北京航空航天大學
BEIHANG UNIVERSITY

实验报告

内容（名称）：队列模型(M/M/1)设计与仿真

院（系）名称	计算机学院
专业名称	计算机科学与技术
指导教师	宋晓
学号	17373126
姓名	刘萱

2019 年 10 月

队列模型实验报告

一、 实验目的

应用 M/M/1 队列编程思想，模拟一台 ATM 自动取款机的排队过程，熟悉离散事件推进方式、队列建立和提取方式。

二、 数学模型

1、 事件调度法，核心是创建一根事件轴和一支队列。先判定事件轴是否忙碌，是就根据时间先后顺序让顾客进入队列，否则推进事件。

2、 顾客到达按泊松分布生成；服务时间按指数分布生成。

3、 队列模型本身可以看作是一种“加入-离开”过程，与传染病模型的模式比较相像，请同学们给出自己对两类模型的比较分析。

两类模型的输入都是离散变量，概率模型较为相似；不同点在于传染病模型还受到治愈率等条件的影响。

4、 简述事件调度法、活动扫描法和进程交互法的异同。

事件调度法是面向事件建立仿真模型，记录事件发生的过程，处理每个事件发生时系统状态变化的结果；活动扫描法是面向活动建模，它记录每个活动开始与终止的时间，从而记录实体从一种状态变为另一种状态的过程；进程交互法是面向进程建模，它记录每个进程推进的过程，由于各进程是并行进行的，为了便于计算机处理，进程交互法采用交叉推进的方法，推进每个进程，最终完成全部进程的推进，即完成系统的全部运行过程。

所有策略均提供主动成分及被动成分，每种成分均能接受其他成分的作用。

在事件调度法中，用户要对所定义的全部事件进行建模，条件的测试只能在事件处理子例程中进行；活动扫描法设置了一个条件子例程专用于条件测试，还设置一个活动扫描模块，该模块对所有定义的活动进行建模。

事件调度法由定时模块按下一最早发生时间选择事件记录，并转向该事件处理子程序执行。活动扫描法按递减优先数的顺序对全部活动扫描，只有满足测试条件为真，仿真事件小于等于系统仿真钟的活动才能被执行。进程交互法按递减优先数的顺序对当前事件表的全部记录进行扫描，根据该事件在其进程中的指针进行条件判断。

三、 编程实现与调试过程

当客户到达时，需要记录客户的到达时间，如果 ATM 机处于空闲状态，就对客户进行服务；如果 ATM 机处于忙碌状态，则客户进入排队队列。当客户完成业务后，记录该客户的离开时间，同时可以通过计算得到他在队列中的等待时间。

由于每个客户的到达间隔时间符合泊松分布，服务时间符合指数分布，所以在这个客户到达时，就可以得到他的到达时间和所需要的服务时间。

这两个时间的生成函数如下：

```
private static int getPossionVariable(double lamda) {
    int x = 0;
    double y = Math.random(), cdf = getPossionProbability(x, lamda);
    while (cdf < y) {
        x++;
        cdf += getPossionProbability(x, lamda);
    }
    return x;
}
```

```
private static double getPossionProbability(int k, double lamda) {
    double c = Math.exp(-lamda), sum = 1;
    for (int i = 1; i <= k; i++) {
        sum *= lamda / i;
    }
    return sum * c;
}
```

```
private static double getIndexVariable(double lamda) {
    double z = Math.random();
    double x = -(lamda) * Math.log(z);
    return x;
}
```

