

北京邮电大学



《系统建模与仿真》课程设计实验报告

题目：基于 automod 的高峰时期银行排队仿真系统

姓 名 李想 罗鸿

学 院 自动化学院

专 业 物流工程

班 级 2016211408

学 号 2016211876

2016211885

班内序号 04 12

指导教师 刘玉坤

2019 年 6 月

目录

一、实验目的.....	3
二、实验对象系统描述与仿真目的.....	3
2.1 实验对象系统描述	3
2.2 仿真目的	4
三、建模思路与模型简介	4
3.1 建模思路	4
3.2 模型简介	4
四、仿真运行情况、仿真输出结果与仿真结论.....	5
4.1 仿真运行情况	5
4.2 仿真输出结果	8
4.3 仿真结论	8
五、程序流程图与程序.....	9
5.1 程序流程图.....	9
5.2 程序.....	9
六、总结.....	12
七、附件 : validation & verification 文档.....	12

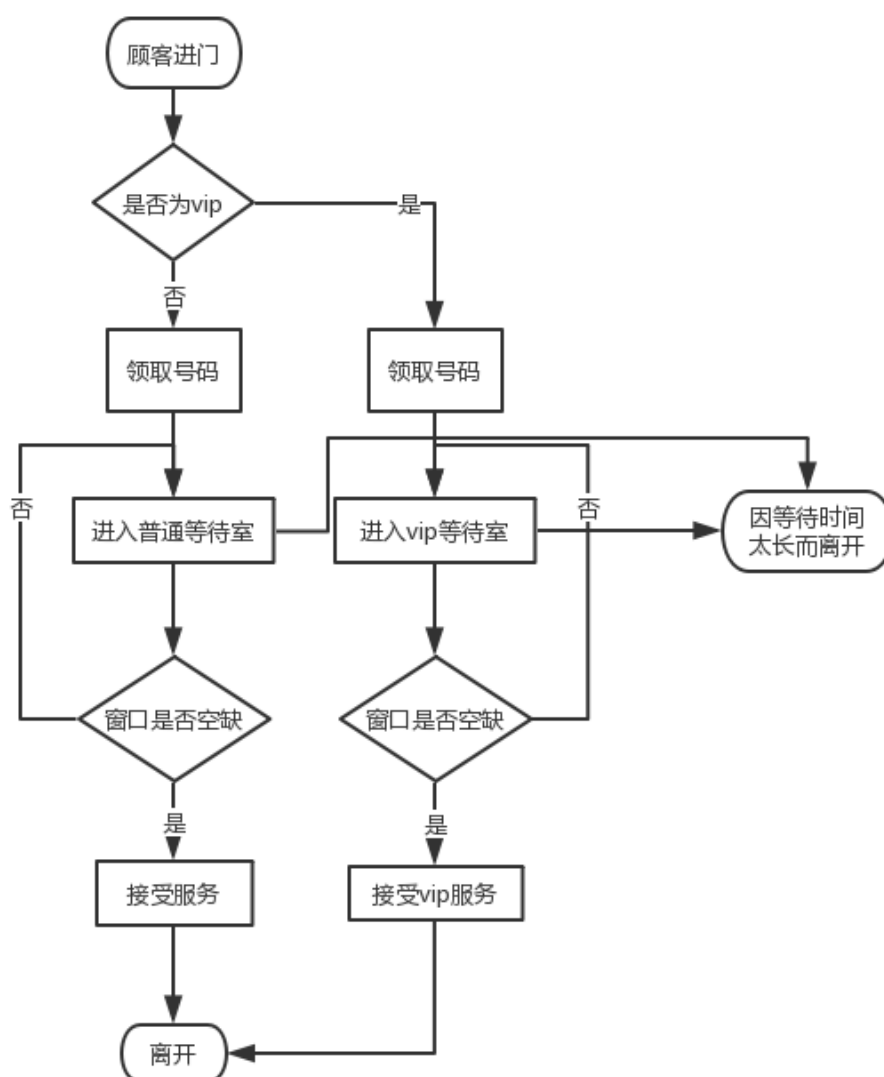
一、实验目的

通过 automod 对简易现实系统进行仿真，初步解决高峰时期银行排队的问题。通过对参数的调整和测试，能够如实的反应目标银行的系统运行情况，探索银行极限承受运行能力。

