

# Delphi 在排队论仿真中的应用

曹玉华<sup>1</sup>, 乔 亮<sup>2</sup>, 黄学飞<sup>3</sup>

(1. 浙江科技学院, 杭州 310023; 2. 中国寰球工程公司, 北京 100029; 3. 浙江大学, 杭州 310023)

**摘 要:** 在服务行业中由于顾客到达和服务时间的随机性, 排队现象几乎是不可避免的, 作为服务行业的物流企业也面临相应的问题。为了解决物流企业在提供服务时的排队现象, 进行物流系统规划时可以用仿真语言或者商用的仿真软件进行仿真分析, 也可以将数学模型转化成计算机仿真语言, 用 Delphi 语言实现其仿真模拟, 为决策提供相应的依据。

**关键词:** 排队论; 计算机仿真; 物流

**中图分类号:** TP165      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-006X (2006) 04-0070-03

**Application of Delphi in the simulation based on Queuing Theory/Cao Yuhua** (Zhejiang Institute of Science and Technology, Hangzhou 310023), **Qiao Liang** (China Huanqiu Engineering Company, Beijing 100029), **Huang Xuefei** (Zhejiang University, Hangzhou 310023)

**Abstract:** For the randomness of customer arrival and service time in service industries, the phenomenon of queuing is nearly inevitable. Logistics enterprises are also confronting with the same problem. In order to solve the phenomenon of queuing when logistics enterprises providing service, the simulation language or commercial simulation software can be used to realize simulation analysis, or the mathematical model can be transferred into computer simulation language to realize simulation by Delphi language. The simulation results will provide reference for the decision-making of logistics system planning.

**Key words:** queuing theory; computer simulation; logistics

## 1 引 言

服务系统中经常出现“等待”问题, 例如一台装卸设备用于给进库的车辆卸货, 车辆可能随时到达, 无车辆到达时装卸设备处于等待状态, 车辆到达而装卸设备正在工作, 车辆就要排队等待; 仓库里的车辆出库, 一般要经过检验人员检查, 这也有一个等待问题; 工具材料库的保管员负责工具和材料的发放事务, 而领用人员的到达时间和需服务的时间也是随机的, 这也出现等待问题; 飞机到达机场、船舶到达码头也是随机的, 也有排队问题。当中国的物流企业在不断成长, 越来越成熟时, 要进行相应的物流系统规划时, 排队论的仿真模拟有助于避免物流设施的空闲浪费和减少服务对象等待损失, 提高物流系统的运营效率。

仿真方法研究物流系统, 就是用仿真语言或者商用的仿真软件建立物流系统的仿真模型, 这样的仿真模型比解析方法能更加全面地反映实际物流系统的特征, 在此模型之上对不同的系统参数和策略进行仿真实验, 仿真过程所做的就是得到该策略下

系统的性能, 从而对不同的策略进行评价; 还可以通过仿真实验改变系统的一些参数来方便地进行物流系统各参数的灵敏性分析, 并且以此为基础进行系统的优化。

仿真的方法不依据抽象的假想, 而是依据系统的实际结构和组成, 以及对系统调研分析所获得的数据建立起来的动态模型, 这种模型既表达了系统的物理特征又有其逻辑特征, 更贴近实际, 更便于对系统进行分析。仿真模型的一次运行只是对系统一次抽样的模拟, 所以系统仿真不是一种优化方法, 它不能求出系统的最优解。但是通过仿真的方法, 可以依据仿真模型的运行效果, 修改参数, 反复仿真, 这样系统仿真的方法可以看成是一种间接的优化方法。早在 20 世纪 60 年代开始, 就有很多仿真语言如 GPSS、SLAM 等等, 如用于生产控制系统的 AutoMod 和 WITNESS 等, 用于复杂生产系统和供应链系统的 Arena。特别 MATLAB 是美国 Math Works 公司开发的一套高性能数值计算可视化软件, 它集数值分析、矩阵运算和图形绘制等功能于一身, 提供了一个高性能的数值计算和图形显示的科学与工程计算软件环境。MATLAB 给排队系统的应用提供一个强大的计算、图形化显示及动态仿真的平台。但是, 这些软件对使用者有较高的要求,