完整代码见附录。

下面给出程序运行的一个结果实例：

输入 （时间单位：min）：

平均到达时间：3，

平局服务时间： 4，

顾客数目： 10，

队列最大长度 9

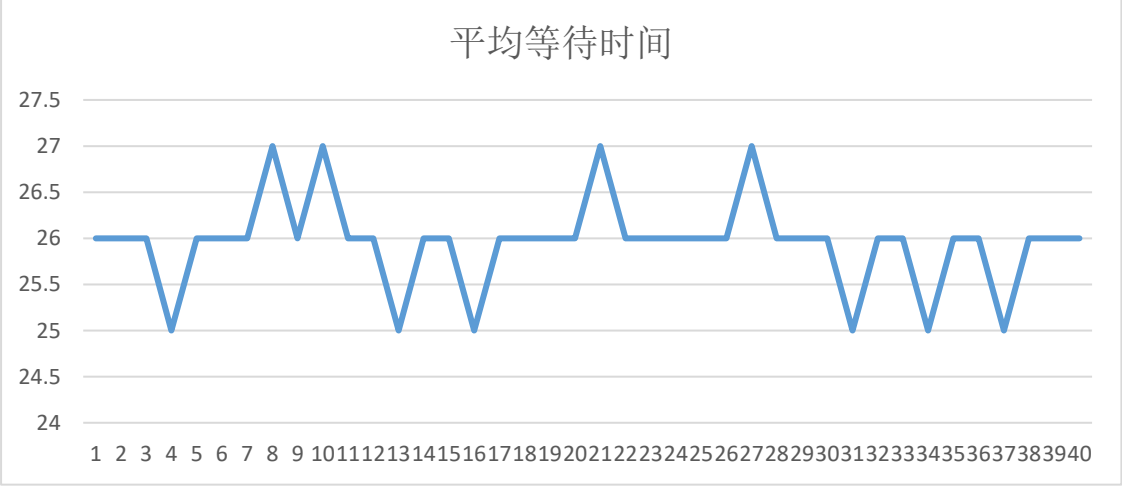
输出：

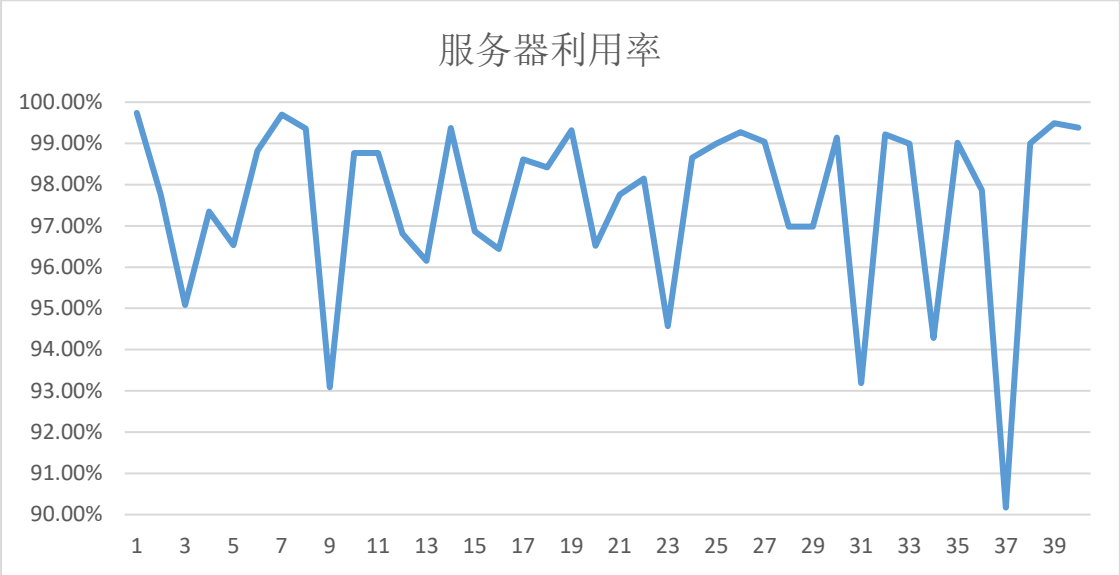
```
index     arrive          service         leave          wait
1         2.00             3.71            5.71            -0.00
2         4.00             1.98            7.70            1.71
3         9.00             0.28            9.28            0.00
4         15.00            4.03            19.03           -0.00
5         19.00            5.09            24.13           0.03
6         25.00            4.88            29.88           0.00
7         29.00            9.40            39.28           0.88
8         32.00            20.38           59.66           7.28
9         36.00            1.37            61.03           23.66
10         37.00            0.37            61.41           24.03
平均等待客户数 ： 6
平均等待时间 ： 6
服务器利用率 ： 83.89%
```