二、实验对象系统描述与仿真目的

2.1 实验对象系统描述

我们主要研究的银行大厅中的排队情况，其中顾客流程如下：



其中，银行在正常工作时间一般开四个工作窗口，以及还有一个内部的 vip 室。在三点左右会进入银行的高峰期，五点银行停止号牌的领取。然后银行等到所有顾客都办完手续便会正常下班。我们仿真系统也将从三点开始，持续三个小时。

2.2 仿真目的

通过对现实银行排队系统的仿真，客观的描述系统的运行情况，探索银行极限承受运行能力，以及对银行政策做一些辅助决策。

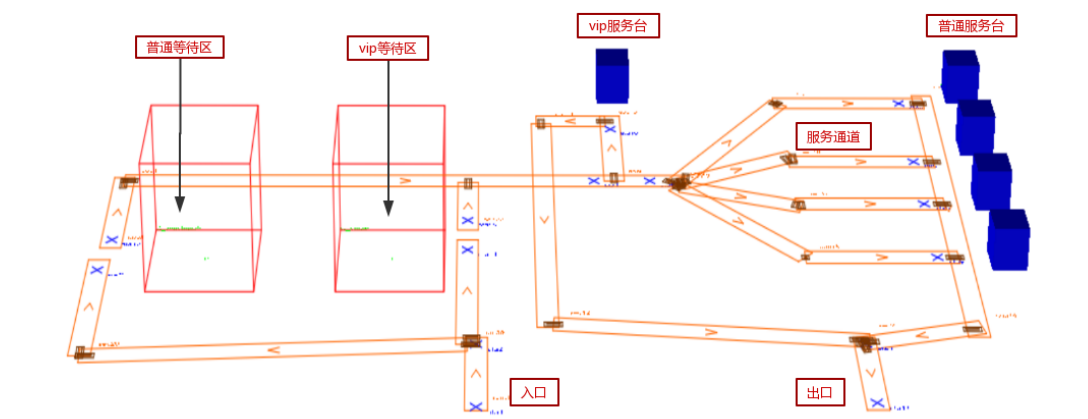
三、建模思路与模型简介

3.1 建模思路

- 1 从现实系统中观测出顾客到达时间序列、等待时间序列、服务时间序列、离开时间序列，并对到达时间序列和等待时间序列建立输入模型。
- 2 建立 conveyor 系统，根据实际系统按 4:1 在仿真系统中画出空间布置，在传送带布置必要的站点，将传送带速度调整成人的步行速度。
- 3 在 process 系统的 source file 中编写逻辑代码，定义系统的逻辑流程。
- 4 运行调试模型，直到模型按照实际系统流程正确运行。
- 5 运行模型，得到仿真报告。
- 6 将仿真报告中的各输出参数与等待时间序列、离开时间序列进行分析。

3.2 模型简介

四十五度俯视图如下：



传送带速度 $V_{\text{传送带}} = 6m \cdot s^{-1}$

顾客到达时间序列满足 $\begin{cases} \text{Exponential } 0.025 \text{ hours} & (\text{not vip}) \\ \text{Constant } 6 \text{ minutes} & (\text{vip}) \end{cases}$

普通顾客等待区容量 50，vip 区容量 10

顾客接受服务时间满足 uniform 6.7, 1.5 min

普通服务台共 4 个，每个服务台同时接待一名顾客

顾客按照先进先出原则排队，接受完服务立刻离开

仿真执行 3 小时，重复 365 次

四、仿真运行情况、仿真输出结果与仿真结论

4.1 仿真运行情况

仿真运行情况正常，共重复 365 次，每次仿真钟时间 03:00:00.

