

医院门诊系统的排队过程模型

吴 希

(吉林医药学院数学教研室, 吉林吉林 132013)

[摘要] 通过对医院门诊系统的排队过程的研究, 建立排队论模型, 并进行讨论, 希望可以为医院的科学化管理提供一点有益的建议。

[关键词] 排队论; 门诊

[中图分类号] R311

[文献标识码] C

[文章编号] 1673-7210(2007)09(a)-131-02

Queuing model in hospital outpatient system

WU Xi

(Department of Mathematics, Jilin Medical College, Jilin 132013, China)

[Abstract] By investigating into process model in hospital outpatient system, we found a queuing model and gave a discussion on it, expecting offering rational advice to scientific management of hospital.

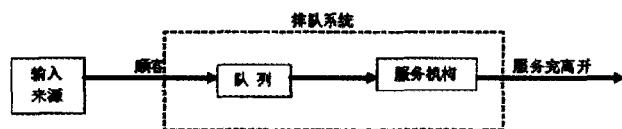
[Key words] Queuing theory; Outpatient

排队论, 或称随机服务系统理论, 是数学运筹学的分支学科。它是研究服务系统中排队现象随机规律的学科。每当某项服务的现有需求量超过提供该项服务的现有能力时, 排队就会发生, 而排队论就是对排队进行数学研究的理论。

据调查, 在医院系统内, 目前的随机排队挂号、就诊的模式下, 患者接受医生诊疗的时间平均只有十几分钟, 而在排队挂号、候诊、缴费取药等非诊疗环节上花费的时间则长达1.5~2.5 h。这种现象被称为“三长一短”, 即排队挂号、候诊、缴费取药时间长, 就医时间短。由于病人到达时间的随机性或诊治病人所需时间的随机性, 排队几乎是不可避免的。因此, 如何合理安排医护人员及医疗设备, 使病人排队等待的时间尽可能减少, 正是本文所要解决的问题。

1 研究对象

选取医院门诊部的就诊患者为研究对象, 建立排队系统。以患者到达门诊部进行登记为标志, 表示该患者进入了门诊系统的排队系统当中; 当患者进入诊室接受医生治疗时, 表示该患者接受了服务, 当服务完成后, 患者即离开排队系统。可以将上述排队过程概化为排队系统的一般结构:



2 模型的组成

实际中的排队系统各有不同, 但概括起来都是由3个基本部分组成的, 包括: 输入过程、排队规则及服务机制, 分别说明如下:

2.1 输入过程

输入过程说明顾客是按怎样的规律到达系统的, 需要从三个方面来刻画一个输入过程。

2.1.1 顾客源总体 可以分为有限源总体和无限源总体。

2.1.2 顾客的到达方式 是单个到达还是成批到达。

2.1.3 顾客相继到达的时间间隔分布 这是刻画输入过程的

最重要的内容, 主要通过一些已知的概率分布来描述, 如泊松分布、定长分布、负指数分布等等。

2.2 排队规则

排队系统一般分为等待制、损失制和混合制。

2.2.1 等待制 顾客到达系统后, 如果没有空闲的服务台, 则顾客即排队等候。等待制服务的方式由: 先到先服务 (FCFS)、后到先服务 (LCFS)、随机服务 (SIRO)、优先权服务 (PR) 四种。

2.2.2 损失制 顾客到达系统时, 如果没有空闲的服务台, 则顾客离开排队系统, 另求服务。

2.2.3 混合制 介于等待制和损失制之间, 通过对排队长度、顾客的等待时间等量的限制来对整个排队模型进行限制。

2.3 服务机构

指排队系统中服务台的个数、排列及服务的方式。排队系统中的服务台的个数可以是一个或多个。多个服务台可以是串联或并联。

3 医院门诊系统的排队模型

一个实际问题作为排队问题求解时, 首先要研究它属于哪个模型。如果按照排队系统特征的各种可能情形来分类, 是很多的。但通用的分类方法为:

X/Y/Z/A/B/C

X-顾客相继到达的间隔时间的分布;

Y-服务时间的分布;

M-负指数分布、D-确定型、 E_k - k 阶爱尔朗分布。

Z-服务台个数;

A-系统容量限制 (默认为 ∞);

