第 8 章

栈 (STACK)

本章内容

- 8.1 定义和应用
- 8.2 抽象数据类型
- 8.3 数组描述
- 8.4 链表描述
- 8.5 应用

8.1 定义和应用

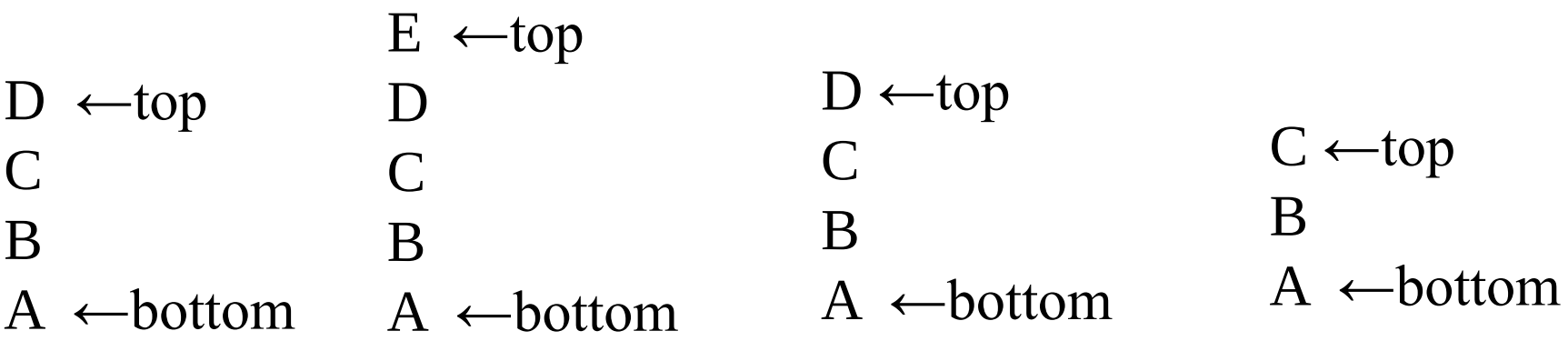
- 定义[栈]：栈（stack）是一个线性表，其插入（也称为添加）和删除操作都在表的同一端进行。
  - 其中允许插入和删除的一端被称为栈顶（top）
  - 另一端被称为栈底（bottom）

- $e_0, e_1, e_2, \ldots, e_i, \ldots, e_{n-2}\ e_{n-1}$

  ↑ ↑

  bottom top

栈结构



- 栈是一个后进先出(LIFO (Last-In, First-Out))表.

8.2 抽象数据类型

抽象数据类型 stack

{

实例

元素线性表，一端为栈底，另一端为栈顶

操作

empty()；//栈为空时返回true，否则返回false

size()；//返回栈中元素个数

top()；//返回栈顶元素

pop()；//删除栈顶元素

push(x)；//将元素x压入栈

}

C++抽象类stack

```
template <class T>
class stack
{
  public:
     virtual ~stack() {}
     virtual bool empty() const = 0;
            //栈为空时返回true，否则返回false
     virtual int size() const = 0;
             //返回栈中元素个数
     virtual T& top() = 0;
              //返回栈顶元素
     virtual void pop() = 0;
              //删除栈顶元素
     virtual void push(const T& theElement) = 0;
              //将元素theElement压入栈
}
```

栈的描述方法

- 栈可以使用任何一种线性表的描述方法
  - 数组描述
  - 链表描述

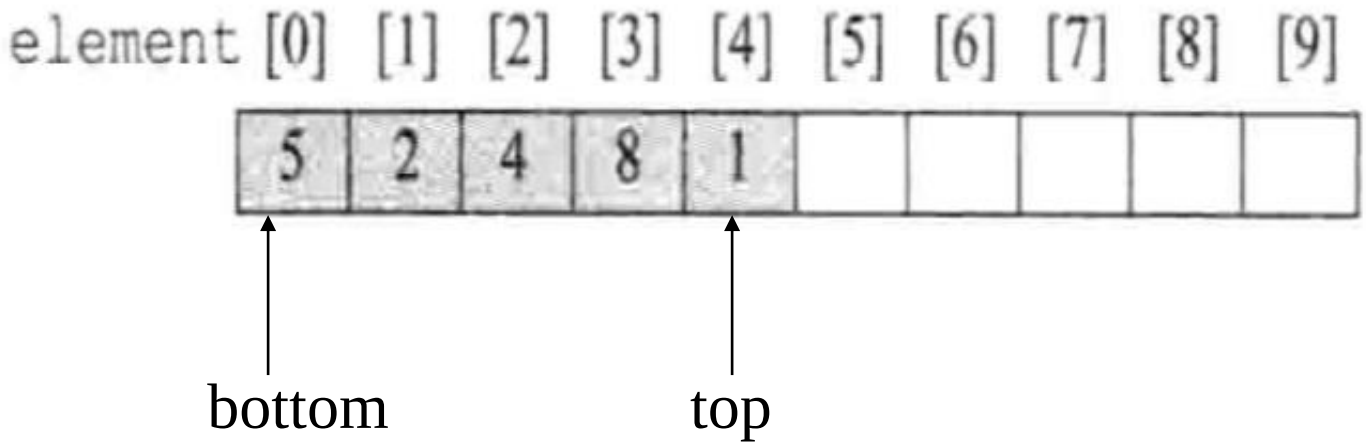
8.3 数组描述

- 栈使用数组描述，有两种实现方法:
  - 1. 使用数组描述的线性表arrayList， 通过arrayList类的派生得到数组描述的栈类derivedArrayStack
  - 2.定制数组描述的栈类arrayStack类

8.3.1 从arrayList派生实现

```
template <class T>
class arrayList : public linearList<T>
{
public:
    arrayList(int initialCapacity = 10);
    ……
    bool empty() const ;
    int size() const ;
    T& get(int theIndex) const;
    int indexOf(const T& theElement) const;
    void erase(int theIndex);
    void insert(int theIndex, const T& theElement);
    ……
protected:
    T *element;        //存储线性表元素的一维数组
    int  arrayLength;  //一维数组的容量
    int  listSize;     //线性表的元素个数
};
```

从arrayList派生derivedArrayStack



- 栈顶元素的索引： arrayList<T>::size()-1
- 应用arrayList类中的方法实现

从arrayList派生derivedArrayStack

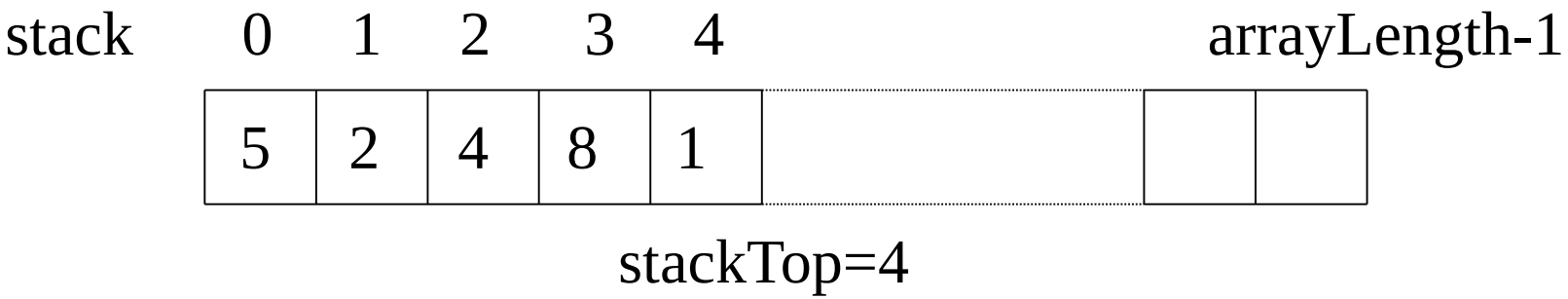
```
template<class T>
class derivedArrayStack : private arrayList <T>,
                                  public  stack<T>;
{public:
    derivedArrayStack(int initialCapacity = 10) :
                        arrayList<T> (initialCapacity) {}
    bool empty() const  {return arrayList<T>::empty();}
    int size() const      {return (arrayList<T>::size() ;}
    T& top()     {if (arrayList<T>::empty()) throw  StackEmpty();
                          return get(arrayList<T>::size()-1);}
    void pop()   {if (arrayList<T>::empty()) throw  StackEmpty();
                        erase(arrayList<T>::size()-1);}
    void push(const T& theElement)
                {insert(arrayList<T>::size(), theElement);}
};
```