第一次运行试验报告如下：

*** AutoMod 14.0 ***

Model demo

Statistics at Absolute Clock = 3:00:00.00, Relative Clock = 3:00:00.00

CPU time: Absolute: 5.557 sec, Relative: 5.557 sec

Statistics for Process System "demo"

Process Statistics

Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
=====									
=====									
P_vip	30	0	0.87	--	3	0	--	312.07	
P_notvip	145	0	11.00	--	23	0	--	819.45	
P_vipwork	20	0	0.79	--	2	0	--	424.66	
P_notvipwork(1)	24	0	0.92	--	2	0	--	412.40	
P_notvipwork(2)	23	0	0.91	--	2	0	--	429.28	
P_notvipwork(3)	23	0	0.87	--	2	0	--	410.56	
P_notvipwork(4)	22	0	0.87	--	2	0	--	425.82	
P_dummy	10800	0	0.00	--	1	0	--	0.00	

Process Traffic Limit Statistics

Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
=====									
=====									
P_vip	30	0	0.87	Infinite	3	0	--	312.07	
P_notvip	145	0	11.00	Infinite	23	0	--	819.45	
P_vipwork	20	0	0.79	Infinite	2	0	--	424.66	
P_notvipwork(1)	24	0	0.92	Infinite	2	0	--	412.40	
P_notvipwork(2)	23	0	0.91	Infinite	2	0	--	429.28	
P_notvipwork(3)	23	0	0.87	Infinite	2	0	--	410.56	
P_notvipwork(4)	22	0	0.87	Infinite	2	0	--	425.82	
P_dummy	10800	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.00	

Queue Statistics

Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
=====									
=====									
Space	10975	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.00	
Q_vipwait	20	0	0.86	10	3	0	0.086	462.69	0.00
Q_notvipwait	92	0	10.93	60	22	0	0.182	1282.54	0.00

Order List Statistics

Name	Total	Cur	Average	Max	Min	Av_Time
OL_vip	20	0	0.86	3	0	462.69
OL_notvip	92	0	10.93	22	0	1282.54

Order List Backordered Statistics

Name	Total	Cur	Average	Max	Min	Fulfilled
OL_vip	0	0	0.00	0	0	0
OL_notvip	0	0	0.00	0	0	0

Resource Statistics

Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait	State
R_vip	20	0	0.77	1	1	0	0.765	413.33	0.00	Up ----
R_normal1	24	0	0.88	1	1	0	0.881	396.49	0.00	Up ----
R_normal2	23	0	0.88	1	1	0	0.884	415.22	0.00	Up ----
R_normal3	23	0	0.85	1	1	0	0.846	397.28	0.00	Up ----
R_normal4	22	0	0.84	1	1	0	0.841	412.90	0.00	Up ----

Random Number Streams

Name	Total
stream0	112
stream_L_vip_1	0
stream_L_notvip_1	146
stream_R_vip_1	0
stream_R_normal1_1	0
stream_R_normal2_1	0
stream_R_normal3_1	0
stream_R_normal4_1	0
stream_L_dummy_1	0

Statistics for Conveyor System "demo.conv"

Section Types Statistics

Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
DefaultSection	224	0	0.06	Infinite	3	0	--	2.67	

Statistics for Conveyor System "demo.conv"

Section Statistics

Name	Total	Cur	Average	Capacity	Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
------	-------	-----	---------	----------	-----	-----	------	---------	---------

=====								
=====								
sec1	112	0	0.04	Infinite	3	0	--	4.29
sec2	112	0	0.01	Infinite	2	0	--	0.97
sec3	92	0	0.01	Infinite	1	0	--	1.12
sec4	112	0	0.05	Infinite	2	0	--	5.14
sec5	24	0	0.00	Infinite	1	0	--	1.83
sec6	23	0	0.00	Infinite	1	0	--	1.24
sec7	23	0	0.00	Infinite	1	0	--	1.28
sec8	22	0	0.00	Infinite	1	0	--	1.85
sec9	20	0	0.77	Infinite	1	0	--	414.60
sec10	20	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.90
sec11	20	0	0.01	Infinite	1	0	--	3.66
sec12	20	0	0.01	Infinite	1	0	--	2.91
sec13	92	0	0.02	Infinite	2	0	--	2.85
sec14	92	0	0.01	Infinite	2	0	--	1.09
sec15	24	0	0.88	Infinite	1	0	--	398.10
sec16	23	0	0.89	Infinite	1	0	--	416.79
sec17	23	0	0.85	Infinite	1	0	--	398.84
sec18	22	0	0.84	Infinite	1	0	--	414.38
sec19	92	0	0.03	Infinite	2	0	--	3.77
sec20	92	0	0.01	Infinite	1	0	--	1.25
sec21	20	0	0.00	Infinite	1	0	--	1.39
sec22	20	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.79