经过多次模拟，展示结果如下：

输入参数：

平均到达时间(min)	平均服务时间（min）	服务人数	队列最大长度
3	4	100	30





附录：

```
public class Customer {
    private double arriveTime;

    private double serviceTime;

    private double leaveTime;

    private double waitTime;


    public void setArriveTime(double arriveTime) {
        this.arriveTime = arriveTime;
     }

    public void setServiceTime(double serviceTime) {
        this.serviceTime = serviceTime;
     }

    public void setLeaveTime(double leaveTime) {
        this.leaveTime = leaveTime;
        double time = this.leaveTime - this.arriveTime;
        this.setWaitTime(time - this.serviceTime);
     }

    public void setWaitTime(double waitTime) {
```

```
        this.waitTime = waitTime;
    }

    public double getArriveTime() {
        return arriveTime;
    }

    public double getServiceTime() {
        return serviceTime;
    }

    public double getLeaveTime() {
        return leaveTime;
    }

    public double getWaitTime() {
        return waitTime;
    }
}

public class Time {
    private double initial;

    public void initial() {
        this.initial = System.currentTimeMillis() / 60000;
    }

    public double getInitial() {
        return initial;
    }
}
```

```
import java.text.DecimalFormat;
import java.util.ArrayList;
import java.util.LinkedList;
import java.util.Queue;
import java.util.Scanner;

public class Active {
    private   int getPossionVariable(double lamda) {
        int x = 0;
        double y = Math.random(), cdf = getPossionProbability(x, lamda);
        while (cdf < y) {
            x++;
            cdf += getPossionProbability(x, lamda);
         }
        return x;
    }

    private   double getPossionProbability(int k, double lamda) {
        double c = Math.exp(-lamda), sum = 1;
        for (int i = 1; i <= k; i++) {
            sum *= lamda / i;
         }
        return sum * c;
    }

    private   double getIndexVariable(double lamda) {
        double z = Math.random();
        double x = -(lamda) * Math.log(z);
        return x;
    }

    public Active(double t1,double t2,int numCus,int maxNum) {
        Queue<Customer> queue = new LinkedList<>();
        Queue<Customer> finish = new LinkedList<>();
        ArrayList<Customer> list = new ArrayList<>();
        ArrayList<Integer> count = new ArrayList<>();

        Time time = new Time();
        time.initial();
        double nowTime = time.getInitial();

        for (int i = 0; i < numCus; i++) {
            Customer customer = new Customer();
            nowTime += getPossionVariable(t1);
```

```
            customer.setArriveTime(nowTime);
            customer.setServiceTime(getIndexVariable(t2));
            queue.add(customer);
        }
        nowTime = time.getInitial();

        while(!queue.isEmpty()){
            Customer customer = queue.peek();
            if(customer.getArriveTime() <= nowTime){
                customer.setLeaveTime(nowTime + customer.getServiceTime());
                nowTime += customer.getServiceTime();
                queue.poll();
                finish.add(customer);
                list.add(customer);
            }else {
                nowTime = customer.getArriveTime();
            }
        }
        nowTime = time.getInitial();
        double finalTime = list.get(list.size()-1).getLeaveTime();
        int i = 0;
        while(nowTime < finalTime){
            if((i < list.size()) && (list.get(i).getArriveTime() <= nowTime) &&
(queue.size() < maxNum)){
                queue.add(list.get(i));
                i++;
            }
            count.add(queue.size());
            nowTime++;
        }
        double waitTimeSum = 0;
        double serviveTimeSum = 0;

        while (!finish.isEmpty()) {
            Customer customer = finish.peek();
            if(customer.getWaitTime() > 0){
                waitTimeSum += customer.getWaitTime();
            }
            serviveTimeSum += customer.getServiceTime();

            finish.poll();
        }
        DecimalFormat dff = new DecimalFormat( "0 ");
        System.out.println(dff.format(Math.ceil(waitTimeSum / numCus)));
```

```
        int sum = 0;
        for(i=0;i<count.size();i++){
            sum += count.get(i);
         }
        System.out.println(dff.format(Math.ceil(sum / count.size())));
        DecimalFormat df = new DecimalFormat( "0.00% ");
        System.out.println(df.format(serviveTimeSum / (finalTime -
time.getInitial())));
    }
}


import java.util.*;

public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        double t1 = scanner.nextDouble();
        double t2 = scanner.nextDouble();
        int numCus = scanner.nextInt();
        int maxNum = scanner.nextInt();

        for (int i = 0; i < 20; i++) {
            Active active = new Active(t1, t2, numCus, maxNum);
         }
    }
}
```