对类derivedArrayStack的评价

- 从arrayList派生derivedArrayStack：
  - 优点：
    - 大大减少了编码量。
    - 使程序的可靠性得到很大提高 。
  - 缺点：
    - 运行效率降低。
      - 例： push(const T& theElement) 。

类arrayStack

- 定制数组描述的栈



- 栈容量：arrayLength
- 栈中元素个数：stackTop+1
- 栈空：stackTop=-1
- 栈满：stackTop=arrayLength-1

8.3.2 类arrayStack

```
template<class T>
class arrayStack ： public  stack<T>;
{public:        arrayStack(int initialCapacity = 10);
                ~ arrayStack() { delete [] stack; }
                bool empty() const { return stackTop == -1; }
                int size() const { return stackTop+1; }
                T& top();
                void pop();
                void push(const T& theElement);

 private:       int stackTop;  //当前栈顶
                int arrayLength;  //栈容量
                T *stack;     //元素数组
};
```

arrayStack构造函数

```
template<class T>
arrayStack<T>::arrayStack(int initialCapacity = 10);
{ // 构造函数
   if (initialCapacity < 1)  …..//输出错误信息，抛出异常
    arrayLength = initialCapacity;
    stack = new T[arrayLength];
    stackTop = -1;
}
```

arrayStack方法top，pop

```
template<class T>
T& arraystack<T>::top()
   {
        if (stackTop == -1) throw StackEmpty();
        return stack[stackTop];
   }

template<class T>
void arrayStack<T>::pop()
{
   if (stackTop == -1) throw StackEmpty();
  stack[stackTop--].~T();//T的析构函数
}
```

arrayStack方法push

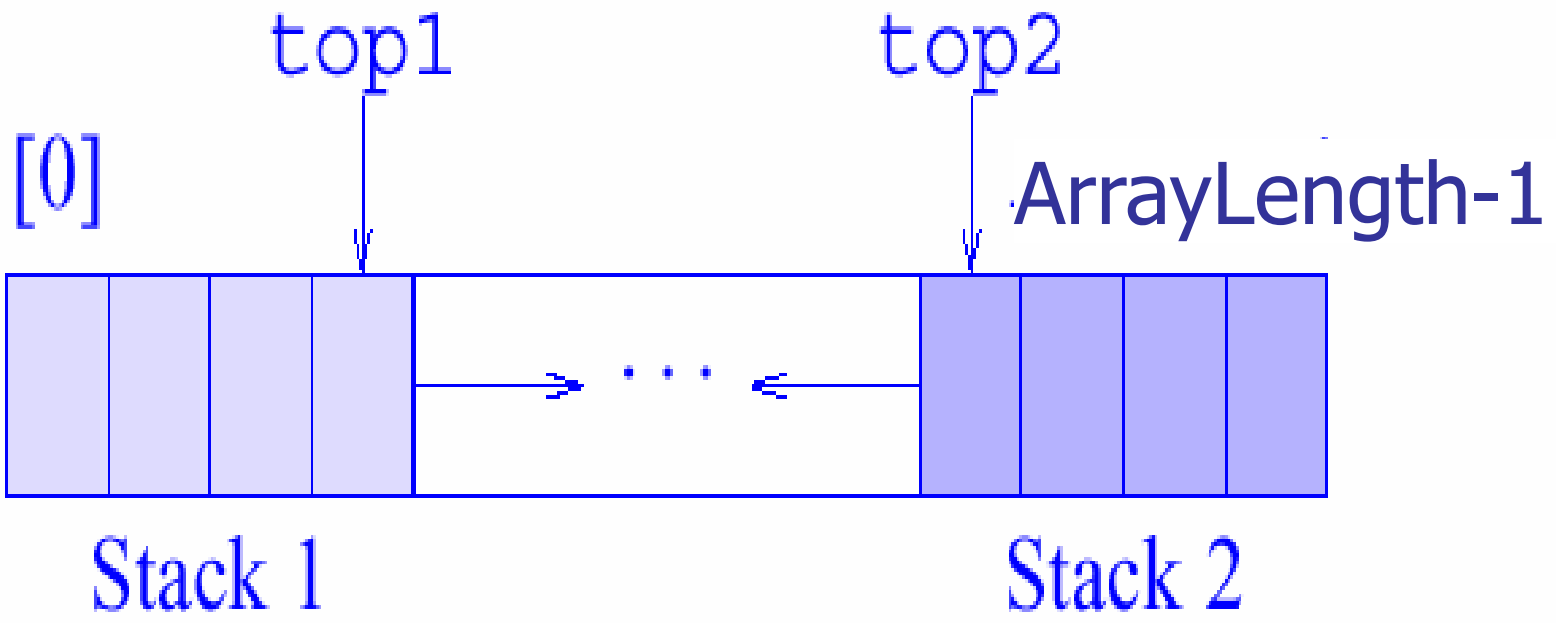
```
template<class T>
void arrayStack<T>:: push(const T& theElement);
 {
   //如果栈已满，则容量加倍.
   if (stackTop == arrayLength-1)
         {changeLength1D(stack, arrayLength, 2*arrayLength);
           arrayLength*=2;}

     //在栈顶插入元素
     stack[++stackTop] = theElement;
}
```

- 当同时使用多个栈时:
  - 浪费大量的空间
- 若仅同时使用两个栈，则是一种例外。

- 如何在一个数组中描述两个栈?

在一个数组中描述两个栈

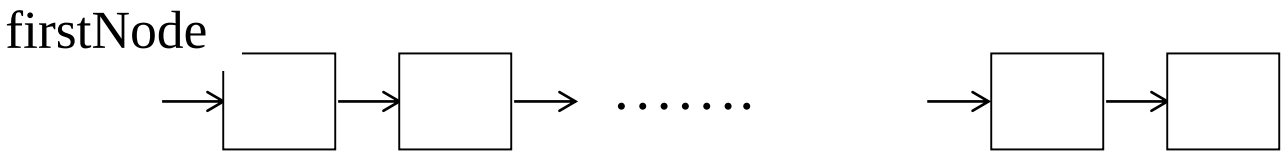


8.4 链表描述

- 栈使用链表描述，有两种实现方法:
  - 1. 使用链表描述的线性表chain， 通过chain类的派生得到链表描述的栈类derivedLinkedStack
  - 2.定制链表描述的栈类linkedStack类

8.4.1类derivedLinkedStack

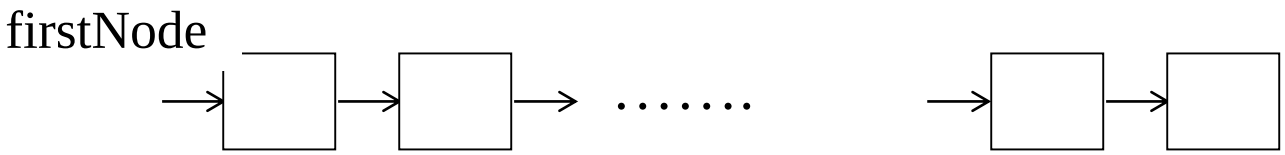
- 从chain派生类derivedLinkedStack
- 链表的哪一端对应于栈顶?



- 把链表的右端作为栈顶
  - stack: top() →chain: get(size()-1)
  - stack: push(theElement) → chain: Insert(size(), theElement)
  - stack: pop() → chain: erase(size()-1)
  - 时间复杂性 : **Θ(**size()**)**

8.4.1类derivedLinkedStack

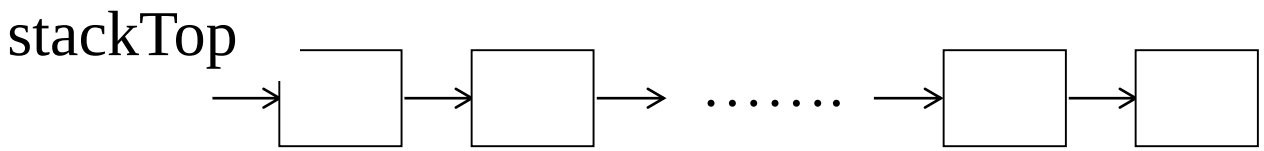
- 从chain派生类derivedLinkedStack
- 链表的哪一端对应于栈顶?