这样就会给工作带来不便。用 Delphi 语言能简单容易的实现数学模型转换到计算机的仿真过程。

## 2 排队论的理论基础

排队系统由输入过程、排队规则、服务机构三部分组成。最简单的输入过程是服从参数为  $\lambda$  的泊松分布, 服务过程一般服从参数为  $\mu$  的负指数分布。输入过程: ①顾客相继到达时间间隔可分为确定型和随机型; ②顾客到达系统的方式可以逐个或成批; ③顾客到达系统可以是独立的或相关的, 输入过程可以是平稳、马氏、齐次的。排队规则: ①损失制——顾客到达系统时, 若系统中所有服务窗均被占用, 则到达的顾客随即离开, 比如打电话时碰到占线, 计算机限定的内存等均为此种情况; ②等待制——顾客到达系统时, 虽发现服务窗均忙着, 但系统设有场地供顾客排队等待之用, 于是到达系统的顾客按排队规则进行排队等候服务; ③混合制——它是损失制与等待制混合组成的排队系统, 此系统仅允许有限个顾客排队等候。服务机构 (处理机构): ①系统可以一个窗口或多个窗口为顾客进行服务; ②各窗口的服务时间可以是确定型或随机型。

排队论中最主要的指标有: ①服务台的利用率  $\rho$ ,  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ ,  $\lambda$  为平均到达速率, 即单位时间内平均到达的顾客数;  $\mu$  为平均服务速率, 即单位时间内能被服务完的顾客数; ②在系统中的平均顾客数 (队长期望值)  $L$  和在队列中等待的顾客数  $L_p$ , 所谓的顾客就是指需要服务的人或物; ③顾客平均停留时间  $W$  和平均等待时间  $W_q$ , 其中,  $W_q = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n D_i / n$  ( $D_i$  为第  $i$  个顾客的等待时间,  $n$  为已经接受服务的顾客),  $W = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n W_i / n$  ( $W_i$  为第  $i$  个顾客在系统中逗留的时间, 等于该顾客排队等待时间  $D_i$  和接受服务时间  $S$  之和)。

## 3 仿真过程

用 Delphi 语言进行计算机仿真的步骤如下: ①确定服务台、顾客来源、队列长度及服务规则参数。②根据排队系统情形, 产生随机数或伪随机数, 作为模拟的输入数据。③检验输入数据是否符合模拟条件, 开始模拟。④求得各种相关的统计量以及统计分析的情形, 模拟结束。⑤所求指标结果的重新检验处理。

### 3.1 数学模型的提出

#### 3.1.1 单服务排队系统建模与仿真问题描述

排队系统由 3 个基本组成部分组成: ①到达模式: 两类顾客 (问讯, 购票) 到达的时间间隔数服从指数分布。②服务模式: 单服务台, 两类顾客 (问讯, 购票) 的服务时间服从正态分布, 且购票服务比问讯服务具有更高的优先级。③排队规则: 单队, 先到先服务 (FIFO)。

假定购票者与问讯者到达的时间服从平均间隔分别为 5 min 与 8 min, 为这两类顾客服务的服从时间分别为 4 min 和 3 min。且如果系统每天的初始状态是购票者与问讯者队列长度为 0。

#### 3.1.2 仿真策略的确定

离散事件系统的仿真策略有 4 种: 事件调度法、活动扫描法、进程交互法和三阶段法。本仿真模拟使用的方法是事件调度法, 事件调度法按下一最早发生事件的发生时间推进。在事件调度法中, 事件表按事件发生时间先后顺序安排事件。时间控制部件始终从事件表中选择具有最早发生时间的事件记录, 然后将仿真钟修改到该事件发生时刻。对每一类事件, 仿真模型有相应的事件子程序。在事件子程序中, 处理该事件发生时系统状态的变化。这样, 事件的选择与处理不断地进行, 仿真钟不断地从一个事件发生时间推进到下一个最早发生事件的发生时间, 直到终止仿真的条件或程序事件发生时停止仿真。

