     delete [] element; // 释放原空间
     theRows = m.rows;
     theColumns = m.theColumns;
     element = new T [theRows* theColumns];
     //复制m的每一个元素
     copy (m.element,
             m.element+ theRows* theColumns,
             element);
     }
     return *this;
  }
```


matrix 类对‘（）’的重载

```
template<class T>
  T& matrix<T>::operator ( ) (int i, int j) const
  {// 返回一个指向元素(i,j)的引用
  if (i < 1 || i > theRows || j < 1 || j > theColumns)
             throw matrixIndexOutOfBounds();

  return element[(i-1)*theColumns +j-1];
  }
```

map(i,j)=(i-1)*n +j-1

用途：例如a(i,j)=2和x=a(i,j)

matrix 类对‘+’的重载

```
template<class T>
matrix<T> matrix<T>::operator + (const matrix<T>& m) const
{//返回矩阵w = (*this) + m.
  if (theRows != m.theRows || theColumns != m.theColumns)
                              throw matrixSizeMismatch( );

  //生成结果矩阵w
  matrix<T> w(theRows, theColumns);
  for (int i = 0; i < theRows* theColumns; i++)
      w.element[i] = element[i] + m.element[i];
  return w;
}
```

因为矩阵被映射到一维数组，所以两个矩阵相加只需要一层for循环

matrix 类对‘*’的重载—1/2

```
template<class T>
matrix<T> matrix<T>::operator * (const matrix<T>& m) const
{// 矩阵乘法，返回结果矩阵w =(*this)*m.
 if (theColumns != m.theRows)
                      throw matrixSizeMismatch();

matrix<T> w(theRows, m.theColumns); // 结果矩阵

 // 为*this, m和w定义游标，并设定初始位置为(1,1)
 int ct=0,  cm=0,  cw=0;
```

matrix类对「*」的重载——2/2

```
// 对所有的i和j计算w(i,j)
for (int i=1; i<=theRows; i++)
 {// 计算出结果矩阵的第i行
  for (int j=1; j<=m.theColumns; j++)
     {//计算w(i,j)的第一项
       T sum=element[ct]*m.element[cm];
        for (int k=2; k<=theColumns; k++) //累加其余项
          {ct++; // 指向* this第i行的下一项
            cm+=m.theColumns; //指向m的第j列的下一项
            sum+=element[ct]*m.element[cm];
          }
       w.element[cw++]=sum; //保存w(i,j)
       ct -=theColumns-1;   //第i行行首
       cm=j;  //第j+1列起始
     }
  ct+=theColumns; // 重新调整至下一行的行首
  cm=0; // 重新调整至第一列起始
 }
return w;
}
```


7.3 特殊矩阵

7.3.1 定义和应用

- 方阵(square matrix)是指具有相同行数和列数的矩阵.
- 常用方阵：
  - **对角矩阵（diagonal）：**
    - 当且仅当 i≠j时，有M(i,j) = 0
  - **三对角矩阵(tridiagonal):**
    - 当且仅当|i-j|>1时，有M(i,j) = 0
  - **下三角矩阵(lower triangular):**
    - 当且仅当i<j时，有M(i,j) = 0
  - **上三角矩阵(upper triangular):**
    - 当且仅当i>j时，有M(i,j) = 0
  - **对称矩阵(symmetric):**
    - 当且仅当对于所有的i和j，有M(i,j) = M(j,i)

特殊矩阵

$$\begin{matrix}2&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&4&0\\0&0&0&6\end{matrix}$$

a）对角矩阵

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

b）三对角矩阵

$$\begin{matrix}2&0&0&0\\5&1&0&0\\0&3&1&0\\4&2&7&0\end{matrix}$$

c）下三角矩阵

$$\begin{matrix}2&1&3&0\\0&1&3&8\\0&0&1&6\\0&0&0&0\end{matrix}$$

d）上三角矩阵

$$\begin{matrix}2&4&6&0\\4&1&9&5\\6&9&4&7\\0&5&7&0\end{matrix}$$

e）对称矩阵

特殊矩阵

- $n \times n$ 特殊矩阵描述
  - 使用二维数组
  - 使用矩阵
  - 需要 $n^2 \times$sizeof(T) 字节空间
  - 压缩存储

7.3.2 对角矩阵

$$\begin{matrix}2&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&4&0\\0&0&0&6\end{matrix}$$

- 矩阵描述
  - 使用1维数组element,
  - 矩阵 D → T element[n]
  - element=[2，1，4，6]

类diagonalmatrix声明