- 把链表的左端作为栈顶
  - stack: top() →chain: get(0)
  - stack: push(theElement) → chain: Insert(0, theElement)
  - stack: pop() → chain: erase(0)
  - 时间复杂性 : **Θ(1)**

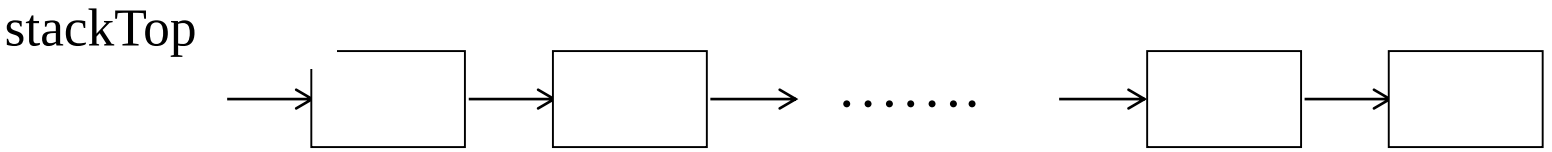
8.4.2类LinkedStack

- 定制链表栈



- 成员：
  - stackTop：栈顶指针
  - stackSize：栈中元素个数
- 空栈：stackTop=NULL，stackSize=0
- 栈顶元素：stackTop->element

8.4.2类LinkedStack




```
 template<class T>
class LinkedStack ： public  stack<T>;
{ public:    LinkedStack(int initialCapacity = 10);
                    {stackTop=NULL; stackSize=0；  }
             ~ LinkedStack();
             bool empty() const { return stackSize == 0; }
             int size() const { return stackSize; }
             T& top();
             void pop();
             void push(const T& theElement);
   private:      chainNode<T>* stackTop;  //栈顶指针
                 int  stackSize;    //栈中元素个数
};
```

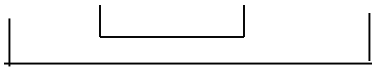
读程序 8-5

8.5 应用

- **8.5.1 括号匹配**
- 8.5.2 汉诺塔
- **8.5.3 列车车厢重排**
- 8.5.4 开关盒布线
- 8.5.5 离线等价类问题
- **8.5.6 迷宫老鼠**

8.5.1 括号匹配

- 问题:匹配一个字符串中的左、右括号
- (a*(b+c)+d)



  - 3 7
  - 0 10

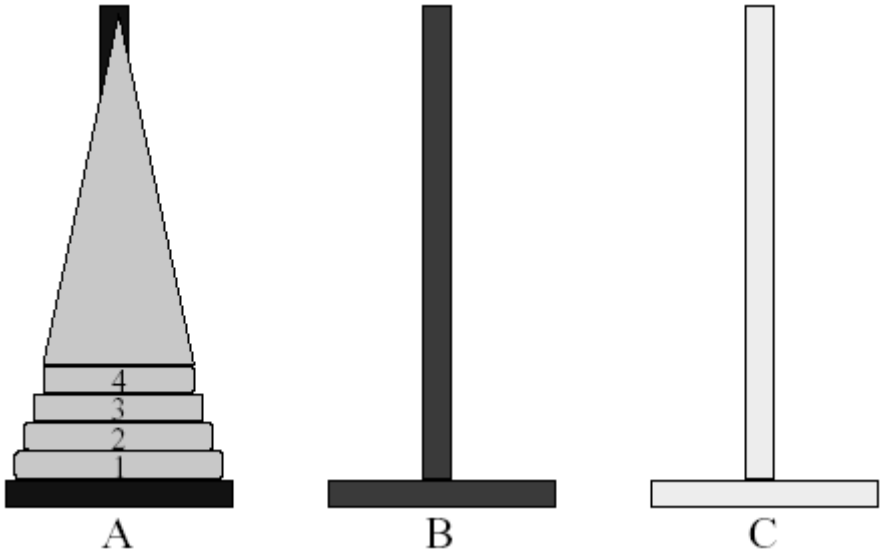
- (a+b))*((c+d)

  - 0 4
  - No match for right parenthesis at 5
  - 8 11
  - No match for left parenthesis at 7

括号匹配C++实现

```
void PrintMatchedPairs(string expr)
{// 括号匹配
  arrayStack<int> s;
  int length = (int) expr.size();
  // 扫描表达式expr，寻找‘( ’ ‘和)’
  for (int i = 0; i<length; i++)
    {if (expr.at(i) = =' ( ' )  s.push(i);
       else if (expr.at(i) = =' ) ' )
         try {//从栈中删除匹配的左括号
                cout << s.top() <<'  ' << i << endl;
                s.pop(); }
         catch (stackEmpty)
           { //栈空，没有匹配的左括号
             cout<<"No match for right parenthesis"<<" at "<<i<<endl;}
     }
// 栈不为空，栈中所剩下的左括号都是未匹配的
while(!s.empty()) {
     cout << "No match for left parenthesis at " << s.top() < endl;
     s.pop();
     }
}
```

8.5.2 汉诺塔



- 已知n个碟子和3座塔。初始时所有的碟子按从大到小次序从塔A的底部堆放至顶部，我们需要把碟子都移动到塔C:
  - 每次移动一个碟子.
  - 任何时候都不能把大碟子放到小碟子的上面。

汉诺塔

```
void towersOfHanoi(int n, int x, int y, int z)
{ / /把n 个碟子从塔x 移动到塔y，可借助于塔z
    if (n > 0) {
   towersOfHanoi(n-1, x,z,y);
   cout << "Move top disk from tower " << x
          <<" to top of  tower " << y << endl;
  towersOfHanoi(n-l, z, y, x);}
}
```

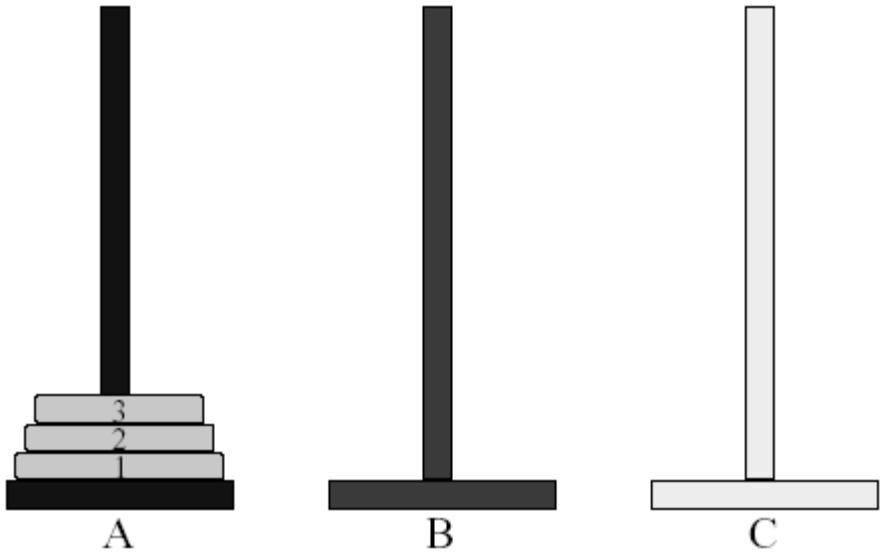
汉诺塔

•碟子的移动次数：

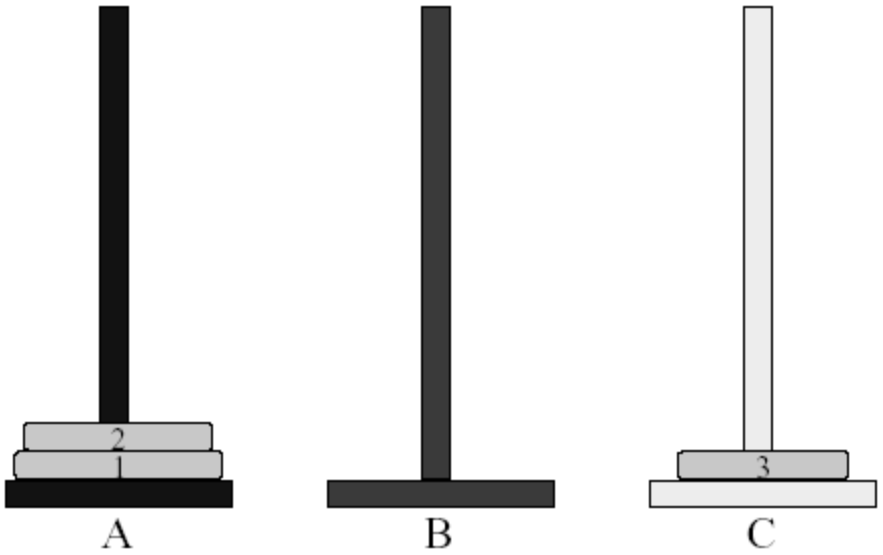
$$moves(n)=\begin{cases}0 & n=0\\ 2moves(n-1)+1 & n>0\end{cases}$$