表 1 排队系统事件表

| 事件类型 | 时间描述            | 属性     |
|------|-----------------|--------|
| 第一类  | 顾客到达系统          | 到达时间   |
| 第二类  | 顾客接受服务          | 开始服务时间 |
| 第三类  | 顾客接受服务完毕        | 服务结束时间 |
| 第四类  | 等待超时和容量已满, 拒绝服务 | 挂断电话时间 |
| 第五类  | 服务员下班, 拒绝服务     | 暂停服务时间 |

### 3.2 计算机仿真程序

用 Delphi 语言进行排队论的计算机仿真模拟界面如图 1 所示。

## 4 结束语

物流系统进行物流规划时涉及物流服务配置的环节很多, 如仓库车辆配置问题、保管员配置问题以及装卸设备的配置问题等等。针对服务等待的问题, 采用排队论仿真方法是研究物流系统的最佳方法, 可以对系统建立复杂的模型, 涉及物流系统中

[illegible]

图1 仿真程序界面

的多个环节,通过研究对物流系统的一些参数和运作策略进行优化,并且这样的优化结果比用解析方法得到的结果更有实际意义和可操作性。通过利用排队论的仿真模拟可以确定等待时间和等待队长,有助于避免物流设施的空闲浪费和减少服务对象等待损失,提高物流系统的运营效率。可见以最优化为目标的排队论正在物流领域发挥日益重要的作用。

### 【参考文献】

- [1] 林向荣, 张成科. MATLAB 在排队论仿真中的应用 [J]. 广东

(上接第 66 页)

对手中标的概率。期望利润法对于 A3 合同段期望利润最高为  $0.009C$ ，期望利润次高为  $0.006C$ ，对应  $P = 6\%$ ，对应报价  $B = 1.10C$ 。

(3) 根据所掌握的资料对工程量清单进行仔细审查与复核,发现机械土方、自卸车配合装载运输土方、填方压实、挖树根、石砌护坡几项工程项目可能发生工程量变更。运用由工程量变更而引起的不平衡报价策略对单价进行调整,较常规报价可多得效益 101 528.85 元。达到“多得钱”的目的。

从实际的中标结果看,按照以上方法和步骤进行投标,定能中标,且能取得很好的经济效益。

## 4 结束语

用隶属度函数法求得投标报价的优势区间,用期望利润法分析竞争对手的竞争实力及其定价策略。这样就基本确定了总报价。在总报价确定的前

工业大学学报 (社会科学版), 2002, 2 (6): 162-163.

- [2] 吴耀华, 王胜利, 王常香. 排队论在物流规划中的应用 [J]. 物流科技, 2004, 27 (5): 53-55.
- [3] 朱 军, 李晓辉, 罗常清. 排队系统仿真及应用 [J]. 微机发展, 2002, (3): 47-48.
- [4] 杨建国, 王立峰, 姜 楠等. 虚拟仿真技术在仿真模型设计中的应用 [J]. 森林工程, 2005 (5): 27-28.
- [5] 王 煜, 蔡临宁, 岳秀江. 物流系统的仿真研究综述 [J]. 制造业自动化, 2004, 26 (9): 5-8.
- [6] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用 (第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.

提下,利用不平衡报价将某些分项工程的单价进行调整,增加项目的实际收益。通过对竞争投标报价的定量分析,投标人可以更加准确的制定投标策略,减少投标人在投标定价中的风险,同时也要求承包商完整、准确的收集和保存有关信息,及时处理分析有关信息资料,以备投标人在投标过程中参考使用。

### 【参考文献】

- [1] 邓铁军, 陈颖. 工程报价隶属度方法及模糊决策模型的研究 [J]. 湖南城市学院学报 (自然科学版), 2004, 13 (2): 5-8.
- [2] 汤燕群. 谈报价技巧 [J]. 森林工程, 2003, 19 (6): 27-28.
- [3] 刘奇志. 期望利润法在工程建设投标报价中的应用 [J]. 湖南水利水电, 2004 (3): 62-63.
- [4] 白明, 刘志伟. 不平衡报价利润现值最大化模型 [J]. 技术与经济与管理, 2001 (4): 1-3.

[责任编辑: 胡建伟]