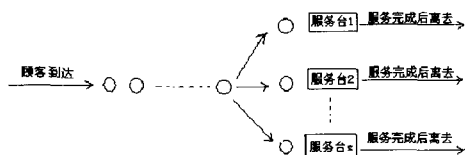
B-顾客源数目 (默认为 ∞);

C-服务规则 (默认为先到先服务 FCFS)。

在这里, 我们假设医院的排队系统是服从 M/M/C/ ∞ / ∞ /FCFS 排队模型的。这种模型是指患者到达门诊部为最简单流, 即患者到达间隔时间和服务时间均服从负指数分布的多服务台排队系统, 各服务台工作相互独立, 单队列, 患者源无限, 排队规则为等待制, 先到先服务。

我们主要通过系统的状态概率和主要运行指标来评价

整个排队系统。具体数量指标如下:



3.1 系统的状态概率

系统的空闲概率 P_0 , 系统内有 n 个患者的概率 P_n 以及利用率 ρ 分别为:

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \frac{1}{c!} \frac{1}{1-\rho} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \right]^{-1}, \quad \rho = \frac{\lambda}{c\mu} < 1$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0 & n \leq c \\ \frac{1}{c! c^{n-c}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0 & n > c \end{cases}$$

3.2 系统主要运行指标

3.2.1 队长 系统内的平均患者数称为队长, 记为 L 。

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

3.2.2 等待队长 系统内排队等待服务的平均患者数称为等待队长, 记为 L_q 。

$$L_q = \frac{(c\rho)^c \rho}{c!(1-\rho)^2} P_0$$

L 及 L_q 越大, 说明服务率越低。

3.2.3 平均等待时间 患者在系统内排队等待接受服务的平均时间成为平均等待时间, 记为 W_q 。

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

3.2.3 平均逗留时间 患者从进入排队系统到接受完服务后离开系统的平均时间称为平均逗留时间, 记为 W 。

$$W = \frac{L}{\lambda} = W_q + \frac{1}{\mu}$$

据心理学调查, 诊病问题中仅仅等待时间是患者们所关心的。一个排队系统的平均等待时间越短, 患者对于该排队系统的满意率就越高。

在上述问题求解的基础上, 通过研究主要数量指标在平稳状态下的概率分布及数字特征, 可以了解整个排队系统的基本特征及运行状况, 然后基于此, 再来研究整个排队系统的最优化问题, 其内容有很多, 如最少费用问题、服务率控制问题、服务台的开关策略等方面的问题。

4 模型的讨论

到医院就诊排队是一种常见的现象, 患者来到医院寻求服务, 而医院的医疗资源有限, 二者之间发生冲突时, 就会产生排队现象。

如果患者排队的时间过长, 超过他的承受极限, 必将会导致患者的流失, 给医院造成一定的损失, 同时也可能会影响患者的诊断和救治, 造成医疗事故。

在这里, 我们应用运筹学中的排队论分支, 可以对医院目前的排队系统进行量化的分析, 是通过数学的方法科学、合理的评价上述问题的有效手段。

需要强调的是, 在本文中所谈到的排队模型, 是假设患者的到达时间间隔和服务时间都是服从负指数分布的, 而具体的分布情况是否服从该类型, 因为目前医院的门诊部门管理制度的限制, 还无法统计, 因此就这一点还有待于商榷。作为医院, 可以通过引进医院叫号系统程序, 来统计患者到达间隔和服务时间的经验分布, 然后按照统计学的方法进行检验, 从而确定排队系统符合于哪一种模型, 进而得出的结论才是比较可靠的。

目前, 这种排队系统的模型已经被广泛应用于医院管理当中, 由于他的科学性、合理性, 相信在今后会有更大的发展。

【参考文献】

- [1] 胡运权. 运筹学教程[M]. 第2版. 北京: 清华大学出版社, 2003. 318-352.
- [2] 秦侠. 卫生管理运筹学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005. 190-206.

(收稿日期: 2007-06-14)

本刊交流园地栏目约稿

交流园地: 主要报道临床疾病治疗方面的经验和体会; 医学或医学相关方面的观点和看法。
来稿请寄: 北京市朝阳区通惠家园惠润园(壹线国际)5-3-601《中国医药导报》杂志社
邮政编码: 100025

电话: 010-59679076 59679077 转 8001 传真: 010-59679056 E-mail: yyzx99@163.com