- moves(n)= 2^n-1
- 时间复杂性: $\Theta(2^n)$

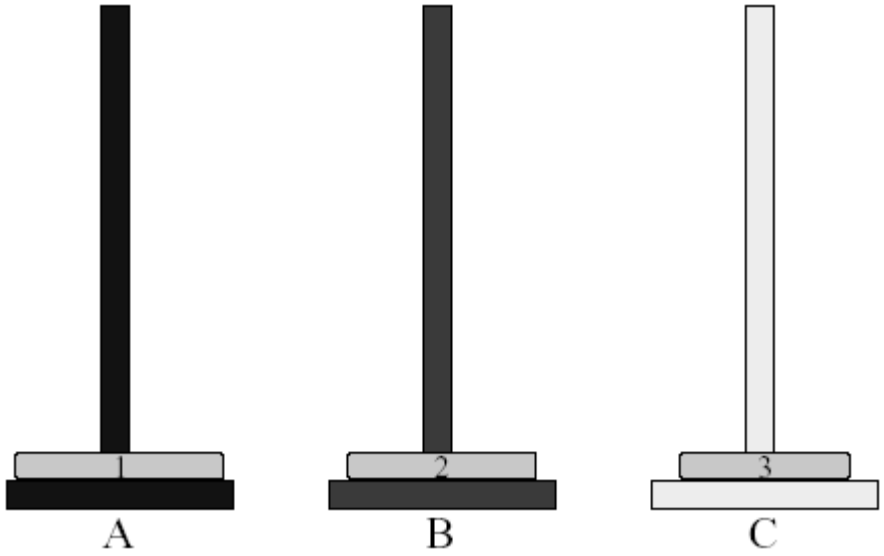
塔的布局



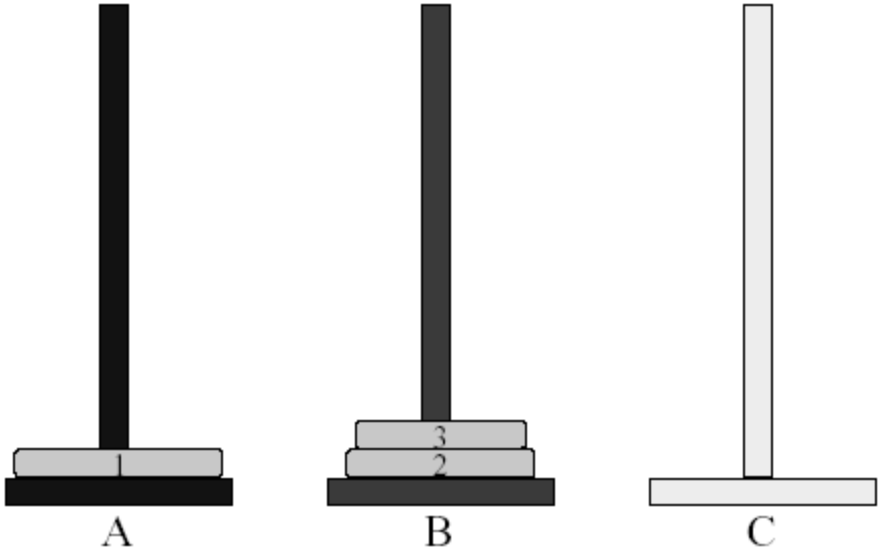
塔的布局



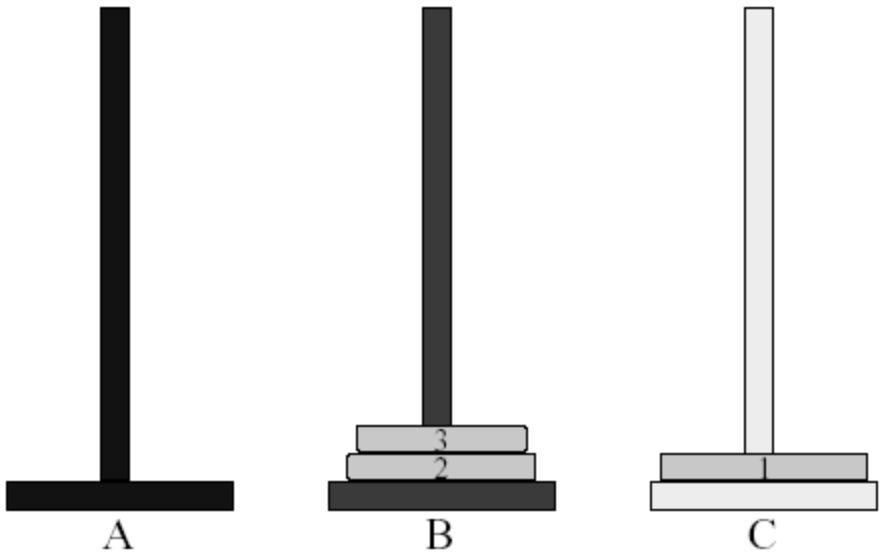
塔的布局



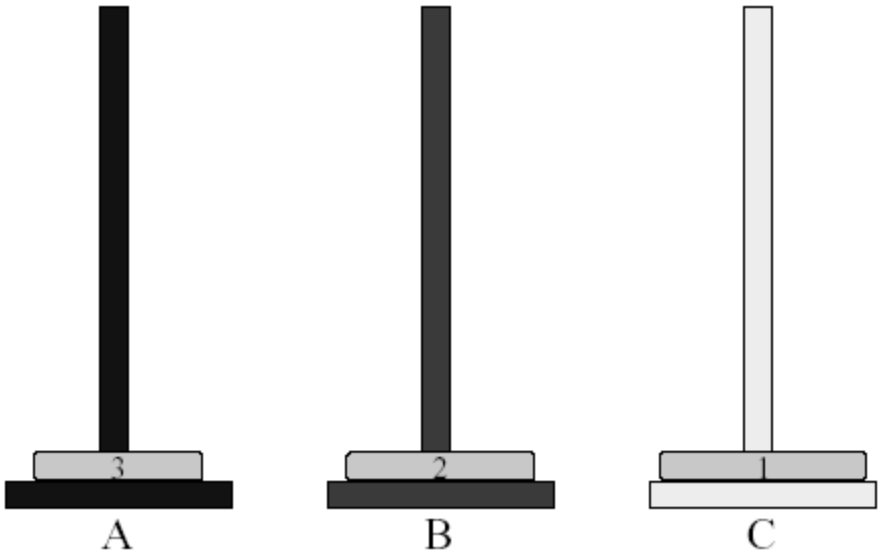
塔的布局



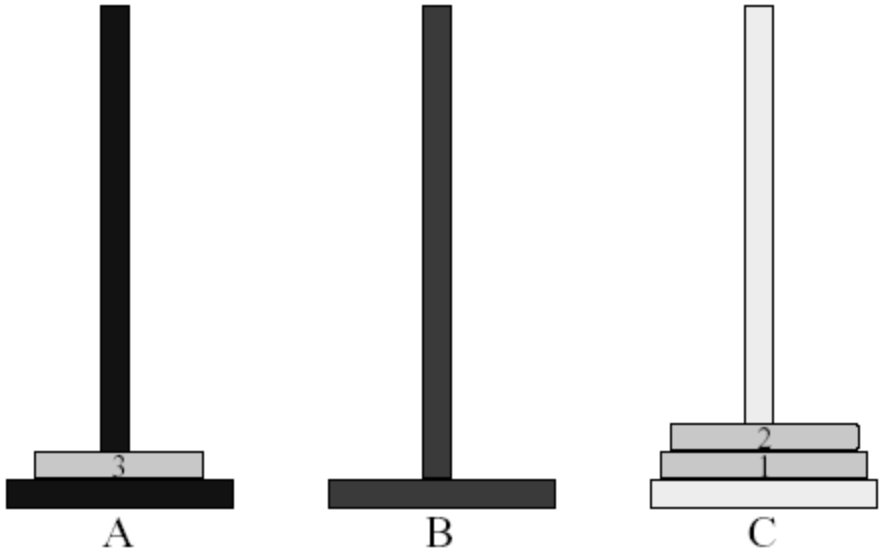
塔的布局



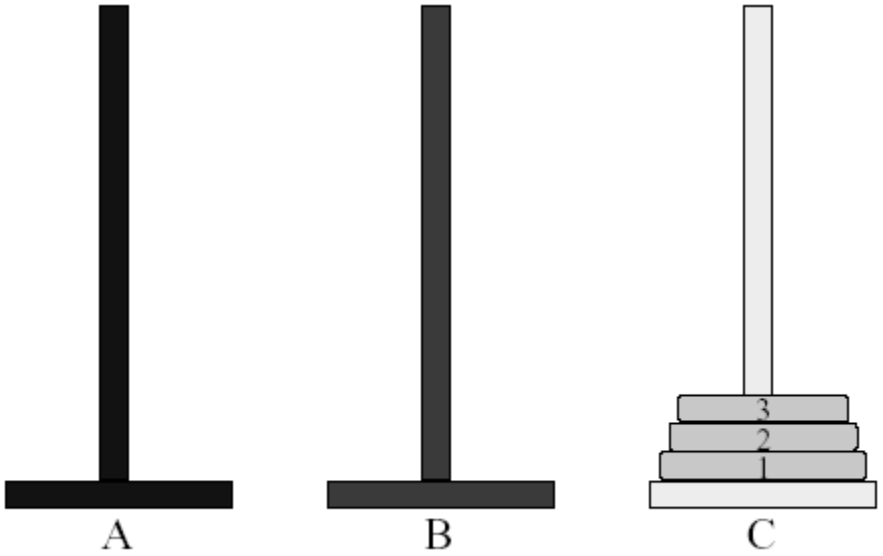
塔的布局



塔的布局



塔的布局



汉诺塔

```
//全局变量，tower[1:3]表示三个塔
arrayStack<int> tower[4];
void moveAndShow(int n, int x, int y, int z);

void towersOfHanoi(int n)
{// 函数moveAndShow的预处理程序
    for (int d = n; d > 0; d--) // 初始化
        tower[1].push(d); // 把碟子d 放到塔1上

  //把塔1上的n个碟子移动到塔3上，借助于塔2 的帮助
    moveAndShow(n, 1, 2, 3);
}
```

汉诺塔

```
void moveAndShow(int n, int x, int y, int z)
{// 把n 个碟子从塔x 移动到塔y，可借助于塔z
if (n > 0) {