Station Statistics

Name	Total	Cur	Average Capacity		Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
=====									
=====									
sta1	112	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.00	
sta2	112	0	0.04	Infinite	3	0	--	4.04	
sta3	0	0	0.00	Infinite	0	0	--	0.00	
sta4	112	0	0.05	Infinite	2	0	--	5.06	
sta5	92	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.56	
sta6	24	0	0.89	Infinite	1	0	--	399.95	
sta7	23	0	0.89	Infinite	1	0	--	417.96	
sta8	23	0	0.85	Infinite	1	0	--	400.02	
sta9	22	0	0.85	Infinite	1	0	--	416.21	
sta10	20	0	0.77	Infinite	1	0	--	414.46	
sta11	112	0	0.06	Infinite	2	0	--	5.34	
sta12	92	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.00	
sta13	92	0	0.04	Infinite	2	0	--	4.91	
sta14	20	0	0.00	Infinite	1	0	--	1.50	
sta15	20	0	0.00	Infinite	1	0	--	0.00	

Station Statistics

Name	Total	Cur	Average Capacity		Max	Min	Util	Av_Time	Av_Wait
------	-------	-----	------------------	--	-----	-----	------	---------	---------

```

=====
=====
conv:DefaultStation   876   0  4.45 Infinite   9   0  --   54.81

Photoeye Type Statistics
Name                  Total  Cur Average Capacity  Max  Min  Util  Av_Time  Av_Wait
=====
=====
DefaultPhotoeye       0   0  0.00 Infinite   0   0  --    0.00

Motor Type Statistics
Name                  Total  Cur Average Capacity  Max  Min  Util  Av_Time  Av_Wait
=====
=====
DefaultMotor          1   1  1.00 Infinite   1   0  -- 10800.00

Motor Statistics
Name                  Status  Total Down  %_Up  Av_Time Up
=====
M_sec1               Up       0    1.00   10800.00

```

4.2 仿真输出结果

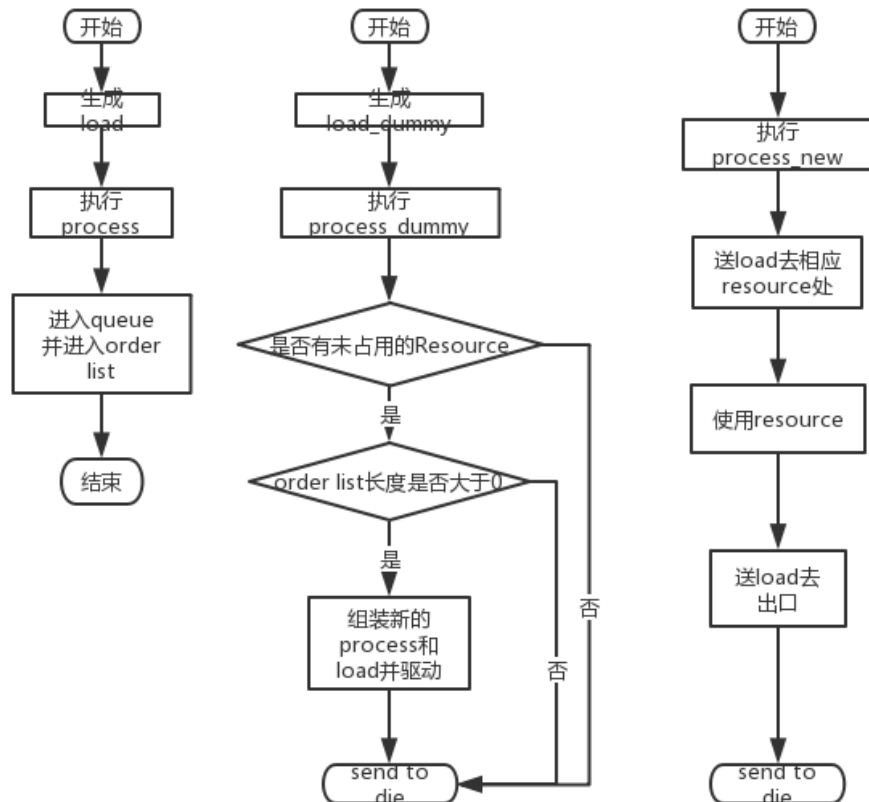
类名	值
vip队列等待时间	462.69秒
普通队列等待时间	1282.52秒
vip队列平均队长	0.86人
普通队列平均队长	10.93人
普通服务台使用效率	85.25%
vip服务台使用效率	77.00%
普通顾客平均耗费时长	819.45秒
vip顾客平均耗费时长	312.07秒

