

医院门诊排队的模拟和优化建议^{*}

张 坚

(江苏理工大学工商管理学院, 镇江 212013)

摘要 使用SMAN 仿真语言和FORTRAN 语言混编的仿真程序, 模拟医院门诊排队现象, 探索门诊排队系统的优化结构。试验结果表明, 优化排队结构和排队规则, 可以在不增加人员和设备的条件下, 显著改善医院门诊的服务效率和服务质量。

关键词 仿真 系统优化 排队系统 SMAN

Simulation for a Hospital Clinic Queue System

Zhang Jian

(College of Business Administration Jiangsu University of Science & Technology, Zhenjiang 212013)

Abstract A simulation for a hospital clinic queue system was carried out with a programme written in SMAN simulation language and FORTRAN language in a micro-computer. Through the experiments, optimal queue structures and rules demonstrate their effectiveness to modify service quality and clinic efficiency even though there is no increasement of manpower and equipment

Keywords simulation; queue system; optimization; SMAN

1 引言

关于改善医院门诊服务, 许多论述基于定性分析, 从剖析门诊各环节存在的问题入手, 进而提出改进意见。定性分析往往难于建立量的概念, 从而在实施改进措施的力度和分寸的把握方面增加了难度和不确定性。此外医院门诊服务是一个复杂系统, 个别的局部改善并不一定导致全局的改善。如医院挂号环节的优化虽然可以减轻挂号的拥挤, 但若医院其它环节没有改善的话, 患者仍可能拥挤在这些环节, 使患者在医院的等待时间并没有显著减少。

本文试图在以下方面较前人的研究和实践有所突破。第一, 把医院门诊作为一个复杂系统, 重点研究门诊各环节排队结构的改进措施对门诊服务的综合影响。第二, 使用量化的研究手段, 把门诊系统简化和抽象化为仿真模型, 通过计算机模拟系统的运行, 得出定量的研究结果。第三, 在国内首次尝试使用SMAN 仿真语言解决医院的实际管理问题。

2 系统描述和仿真模型

2.1 系统描述

本文的模拟原型为某市一家大型医院^{*}, 该院门诊科室齐全, 检验、诊疗设施完备, 医疗力量雄厚; 每天门诊量约为1000人次, 年门诊量达30万人次, 在门诊高峰期, 存在某种程度的拥挤。

患者到医院门诊的流程如图1所示可分为4个主要环节; 挂号、就诊、检验处置、取药。

^{*} 本文于1996年8月21日收到

^{*} 应院方要求, 本文不公开医院的具体名称

病人进入医院,选择挂号窗口(现有 4 个窗口)排队,挂号后到指定诊室排队候诊,就诊后按医嘱,或转入取药环节或转入检验处置环节。无论检验还是取药都需经过划价、交款、服务三次排队。由于该院化验、放射线、心血管分设划价、交款窗口,所以需作多项检验的患者不得不多次重复排队。结束检验的患者重新回到原来诊室,排队确诊,确诊后排队取药,取药后,患者离开医院。

值得注意的是,在上述门诊流程中,患者至少要排 5 次队:多者甚至要排队 15 次(对于那些同时需要化验、放射线、心血管检查的患者)才能完成门诊的诊疗过程,排队等待耗费了患者的大量时间。

2.2 仿真模型的构造

为突出排队特点,简化模型和试验,本文假设所有服务时间(挂号、就诊、划价、交款、检验、取药)都服从负指数分布,其分布参数为 $\tau_1 \sim \tau_6$ (参见图 1)。此外本文还作了如下处理。

1) 患者到达

根据实测,一天之中患者的到达出现两个高峰(图 2):上午 7:30- 9:30 和下午 12:30- 14:30,一般下午患者数目少于上午。

对于患者的到达,传统处理方法是假设其服务从泊松分布,其参数 λ 为全天的单位时间病人到达数目的数学期望。本文对此作了改进,将一天分为 4 个时段:7:30- 9:30, 9:30- 11:30, 12:30- 14:30, 14:30- 16:30。每个时段患者到达服从参数不同的泊松分布,其参数 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ 分别为相应时段单位时间患者到达数目的数学期望。

