循环队列

2.3 Queues

Main contents

- **Definition and operations**
- **Implementation**
- **Applications**

2.3.1 Definition

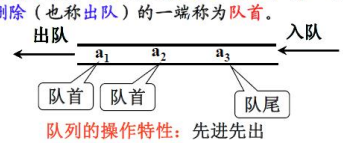
A queue is a list. With a queues, insertions is done at one end (known ad rear) whereas deletion is performed at the other end (known as front) .

–First in first out(FIFO)

Deletion ⟵ a1 a2 a3 a4 a5… … an ⟵ Insertion

（front） （rear）

- 队列：只允许在一端进行插入操作，而另一端进行删除操作的线性表。
- 空队列：不含任何数据元素的队列。
- 队尾和队首：允许插入（也称入队、进队）的一端称为队尾，允许删除（也称出队）的一端称为队首。



队列的操作特性：先进先出

Operations

- 初始化：InitQueue
- 判断是否为空：IsEmpty
- 入队列：EnQueue
- 出队列：DlQueue
- 取队列头：GetHead
- 清空队列：Clear
- 得到队列长度：GetSize

ADT of queue

```
template <class T>  class Queue
{ // 队列的元素类型为T，它们是按先后次序的
  //线性表结构
  // 一般使用front和rear指示队列的前端和尾端
  // 用curr_len 存储当时的队列长度
  //栈的运算集为：
  Queue(int s);   //创建队列实例，最大长度为s
  ~ Queue();      //该实例消亡,释放全部空间
```

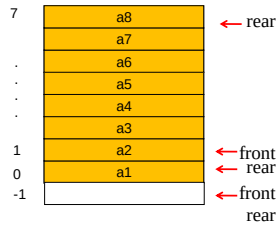
```
void  EnQueue(T  item);    //item进入队列前端
//返回队列的前端元素内容，并从队列删去T
DeQueue();
 //返回队列的前端元素内容，但不从尾部删去T
GetFirst();
void MakeEmpty();    //变为空队列
int  IsEmpty();       //返回真，若队列已空
int  IsFull();          //返回真，若队列已满
 };
```


2.3.2 Implementation

队头指针总是指向队头元素的前一个位置。

初始：front=-1;rear=-1。

存储空间0..*m*-1



Basic operations

入队：rear=rear+1

出队：front=front+1

队空：rear=front

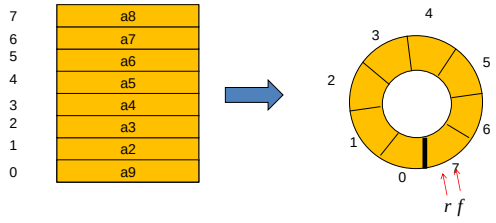
队满：rear-front=*m*


```
void  Queue::EnQueue(float item)
{
   //判队列满，否则队列溢出异常，退出运行
   assert(!curr_len== maxsize);
   curr_len ++;
   Qlist[rear] = item;          //在队列尾端加入队列
   rear = (rear + 1) % maxsize;  //
 }
```



```
float  Queue::DeQueue()
{
   float temp;
    //判队列非空，否则队列已空，异常退出运行
   assert(!curr_len== 0);
   temp = Qlist[front];
   curr_len--;
   front = (front+1) % maxsize;
   return temp;
}
```


Circular queue



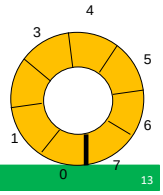
Circular queue

入队：rear=(rear+1)%m

出队：front=(front+1)%m

队空：rear=front

队满：(rear+1)%m=front



存储空间为1..m，上述的操作又如何？

2.3.3 离散事件的模拟

银行有四个窗口对外服务，从开门起不断有客户进入银行。每个窗口在某一时刻只能接待一位客户，因此在客户人数众多时，需要在每个窗口顺序排队。对于刚进入的客户，如果某个窗口正在空闲，则可上前办理业务，否则，排在人数最少的队列后面等待。编制程序，模拟银行的业务活动，并计算客户的平均逗留时间。

- 离散事件模拟
- 问题：
  - 一个银行，有N个窗口；
  - 每分钟来一个客户，客户业务处理时间为一个随机数M；
  - 每个客户总是排到最短的队上。
- 要求：
  - 模拟一段时间内的排队情况，并进行定量统计（平均逗留时间）

若只有一个队列时，平均逗留时间又是多少？

分　析

事件：客户到达银行和离开银行时发生的事情。

　　事件的类型，事件发生的时刻。

事件的发生：

　　到达事件：客户的到来时形成（0）。

　　离开事件：由客户服务时间和等待时间决定。（1..4）

建立事件链表，记录模拟过程中发生的事件。按照事件发生的时刻的先后次序存储。

分　析

设立四个队列，存储客户到达的时刻和服务所需要的时间。队头元素为窗口正在服务的客户。每个队头客户都存在一个将要离开的事件。队列的结构如下：

到达的时刻	需要服务的时间
ArrivalTime	Duration

任意时刻发生的事件，事件结点结构如下：

新客户的到来

1号窗口客户离开

2号窗口客户离开

3号窗口客户离开

4号窗口客户离开

到达0
离开1,2,3,4

事件发生的时刻	事件类型

ev：事件链表；记录将要发生的事件（到达/离开）
如果是到达的类型，则找个队进行排队等待，
如果是离开的事件，则删除对应队列中的元素。
仿真器总是从事件链表中获得事件进行处理。
结构：事件发生时间(OccurTime)，事件类型(Ntype)。