    moveAndShow(n-l, x, z, y);
    int d= tower[x].top(); // 碟子编号
    tower[x].pop(); //从x中移走一个碟子
    tower[y].push(d); //把这个碟子放到y 上
    ShowState(); //显示塔的布局
    moveAndShow(n-l, z, y, x);}
}
```

8.5.3 列车车厢重排

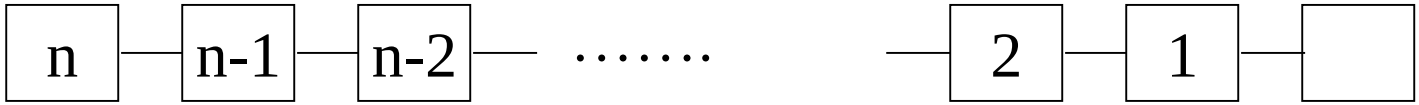
货运列车共有*n*节车厢，每节车厢将停放在不同的车站

*n*个车站的编号分别为1到*n*

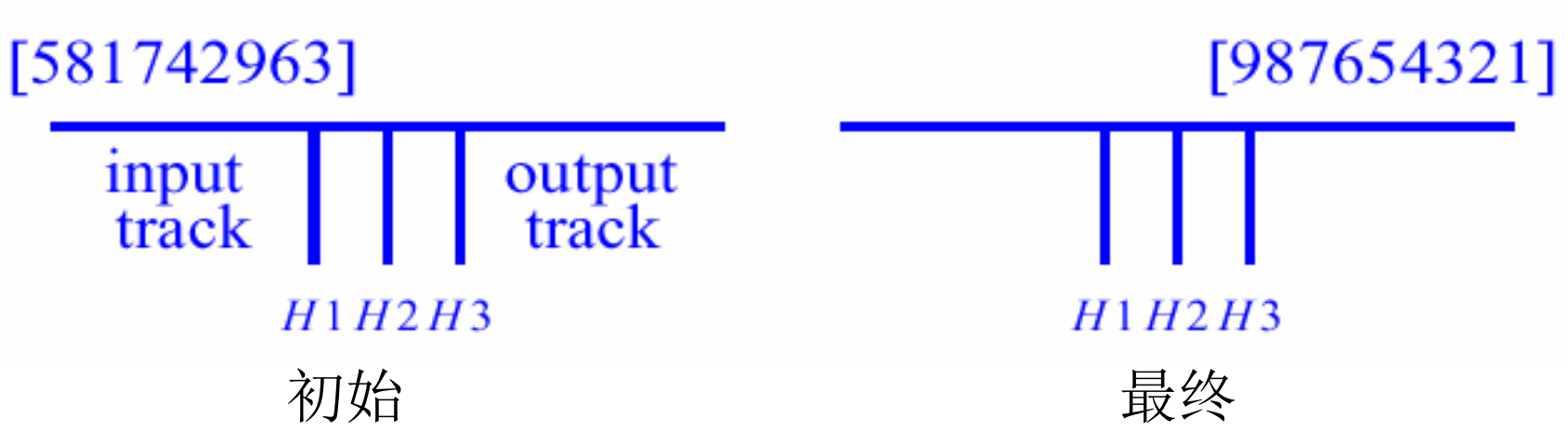
货运列车按照**第*n*站至第1站**的次序经过这些车站

车厢的编号与它们的目的地相同。

重新排列车厢，使各车厢从前至后按编号1到*n*的次序排列。



列车车厢重排例（3个缓冲铁轨）



初始　　最终

- 缓冲铁轨是按照LIFO的方式使用的
- 在重排车厢过程中，仅允许以下移动：
  - 车厢可以从入轨的前部（即右端）移动到一个缓冲铁轨的顶部或出轨的左端。
  - 车厢可以从一个缓冲铁轨的顶部移动到出轨的左端。

3个缓冲铁轨中间状态

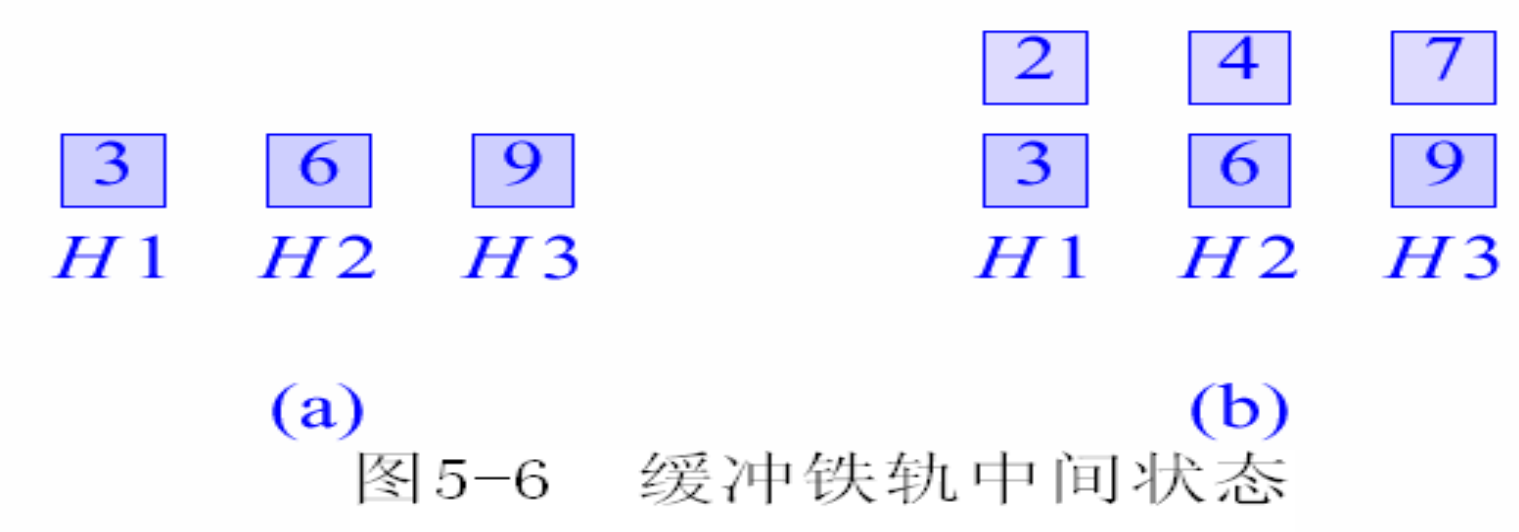


图5-6　缓冲铁轨中间状态

- 选择缓冲铁轨的分配规则
  - 新的车厢u应送入这样的缓冲铁轨：其顶部的车厢编号v 满足v > u，且v 是所有满足这种条件的缓冲铁轨顶部车厢编号中最小的一个编号。
- k 个链表形式的栈来描述k 个缓冲铁轨。