在模拟试验中,设计了两种患者到达情况。第一种为现行情况,即按医院现实患者到达数目的观察值,通过参数估计确定出上述每一时段患者单位时间到达数目的平均值,分别赋与 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ 。第二种为发展情况,即假设未来患

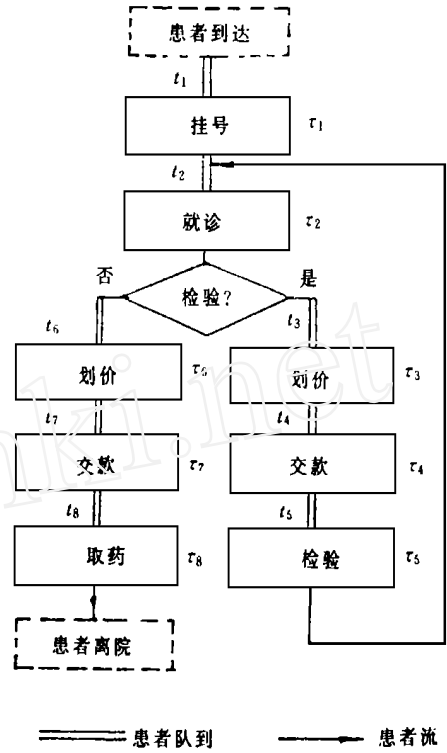


图 1 门诊流程

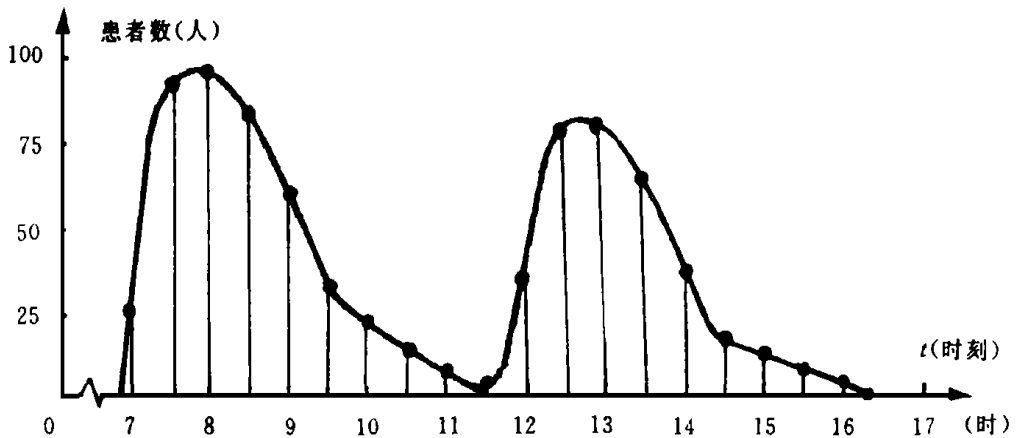


图 2 一天中患者到达数目的变化

者的数目增至 1500 人/日,对 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ 按增加的比例赋值。

2) 挂号

患者排队挂号作以下安排,第一种是现行的安排:专窗排队,即患者按挂号须知,根据病种到指定的窗口排队。在模拟试验中的处理方法是根据医院的统计资料计算出的患者到各窗口排队的经验概率,由计算机随机安排患者的挂号窗口。第二种安排是患者选最短队窗口排队,SMAN 仿真语言为此设有专门的命令。

假设各挂号窗口挂号时间 π 相同, π 用 4 个窗口的平均挂号时间赋值。

3) 就诊

对就诊环节作了较大简化,视三十几个诊室为一个诊室,每个诊室设 3 名医生,所有医生诊疗时间相同,就诊时间 τ 用医院的平均诊疗时间赋值。上述简化虽然会增加一些误差,但从分析排队结构的角度看,既不影响总体的变化趋势,又可大大简化模型和试验。

模型的构造适应两种情况。一种是现行情况,虽然名义上实行单队多台的排队规则,但由于管理不严,实际运行的是病人围在每个医生身边的多队多台的排队方式。第二种是改进的安排,严格的单队多台方式,候诊区与就诊区分开,净化诊室的工作环境。