```
template<class T>
class diagonalMatrix {
public:
    diagonalMatrix(int theN = 10); // 构造函数
    ~diagonalMatrix() {delete [] element;} // 析构函数
    T get(int , int ) const;
    void set(int, int  , const T&);
private:
    int n; //矩阵维数
    T *element; // 存储对角元素的一维数组
} ;
```


diagonalMatrix::get

```
template <class T>
T diagonalMatrix<T>::get(int i, int j) const
{//返回矩阵中(i,j)位置上的元素 .
 //检验i和j是否有效
  if (i < 1 || j < 1 || i > n || j > n)  throw matrixIndexOutOfBounds();

  if (i == j)
    return element[i-1];  //对角线上的元素

  else return 0;      //非对角线上的元素

}
```


diagonalMatrix::set

```
template<class T>
void diagonalMatrix<T>:: set(int i, int j, const T& newValue)
{//存储矩阵中位置(i,j)上元素的新值.
  //检验i和j是否有效
 if (i < 1 || j < 1 || i > n || j > n)  throw matrixIndexOutOfBounds();

 if (i==j)
      element[i-1]=newValue;  //存储对角元素的值
  else   //非对角线上的元素必须是0
     if (newValue!=0) throw illegalParameterValue(″……..″);
}
```


7.3.3 三对角矩阵

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

- 非0元素排在三条对角线：
  - 主对角线： ***i = j***
  - 低对角线（主对角线之下的对角线）： ***i = j+1***
  - 高对角线（主对角线之上的对角线）： ***i = j-1***
- 三条对角线上的*3n-2*个元素存储到一维数组: *element[3n-2]*
- 映射方式
  - 按行映射: element=[2,1,3,1,3,5,2,7,9,0]
  - 按列映射: element=[2,3,1,1,5,3,2,9,7,0]
  - 按对角线映射（从最下面的对角线开始）: element=[3,5,9,2,1,2,0,1,3,7]

三对角矩阵

- 按对角线映射

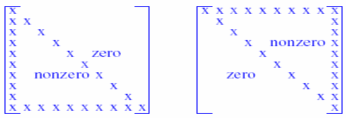
$$\text{map}(i,j)=\begin{cases} i-2 & i=j+1 \text{ 低对角线} \\ n+i-2 & i=j \text{ 主对角线} \\ 2*n+i-2 & i=j-1 \text{ 高对角线} \end{cases}$$

tridiagonalMatrix类中的get

```
template <class T>
T tridiagonalMatrix<T>::get(int i, int j) const
{//返回矩阵中(i,j)位置上的元素 .
 //检验i和j是否有效
  if (i < 1 || j < 1 || i > n || j > n)  throw matrixIndexOutOfBounds();
 //确定要返回的元素
 switch (i-j)
  {
    case 1:            //低对角线
        return eleIment[i-2];
     case 0:              // 主对角线
        return eleIment[n+i-2];
     case -1:             // 高对角线
        return eleIment[2*n+i-2];
     default: return 0;
   }
}
```

$$\text{map}(i,j)=\begin{cases} i-2 & i=j+1 \text{ 低对角线} \\ n+i-2 & i=j \text{ 主对角线} \\ 2*n+i-2 & i=j-1 \text{ 高对角线} \end{cases}$$

7.3.4 三角矩阵



下三角矩阵　　　上三角矩阵

- 非0区域的元素总数：
- $1+2+\ldots+n = \sum_{1}^{n} i = n(n+1)/2$

三角矩阵

- 矩阵描述
  - 使用1维数组element, 矩阵 T → element[n(n+1)/2]

2	0	0	0
5	1	0	0
0	3	1	0
4	2	7	0

- 映射
  - 按行映射

    elemrnt = [2,5,1,0,3,1,4,2,7,0]
  - 按列映射

    elemrnt = [2,5,0,4,1,3,2,1,7,0]

下三角矩阵

2	0	0	0
5	1	0	0
0	3	1	0
4	2	7	0

- **按行映射，** 下三角矩阵L 映射到数组element

$L(i,j)= 0$　　　　　　　$i < j$

$L(i,j)=$ element$[1+2+\ldots+(i-1)+(j-1)]$　　$i \geq j$

$=$ element$[i(i-1)/2 + j-1]$

$map(i,j)=i(i-1)/2 + j-1$　　$i \geq j$

上三角矩阵

2	1	3	0
0	1	3	8
0	0	1	6
0	0	0	0

- 按列映射

  $U(i,j)$　$= ?$　　$i > j$

  $U(i,j)$　$= ?$　　$i \leq j$

- 按行映射　？

7.3.5 对称矩阵

- 矩阵描述 ：
  - 存储矩阵的上三角或下三角

2	4	6	0
4	1	9	5
6	9	4	7
0	5	7	0

7.4 稀疏矩阵

- 7.4.1 基本概念
- 7.4.2 用单个线性表描述(数组存储)
- 7.4.3 用多个线性表描述（链式存储）

7.4.1 基本概念

- 如果一个$m \times n$矩阵中有“许多”元素为0，则称该矩阵为稀疏矩阵（sparse）。
- 不是稀疏的矩阵被称为稠密矩阵（dense）。
- 在稀疏矩阵和稠密矩阵之间并没有一个精确的界限。
  - 我们规定若一个矩阵是稀疏矩阵，则其非0元素的数目应小于$n^2/3$，在有些情况下应小于$n^2/5$，
  - 对角矩阵,三对角矩阵（$n \times n$）：稀疏矩阵
  - 三角矩阵：稠密矩阵

7.4.2 用单个线性表描述

- 可以按**行主次序**把无规则稀疏矩阵映射到一个线性表中