实现思路

int NowOut=1； // NowOut:下一次要输出的车厢号

for （int i=1;i<=n;i++）//从前至后依次检查的所有车厢

{1.车厢 p[i] 从入轨上移出

2.If (p[i] == NowOut)

①把p[i]放到出轨上去； NowOut++;

② while (minH(当前缓冲铁轨中编号最小的车厢)== NowOut ）

{把minH 放到出轨上去;

更新 minH ;NowOut++;}

else 按照分配规则将车厢p[i]送入某个缓冲铁轨。

}

读程序 8-9——8-12

8.5.5 离线等价类问题

等价类：

- **一个对象(或成员)的集合，在此集合中所有对象应满足等价关系。**
- **一个集合 S 中的所有对象可以通过等价关系划分为若干个互不相交的子集 S1, S2, S3, …，它们的并就是 S。这些子集即为等价类**

等价关系：集合上的一个自反、对称、传递的关系

- **用符号“≡”表示集合上的等价关系**
- **等价关系具有以下特点：**

  自反性：$x \equiv x$ (即等于自身)。

  对称性：若 $x \equiv y$, 则 $y \equiv x$。

  传递性：若 $x \equiv y$且 $y \equiv z$, 则 $x \equiv z$。

8.5.5 离线等价类问题

- 输入
  - 元素数目n
  - 关系数目r
  - r 对关系
- 目标
  - 把n个元素分配至相应的等价类
- 方法
  - 第一步，读入并存储所有的等价对(i, j)
  - 第二步，标记和输出所有的等价类

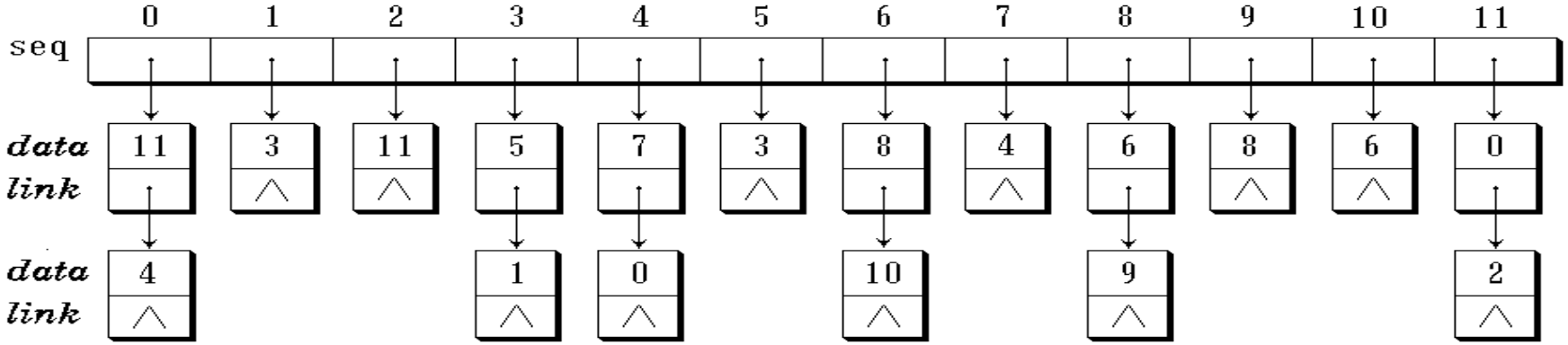
8.5.5 离线等价类问题

给定集合 $S = \{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 \}$,

及如下等价对: $0 \equiv 4, 3 \equiv 1, 6 \equiv 10, 8 \equiv 9, 7 \equiv 4,$

$6 \equiv 8, 3 \equiv 5, 2 \equiv 11, 11 \equiv 0$

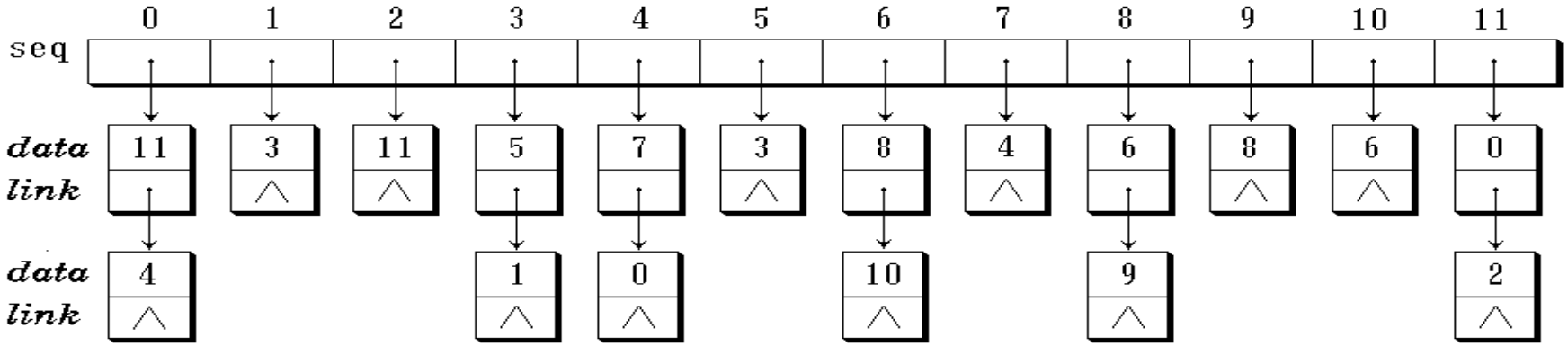
- 为集合的每一对象建立一个带表头结点的单链表
- 当输入一个等价对(i, j)后，就将集合元素 i 链入第 j 个单链表，且将集合元素 j 链入第 i 个单链表
- 在输出时，设置一个布尔数组 out[*n*]，用 out[*i*] 标记第 *i* 个单链表是否已经输出