4) 检验、取药

检验、取药的流程相同,都经过划价、交款、服务 3 个环节。在模型构造上,假设有三类检验,即化验、放射线和心血管,三类检验的划价、交款、服务时间相同。不同类型病人间的区别在于检验的项数不同,A 类病人不需检验,B 类病人需作一项检验,C 类病人需作二项检验,D 类病人需作三项检验,相应的在检验环节的循环次数分别为 0, 1, 2, 3。各类病人比例的经验概率 K_0, K_1, K_2, K_3 根据统计资料算出,由计算机随机指派。

此外在模型设计上,允许将划价和交款窗口合并为一个窗口。此时假设,合并后窗口的平均服务时间对检验环节为 $\tau_3 + \tau_4$,对取药环节为 $\tau_6 + \tau_7$ 。

2.3 变量设置

变量设置如表 1,分为参变量和内生变量两大类。参变量通过对医院统计资料(观察值)的统计分析赋值。内生变量是仿真试验的结果,又可进一步细分为非输出变量和输出变量。这样划分的主要目的是减少输出分析的工作量。输出变量均为最重要的门诊服务质量和效率指标。类似指标还可以列出诸如各个患者的队列长度等等。由于分析重点不在此以及篇幅的限制,本文不拟在这方面展开。

3 仿真试验与试验结果分析

仿真试验程序利用 SMAN 仿真语言和 FORTRAN 语言混合编成。SMAN 是一种以 FORTRAN 语言为母语的仿真语言,特别适用于排队系统的模拟,但计算功能稍差,故些采用与其母语混编的方法,从而弥补其函数运算功能的不足。

仿真试验在 BM-386 微机运行,模拟规模为每次试验模拟医院一周的工作时间(5×8×60 分),患者到达分为 1000 人/天和 1500 人/天两种情况。

3.1 试验方案

试验方案众多是仿真模拟的一个重要特点。如何从众多方案中挑选有代表性或有希望的方案进行试验,是仿真试验的关键和难点之一。根据排队理论和实践经验,本项研究选出下列 6 个试验方案。

方案 1 现行运作方案。主要特点为挂号、候诊均为多队多台的排队形式。挂号为专窗挂号。每日患者到达 1000 人次。该方案的主要作用是检验仿真模型的有效性和作为其它改进方案的比较基准。

方案 2 超负荷现行方案。除工作负荷增为每日患者到达 1500 人次外,其它条件同方案 1。该方案的目的是考察现行运作方式对未来患者增加的适应性。

方案 3 改进方案。挂号采取患者选最短队窗口排队挂号的多队多台方式,这意味着每个窗口都可以挂所有科室的号。就诊环节采用严格的单队多台方式。同时为了消除前后患者交接时的时间浪费,允许在诊室中除就诊的 3 位患者外,另外有一位等待的患者。在检验环节和取药环节,将划价与交款两道工序合

并。允许患者在同一窗口完成所有类型的检验或取药的划价、交款工作。服务时间如 2.2 节所述。该方案对排队结构作了最大可能的优化。

方案 4 超负荷改进方案。除工作负荷增至每天 1500 人次外,其它与方案 3 同。

方案 5 扩容方案。在方案 2 基础上增加 1 个挂号窗口,每个诊室增加 1 名医生。

方案 6 改进扩容方案。在方案 4 基础上增加 1 个挂号窗口,每个诊室增加 1 名医生。

表 1 变量设置

参变量	
m	挂号窗口数
n	诊室医生数
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$	分别为第 1~4 时段单位时间患者到达数的数学期望
P_1, P_2, P_3, P_4	分别为患者在第 1~4 挂号窗口挂号的经验概率
K_0, K_1, K_2, K_3	分别为患者作 0, 1, 2, 3 项检验的经验概率
$\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6, \tau_7, \tau_8$	分别为患者接受挂号、就诊、检验划价、检验交款、检验、取药划价、取药交款、取药服务的数学期望
内生变量(非输出变量)	
$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8$	分别为患者挂号、就诊、检验划价、检验交款、检验、取药划价、取药交款、取药时的排队等待时间(参阅图 1)
T_s	患者在医院逗留的全部时间 内生变量(输出变量)
T_L	患者在队列中等待的全部时间
R	患者的时间利用率, $R = T_L / T_s$
M	患者的排队次数
R_1	医生的时间利用率 $R_1 = 1 - \text{闲暇时间(分)} / 8 \times 60(\text{分})$
R_2	挂号员的时间利用率 $R_2 = 1 - \text{闲暇时间(分)} / 8 \times 60(\text{分})$
F	患者拒绝率 $F = \text{未及就诊患者数} / \text{全部患者数}$