4.3 仿真结论

首先，仿真系统可以基本反映现实系统，输出数据和真实系统观测得到的数据比对后也基本吻合。其次，银行排队系统目前的运行状况良好，不会发生顾客满意度大幅下降的情况，等待区座位利用率在百分之二十左右，峰值为 23，不会出现爆满的情况。最后，我们可以更改该系统的一些参数进行仿真，来给银行做一些辅助决策。

五、程序流程图与程序

5.1 程序流程图



5.2 程序

```
begin P_vip arriving procedure
  if ac > 2 hours then
    send to die
    move into conv.sta1
    travel to conv.sta2
    wait for 3 seconds
    travel to conv.sta14
    move into Q_vipwait
    wait to be ordered on OL_vip
  end
```

```
begin P_notvip arriving procedure
  if ac > 2 hours then
    send to die
    move into conv.sta1
    travel to conv.sta2
```

```

        wait for 3 seconds
        travel to conv.sta13
        move into Q_notvipwait
        wait to be ordered on OL_notvip
    end

begin P_dummy arriving procedure
    if OL_vip current loads >= 1 then
        begin
            if V_vip = 0 then
                begin
                    set V_vip = 1
                    order 1 load from OL_vip to P_vipwork
                end
            end
        end
    if OL_notvip current loads >= 1 then
        begin
            if V_normal1 = 0 then
                begin
                    set V_normal1 = 1
                    order 1 load from OL_notvip to P_notvipwork(1)
                end
            else
                if V_normal2 = 0 then
                    begin
                        set V_normal2 = 1
                        order 1 load from OL_notvip to
P_notvipwork(2)
                    end
                else
                    if V_normal3 = 0 then
                        begin
                            set V_normal3 = 1
                            order 1 load from OL_notvip to
P_notvipwork(3)
                        end
                    else
                        if V_normal4 = 0 then
                            begin
                                set V_normal4 = 1
                                order 1 load from OL_notvip to
P_notvipwork(4)
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
    send to die
end

```

```

begin P_notvipwork arriving procedure
  if procindex = 1 then
    begin
      move into conv.sta12
      travel to conv.sta4
      travel to conv.sta5
      travel to conv.sta6
      use R_normal1 for uniform 6.7, 1.5 min
      set V_normal1 = 0
      travel to conv.sta11
      send to die
    end
  else
    if procindex = 2 then
      begin
        move into conv.sta12
        travel to conv.sta4
        travel to conv.sta5
        travel to conv.sta7
        use R_normal2 for uniform 6.7, 1.5 min
        set V_normal2 = 0
        travel to conv.sta11
        send to die
      end
    else
      if procindex = 3 then
        begin
          move into conv.sta12
          travel to conv.sta4
          travel to conv.sta5
          travel to conv.sta8
          use R_normal3 for uniform 6.7, 1.5 min
          set V_normal3 = 0
          travel to conv.sta11
          send to die
        end
      else
        if procindex = 4 then
          begin
            move into conv.sta12
            travel to conv.sta4
            travel to conv.sta5
            travel to conv.sta9
            use R_normal4 for uniform 6.7, 1.5 min
            set V_normal4 = 0
            travel to conv.sta11
            send to die
          end
        end
      end
    end
  end
end

```

```
end  
  
end  
  
begin P_vipwork arriving procedure  
    move into conv.sta15  
    travel to conv.sta4  
    travel to conv.sta10  
    use R_vip for uniform 6.7, 1.5 min  
    set V_vip = 0  
    travel to conv.sta11  
    send to die  
end
```

六、总结

通过这次仿真实验，我们充分认识到了实践出真知这个道理。有很多地方如果纸上谈兵是不会出问题的，但是到自己操作的时候就会搞错。在这个问题上，我们浪费了不少时间，不过也对仿真系统的了解深了很多。

很多时候不能想当然的认为分布是什么样的，因为现实观测出来和计算出来的结果和想象中的差距很大，还是要以事实为准去做实验。希望这次实验掌握的知识在期末考试中用到。

七、附件：validation & verification 文档