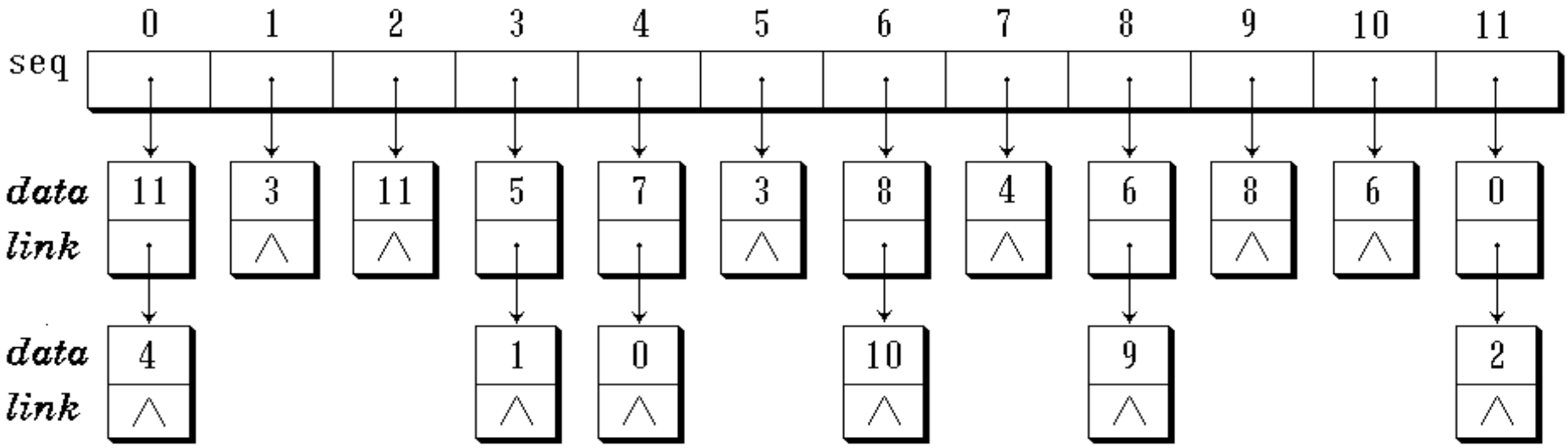


8.5.5 离线等价类问题

- **从编号 i = 0 的对象开始，对所有的对象进行检测。**
  1. 在 i = 0 时，循第0个单链表先找出形式为(0, j)的等价对，把 0 和 j 作为同一个等价类输出。
  2. 再根据等价关系的传递性，找所有形式为(j, k)的等价对，把 k 也纳入包含 0 的等价类中输出。
  3. 如此继续，直到包含 0 的等价类完全输出为止。
- **接下来再找一个未被标记的编号，如 i = 1，该对象将属于一个新的等价类，我们再用上述方法划分、标记和输出这个等价类。**

每次输出一个对象编号时，都要把这个编号进栈，记下以后还要检测输出的等价对象的单链表。





输入所有等价对后的seq数组及各单链表的内容

链序号	等价对	OUT初态	输出	OUT终态	栈
0		False	0	True	
0	11	False	11	True	11
0	4	False	4	True	11,4
4	7	False	7	True	11,7
4	0	True	—	True	11,7

链序号	等价对	OUT初态	输出	OUT终态	栈
7	4	True	—	True	11
11	0	True	—	True	
11	2	False	2	True	2
2	11	True	—	True	

离线等价类程序(1/4)

- void main(void)
- {// 离线等价类问题
- int n, r;
- //输入n 和r
- cout << "Enter number of elements" << endl;
- cin >> n;
- if (n < 2) {cout << "Too few elements" << endl; return l;}
- cout << "Enter number of relations" << endl;
- cin >> r;
- if (r < 1) {cout << "Too few relations" << endl; return l;}

离线等价类程序(2/4)

- //创建一个指向n个链表的数组
- ArrayStack<int> * list= new ArrayStack<int> [n+1];
- //输入r个关系，并存入链表
- for (int i = 1; i <= r; i++) {
- cout << "Enter next relation/pair" << endl;
- int a, b;
- cin >> a >> b;
- list[a].push(0,b) ;
- list[b].push(0,a) ;
- }

时间复杂性Q（n+r）

离线等价类程序(3/4)

```
//对欲输出的等价类进行初始化
ArrayStack<int> unprocessedList;
bool *out= new bool [n+1];
for (int i = 1; i <= n; i++)
  out[i] = false;
//输出等价类
for (int i = 1; i <= n; i++)
  if (!out[i]) {//开始一个新的等价类
        cout << "Next class is: " << i << ' ' ;
        out[i] = true;
         unprocessedList.push(i) ;
```

复杂性O（n）

离线等价类程序(4/4)

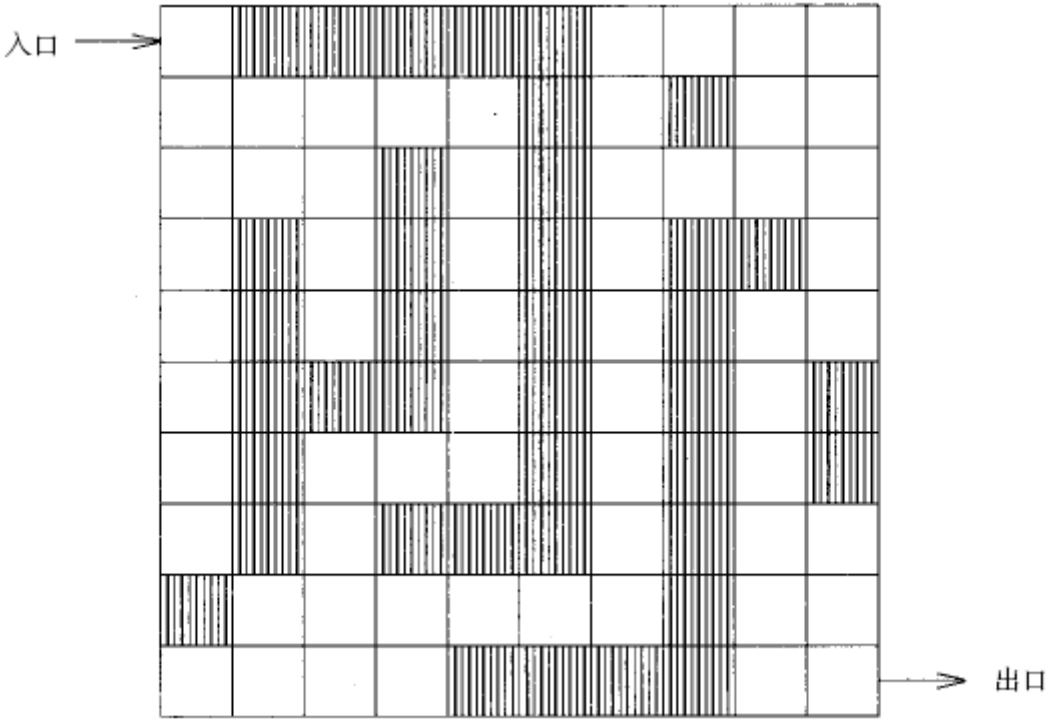
```
//从堆栈中取其余的元素
while (! unprocessedList.empty()) {
    int j= unprocessedList.top() ;
    unprocessedList.pop() ;
  //表list[j]中的元素在同一个等价类中
    while (!list(j). Empty()){
            int q=list(j).top();
            list(j).pop();
            if (!out[q]) { cout << "q << ' '; out[q] = true;
                                unprocessedList.push(q); }}}
cout << endl;}
cout << endl << “End of class list” << endl;      }
```

复杂性O（r）

8.5.6 迷宫老鼠

- 迷宫老鼠(rat in a maze)问题要求寻找一条从入口到出口的路径。
- 路径是由一组位置构成的，每个位置上都没有障碍，且每个位置(第一个除外)都是前一个位置的东、南、西或北的邻居。

8.5.6 迷宫老鼠



- 迷宫老鼠(rat in a maze)问题要求寻找一条从入口到出口的路径。

迷宫的描述

- 假定用**n×m的矩阵**来描述**迷宫**，位置(1,1)表示入口，(n,m)表示出口，n和m分别代表迷宫的行数和列数。
- 迷宫中的每个位置都可用其行号和列号来指定。在矩阵中，当且仅当在位置(i,j)处有一个障碍时其值为1，否则其值为0。

迷宫的描述

0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

简化算法

- 对于迷宫内部的位置(非边界位置)，有四种可能的移动方向：右、下、左和上。
- 对于迷宫的边界位置，只有两种或三种可能的移动。
- 为了避免在处理内部位置和边界位置时存在差别，可以在迷宫的周围增加一圈障碍物。

位置表示

- 可以定义一个相应的类Position来表示迷宫位置，它有两个私有成员row和col。
- 为保存从入口到当前位置的路径，可以采用堆栈：

ArraryStack<position>;