```
0 0 0 2 0 0 1 0
0 6 0 0 7 0 0 3
0 0 0 9 0 8 0 3
0 4 5 0 0 0 0 3
```

♦4×8矩阵

terms	0	1	2	3	4	5	6	7	8
row	1	1	2	2	2	3	3	4	4
col	4	7	2	5	8	4	6	2	3
value	2	1	6	7	3	9	8	4	5

线性表描述

- terms中的元素类型**matrixTerm<T>**，包括成员：
  - int row:矩阵元素的行
  - int col:矩阵元素的列
  - T value:矩阵元素的值

稀疏矩阵映射到arrayList

- terms采取数组描述 ⇒ terms是arraylist的实例
- arraylist添加方法：
  - reSet(newSize): 把表的元素个数改为newSize，必要时增大数组容量
  - set(theIndex, theElement): 使元素theElement成为表中索引为theIndex的元素
  - clear(): 使表的元素个数为0

类sparseMatrix声明

```
template<class T>
class sparseMatrix {
public:
    void transpose(SparseMatrix<T> &b) ;//转置
    void add(sparseMatrix<T> &b, sparseMatrix<T> &c)
  //矩阵加法
private:
   int rows, ;   //矩阵行数
       cols;     //矩阵列数
   arrayList<matrixTerm<T>>  terms;//矩阵非0元素
   表
```


类sparseMatrix中的矩阵转置

```
0 0 0 2 0 0 1 0
0 6 0 0 7 0 0 3
0 0 0 9 0 8 0 0
0 4 5 0 0 0 0 0
```

terms	0	1	2	3	4	5	6	7	8
row	1	1	2	2	2	3	3	4	4
col	4	7	2	5	8	4	6	2	3
value	2	1	6	7	3	9	8	4	5

- 转置后：

```
0 0 0 0
0 6 0 4
0 0 0 5
2 0 9 0
0 7 0 0
0 0 8 0
1 0 0 0
0 3 0 0
```

colSize[1:8]=[0,2,1,2,1,1,1,1]
this矩阵第i列的非0元素个数
rowNext[1:8]=[0,0,2,3,5,6,7,8]
转置矩阵第i行首个非0元素在b中的索引

terms	0	1	2	3	4	5	6	7	8
row	2	2	3	4	4	5	6	7	8
col	2	4	4	1	3	2	3	1	2
value	6	4	5	2	9	7	8	1	3

sparseMatrix::transpose— 1/3

```
template<class T>
void sparseMatrix<T>::transpose(sparseMatrix<T> &b)
{// 把*this的转置结果送入b

 // 设置转置矩阵特征
 b.cols=rows;
 b.rows=cols;
 b.terms.reSet(terms.size());

 // 初始化以实现转置
 int *colSize, *rowNext;
 colSize=new int[cols+1];
 rowNext=new int[cols+1];
```

sparseMatrix::transpose— 2/3