3.2 试验结果分析

主要试验结果汇总如表 2,表中数值均为表中所列指标的平均值。分析表 2 数据,可得到下面一些观点。

方案 1 与医院门诊的实际观察值基本一致,这说明仿真模型符合该医院门诊的实际。方案 1 的实验结果普遍比实际值好一些,其中的原因可能是仿真模型不能反映实际中患者由于不熟悉医院制度而出现的错误所造成的时间浪费。

方案 2 与方案 1 比较,说明在工作负荷增加到 1500 人次/天的情况下,没有得到门诊服务的患者显著增加,医生和挂号的工作负荷过重,现行运作方式无法满足未来患者增加的需要。

方案 3 与方案 1 比较,各项服务指标显著改善,说明排队结构的优化,可以在不增加人员和设备的条件下,改善服务质量,提高服务效率。

方案 4 虽然较方案 2 各项指标有所改善,但仍不能满足患者增加的需要,说明在这种情况下,仅靠排队结构的优化无法彻底解决问题,需要增加必要的人员和设备。

方案 5 和方案 6 比较,方案 5 仍不能满足患者增加的需要,方案 6 却可以满足。方案 6 是未来患者增加条件下的较优方案。

表2 主要试验结果汇总

方 案	T_L (分)	R (%)	R_1 (%)	R_2 (%)	M	F^* (%)
1	114.32	19.25	57.63	62.51	11.85	4.51
2	181.57	13.18	82.74	87.44	11.62	12.85
3	92.44	26.27	64.26	61.37	7.33	2.48
4	156.28	21.52	87.35	82.26	7.56	10.66
5	127.45	18.64	65.46	60.33	11.73	6.92
6	111.74	25.07	68.81	62.78	7.60	4.33
实际观察值	122.62	20.46	59.36	65.06	12.05	4.85

* 拒绝率 $F = 5.00\%$ 为医院正常工作负荷的极限, $F > 5.00\%$ 表示医院门诊处于超负荷状态, 医疗质量无法保证

综上所述, 该医院门诊排队结构的优化可以合并窗口, 增加窗口服务功能, 改进排队规则等方面着手, 上述措施对其它医院也可能具有借鉴意义。

对本文构造的模型作些改造, 亦可分析和优化医院门诊其它方面的工作, 如人员设备的合理组合, 门诊合理规模的确定等等。也许仿真模型在这些方面的应用潜力更为巨大。

参 考 文 献

- 1 Hoover S V. Simulation - A Problem - Solving Approach. New York: Addison - Wesley Publishing Company, 1989
- 2 黎志成. 管理系统模拟. 第一版, 北京: 物资出版社, 1985

(上接第 98 页)

4. 从经济意义上看: 反映我省区域经济发展的不平衡性和差异程度的指标数值目前已超过发展中国家和地区在经济快速发展过程中的警戒线(贫富悬殊一般应控制在 7- 8 以内), 这也是要引起高度重视和注意的。

5. 按照区域经济理论, 适度的区域经济差异对经济发展有一定的促进作用, 发展中国家和地区在经济快速发展过程中, 区域经济发展的不平衡性和差异程度的相应增大也有一定的不可避免性。但从宏观调控的角度看, 关键是积极调控其不至于过多的超过警戒线, 并随着经济发展水平的提高促使其逐步缩小, 最终进入适度的范围内。因此, 目前应高度重视我省区域经济发展的严重不平衡性, 做到早有警觉, 早有准备, 从行政干预和市场调控相结合的角度去寻求切实可行的调控措施, 过多依赖某一方面的力量都是不可取的, 也是不可能的。不然, 一旦出现一些其它因素影响, 经济发展的严重不平衡有可能诱发社会的不稳定。

最后说明: 本文论述的研究工作只是整个研究工作的一部分, 有待进一步深入, 特别有待于提高定性分析水平, 加强对策研究。其它研究成果可望继续出来。