en: 事件结点；记录要处理的事件信息，
结构：事件发生时间(OccurTime)，事件类型(Ntype) 。

q[i]： 队列； 客户排队等待
结构：到达时间(ArrivalTime)，服务时间(Duration)。


```
Void BankSimulation()
 {
   OpenForday();
   While ev非空/事件链表中有待处理的事件
    {
      DelList(ev, en);/获得要处理的事件
      if (en.NType==0) /处理事件
        CustomerArrived();
      else CustomerDeparture();
    }
   计算平均逗留时间；
 }
```



```
Void OpenForday()
{
  Totaltime=0;
   CustomerNum=0;
   InitList(ev);    //事件链表置空
   for (i=1;i<=4;i++)
     InitQueue(q[i]);  //队列置空
   en.OccurTime=0;
   en.NType=0;          //设定第一个事件（客户到达事件）；
   InsertList(ev,en)   //插入事件表中
  }
```



```
Void CustomerArrived()  //客户到达处理模块
{  /* en.NType=0，  （处理当前事件，产生新的到达事件）
   CustomerNum++;
   Random(Durtime, intertime)   //（需要服务时间, 下一到达时刻间隔 ）
   t=en.OccurTime+intertime;    //下一个客户到达的时刻；
   if (t<Closetime)
        InsertList(ev, (t,0));      //插入到事件链表，
                                    表示将在t时刻有新客户到达
    i=Minimum(q)；   //为当前事件查找最短的队列
    Enqueue(q[i], (en.OccurTime, Durtime));  // 入队
    if (QueueLength(q[i])==1)
      InsertList(ev, (en.Occurtime+Durtime,i));
      //产生离开事件，插入到事件链表
}
```



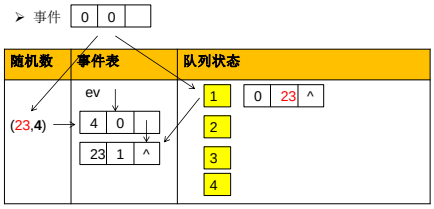
```
Void CustomerDeparture()  //客户离开事件的处理模块
 {
   i=en.NType;
   DelQueue(q[i], Customer);  //删除第i队头元素，
                              值存储在Customer中
   TotalTime=TotalTime+en.OccurTime-Customer.ArrivalTime;
   if (!QueueEmpty(q[i])
    //将第i个队列的队头元素作为离开事件插入到事件表
      {
        GetHead(q[i],Customer);
        InsertList(ev, (en.OccurTime+Customer.Durtation, i));
 }
```


仿真示例

- 初始状态

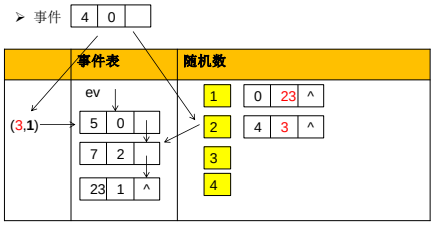
随机数	事件表	队列状态
	ev ↓ 0 0 ^	1 2 3 4

仿真示例



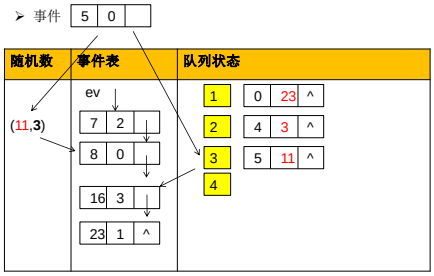
25

仿真示例



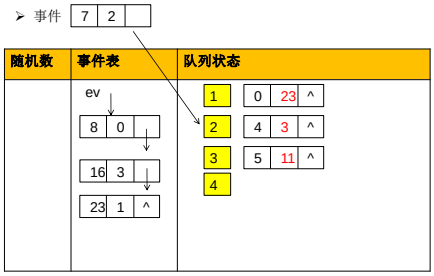
26

仿真示例



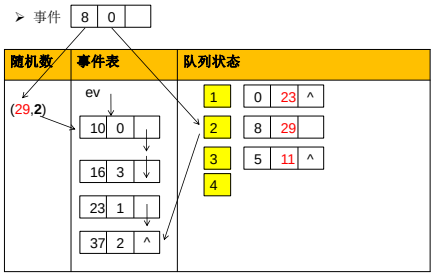
27

仿真示例



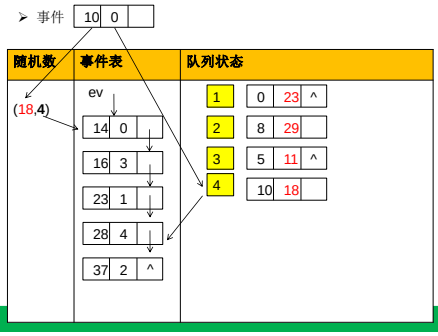
28

仿真示例



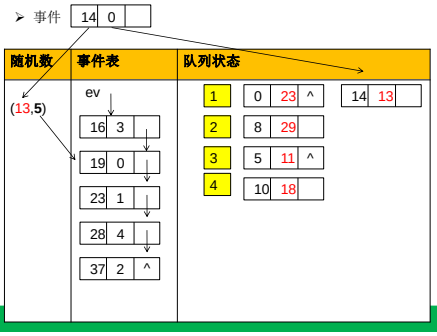
29

仿真示例



30

仿真示例



其它操作受限的线性表

输入受限的队列：限定在一端进行输入，可以在两端进行删除的队列。

输出受限的队列：限定在一端进行输出，可以在两端进行加入的队列。