移动到相邻位置的方法

- 按一种固定的方式来选择可行的位置，将可以使问题得到简化。
- 例如，可以首先尝试向右移动，然后是向下，向左，最后是向上。

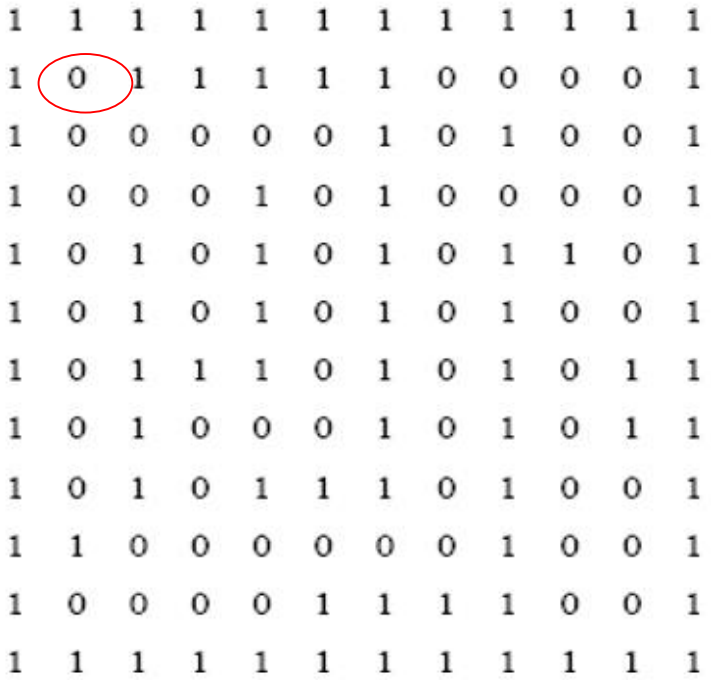
移动	方向	offset[move].row	offset[mov].col
0	向右	0	1
1	向下	1	0
2	向左	0	-1
3	向上	-1	0

寻找路径设计思路

- 首先把迷宫的入口作为当前位置。
- 如果当前位置是迷宫出口，那么已经找到了一条路径，搜索工作结束。
- 如果当前位置不是迷宫出口，则在当前位置上放置障碍物，以便阻止搜索过程又绕回到这个位置。
- 检查相邻的位置中是否有空闲的(即没有障碍物)，如果有，就移动到这个新的相邻位置上，然后从这个位置开始搜索通往出口的路径。如果不成功，选择另一个相邻的空闲位置，并从它开始搜索通往出口的路径。在进入新的相邻位置之前，把**当前位置保存在一个栈**中，…..。
- **如果相邻的位置中没有空闲的，则回退到上一位置**。
- 如果所有相邻的空闲位置都已经被探索过，并且未能找到路径，则表明在迷宫中不存在从入口到出口的路径。

寻找路径算法

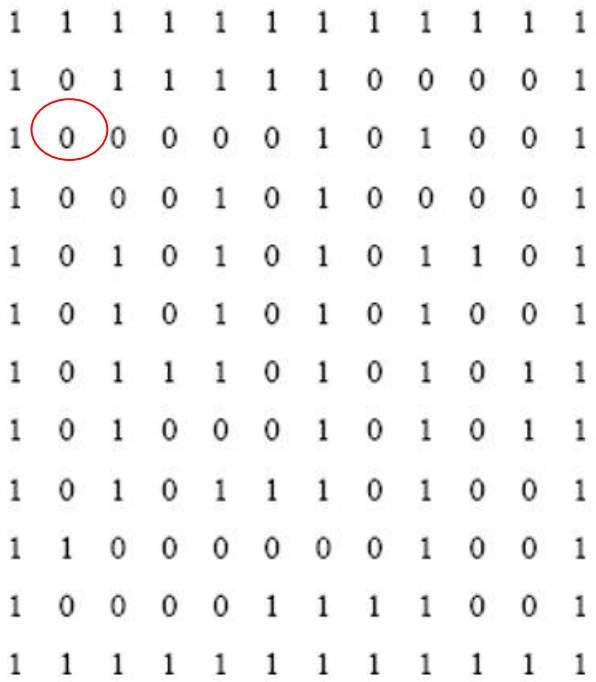
```
bool FindPath()
{ //寻找从位置(1,1)到出口(m,m)的路径
增加一圈障碍物;
//对跟踪当前位置的变量进行初始化
Position here;
here.row = 1;
here.col = 1;
maze[1][1] = 1; // 阻止返回入口
```



1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

//寻找通往出口的路径

```
while (here不是出口) do {
  选择here的下一个可行的相邻位置;
  if (存在这样一个相邻位置neighbor) {
    把当前位置here 放入堆栈path ;
    //移动到相邻位置，并在当前位置放上障
    here = neighbor;
    maze[here.row][here.col] = 1;}
  else {
    //不能继续移动，需回溯
    if (堆栈path为空) return false;
    回溯到path栈顶中的位置here; }
}
return true;
}
```



寻找路径算法

```
bool findPath()
{// 寻找一条从入口 (1,1) 到达出口 (size, size) 的路径
 // 如果找到，返回 true，否则返回 false

   path = new arrayStack<position>;

   // 初始化偏移量
   position offset[4];
   offset[0].row = 0; offset[0].col = 1;          // 右
   offset[1].row = 1; offset[1].col = 0;          // 下
   offset[2].row = 0; offset[2].col = -1;         // 左
   offset[3].row = -1; offset[3].col = 0;         // 上

   // 初始化迷宫外围的障碍墙
   for (int i = 0; i <= size + 1; i++)
   {
      maze[0][i] = maze[size + 1][i] = 1;         // 底部和顶部
      maze[i][0] = maze[i][size + 1] = 1;         // 左和右
   }
```

寻找路径算法

```
position here;
here.row = 1;
here.col = 1;
maze[1][1] = 1;                                    //防止回到入口
int option = 0;                                    //下一步
int lastOption = 3;

//寻找一条路径
while (here.row != size || here.col != size)
{//没有到达出口
   //找到要移动的相邻的一步
   int r, c;
   while (option <= lastOption)
   {
      r = here.row + offset[option].row;
      c = here.col + offset[option].col;
      if (maze[r][c] == 0) break;
      option++;                                    //下一个选择
   }
```

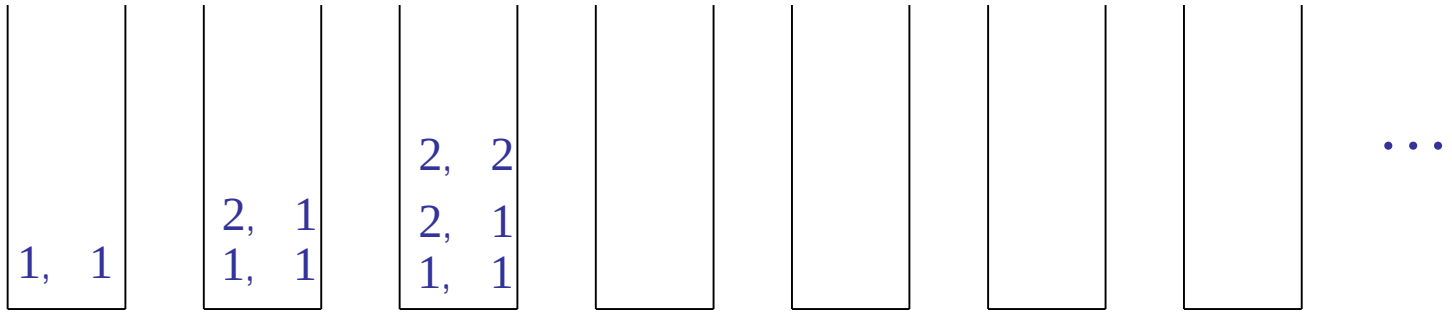
寻找路径算法

```
        //相邻的一步是否找到?
        if (option <= lastOption)
        {//移到 maze[r][c]
            path->push(here);
            here.row = r;
            here.col = c;
            maze[r][c] = 1;                          //设置 1，以防重复访问
            option = 0;
        }
        else
        {//没有邻近的一步可走，返回
            if (path->empty())
                return false;                        //没有位置可返回
            position next = path->top();
            path->pop();
            if (next.row == here.row)
                option = 2 + next.col - here.col;
            else option = 3 + next.row - here.row;
            here = next;
        }
    }

    return true;                                     //到达出口
}
```

老鼠游走过程

Path堆栈



1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

搜索迷宫路径复杂性分析

- 在最坏情况下，可能要遍历每一个空闲的位置
- 每个位置进入堆栈的机会最多有3次
- 每个位置从堆栈中被删除的机会也最多有3次
- 对于每个位置，需花费 Q(1)的时间来检查它的相邻位置
- 程序的时间复杂性应为O (unblocked)
- O(unblocked) =O(m^2)

作业

- 假设一数列的输入顺序为1234,若采用堆栈结构调整数列输出顺序，设计算法求出所有可能的输出序列(合法序列)。