```
// 计算*this每一列的非0元素数
for (int i=1; i<=cols; i++)  //初始化
     colSize[i]=0;
for (arrayList<matrixTerm<T> > ::iterator  i = terms.begin( );
                                          i != terms.end( );  i++)
     colSize[(*i).col]++;

// 求出b中每一行的起始点
rowNext[1]=0;
for (int i=2; i<=cols; i++)
    rowNext[i]= rowNext[i-1]+colSize[i-1];
```


sparseMatrix::transpose — 3/3

```
// 实施从*this到b的转置复制
matrixTerm<T>  mTerm;
for (arrayList<matrixTerm<T> > ::iterator  i = terms.begin( );
                  i != terms.end( );  i++)
   {
     int j=rowNext[(*i).col]++; // 在b中的位置
     mTerm.row=(*i).col;
     mTerm.col=(*i).row;
     mTerm.value=(*i).value;
     b.terms.set(j, mTerm);
    }
}
```


两个稀疏矩阵相加示例

```
0 0 0 0      0 7 0 0      0 7 0 0
0 6 0 4      0 0 8 0      0 6 8 4
0 0 0 5      1 0 0 2      1 0 0 7
2 0 9 0      0 3 0 0      2 3 9 0
```

terms	0	1	2	3	4
row	2	2	3	4	4
col	2	4	4	1	3
value	6	4	5	2	9

terms	0	1	2	3	4
row	1	2	3	3	4
col	2	3	1	4	2
value	7	8	1	2	3

terms	0	1	2	3	4	5	6	7	8
row	1	2	2	2	3	3	4	4	4
col	2	2	3	4	1	4	1	2	3
value	7	6	8	4	1	7	2	3	9

sparseMatrix::Add

```
template<class T>
void sparseMatrix<T>::Add(sparseMatrix<T> &b, sparseMatrix<T> &c)
{//计算c = (*this)+b.
  //检验相容性
  if (rows != b.rows || cols != b.cols)
                      throw matrixSizeMismatch(); //不能相加
  //设置结果矩阵c的特征
  c.rows = rows;
  c.cols = cols;
  c.terms.clear( ) = 0; //初值
  int  csize=0;
  //定义*this 和b的迭代器
  arrayList<matrixTerm<T> > ::iterator  it=terms.begin( );
  arrayList<matrixTerm<T> > ::iterator  ib=b.terms.begin( );
  arrayList<matrixTerm<T> > ::iterator  itEnd=terms.end( );
  arrayList<matrixTerm<T> > ::iterator  ibEnd=b.terms.end( );
```



```
//遍历*this 和b ,把相关的元素值相加
while (it != itEnd && ib != ibEnd)
  {//每一个元素的行主索引+列数
   int tIndex = (*it).row*cols+(*it).col;
   int bIndex = (*ib).row*cols+(*ib).col;
   if (tIndex < bIndex) //b 的元素在后
        {c.terms.insert(cSize++,*it) ;
         it++;} //*this的下一个元素
   else {if (tIndex == bIndex) //位置相同
                {//仅当和不为0时才添加到c中
                 if ((*it).value+(*ib).value != 0)
                    {matrixTerm<T> mTerm;
                     mTerm.row = (*it).row;
                     mTerm.col = (*it).col;
                     mTerm.value = (*it).value+(*ib).value;
                     c.terms.insert(cSize++, mTerm) ; }
                 it++; ib++;} //*this 和b的下一个元素
         else {c.terms.insert(cSize++,*ib); ib++;} //b的下一个元素
        }
  }
```



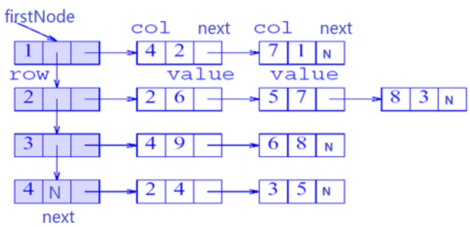
```
//复制剩余元素
for (; it != itEnd; it++)
   c.terms.insert(cSize++,*it) ;
for (; ib != ibEnd; ib++)
   c.terms.insert(cSize++,*ib) ;
}
```

时间复杂度 O(term.size()+b.term.size())

若用二维数组表示*this和b，时间复杂度 O(rows*cols)

7.4.3 用多个线性表描述

- 稀疏矩阵的链式存储



作业

- P163 32
- P173 41