

系统容量有限的一类排队系统模型的计算机模拟^①

杭州大学数学与信息科学系 吴庆标

摘 要 本文讨论了系统容量有限、服务时间与队长有关的一类排队系统模型的计算机模拟。由于系统容量有限,当队长超过某值时,到达系统的顾客要直接离开,不能进入系统接受服务,这将造成系统的某些损失,因此本文还讨论了严重影响系统信誉的损失率,在单服务台、串联和并联多服务台情形下建立六个模拟模型,这类模型在网络、通讯及生产和服务系统中都有较广泛的应用。本文最后给出模拟模型的计算实例。

关键词 排队系统 计算机模拟 随机变量 模型 服务台因子

一、引言

计算机模拟要处理的问题日益复杂,要观测实际系统有时费用太高,有时则完全不可能,传统的解析方法和常用数值方法已不能很好处理,因此自然科学和工程技术工作者经常用计算机模拟来解决一些难题。计算机模拟可以降低系统的研制成本,提高系统的实验、调试或训练中的安全性。随着计算机技术的迅速发展,计算速度的提高和费用的下降,计算机模

拟的发展和普及也很快,它已从尖端军事技术和自然科学的应用推广到一般民用技术的应用。排队系统模拟是离散事件系统模拟中最典型的问题,计算机系统、通讯系统、许多服务设施、生产系统、修理和维护设备及交通运输和材料管理系统等都是有形或无形的排队系统。许多文献尤其是[2、3、4、5、7]对排队系统的计算机模拟都作了专门的讨论,但都针对所有顾客的服务时间是服从同一分布的独立随机变量,并没

issue 同样有各自的观点和争论,在 sub-issue 求解过程中又可能引出新问题…。

同步交互还是异步,是集中式的还是分布式。

	同一地点	不同地点
同 时	聚会室	视频会议
	屏幕共享系统	
不 同 时	议论工具	E-mail
	协同写作环境	

图4 时间/空间划分图

支持多人对同一文本编辑的协同写作工具(Co-authoring)已比较成熟,研制的产品有 ShrEdit(shared editor),PREP,GroupWriter,GROVE,Quilt等。图4是以上四类CSCW系统按时间/空间进行划分的,这种划分已被CSCW研究者普遍采用,这要求设计者在开始设计时,应充分考虑采用什么样的交互方式,是

五、几点建议

随着信息高速公路的实现,以后的若干年内许多人会参与某种形式的CSCW系统。我国CSCW的研究才刚刚开始,由于CSCW与社会、文化、地理等诸多因素有关,因此,在吸收国外已有成果的同时,必须研究具有我国特色的CSCW系统,以下是几点拙见:

1. 社会科学中关于群体协同工作的理论应成为CSCW的指导,CSCW系统的研制人员应是社会学家+计算机专业人员。
2. 控制人与人交互的一些已接受的社会协议应成为软件的一部分,同时要注意灵活性。
3. 目前软件繁多,对这些软件如何实现协同,应是研究的重点。

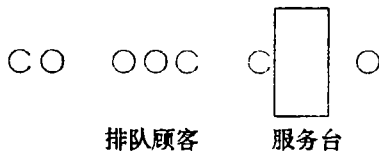
参考文献略

① 省自然科学基金省教委基金资助项目

有考虑服务台因素,[6,8]讨论了顾客的服务时间与队长有关的排队系统模拟,但建立的模型都假设系统容量是无限的,并没有考虑系统的损失率。本文讨论的是系统容量有限且服务时间与队长有关的一类排队系统模型的计算机模拟,由于系统容量有限,当队长超过某一值时,到达系统的顾客将直接离开,不能进入系统接受任何服务,这实际上造成系统的某些损失,因此本文也讨论了影响系统信誉的损失率。在单服务台、串联和并联多服务台情形下建立六个模拟模型,这类模型在网络、通讯及生产和服务系统中都有较广泛的应用。本文最后给出模拟模型的计算实例。

二、模拟模型的建立

系统容量有限指每当排队队长超过某一值 H 时,到达系统的顾客将直接离开,不能进入系统接受服务,只有当队长小于 H 后,新到达的顾客又进入系统,等待接受服务。由于系统容量有限,可能导致顾客流失,造成系统的损失,系统平均损失率指的是到达系统但不能进入系统顾客数即顾客流失数与到达系统总的顾客数 N 之比的极限值($N \rightarrow \infty$)。模拟模型中的服务台因子 $K(X)$ 满足:当 X 为1时, $K(x)=1$,即为常规服务, $K(x)$ 的具体形式视问题的实际情况而定,其中 X 为排队顾客数,事实上 $K(x)$ 只要在离散点上定义就够。现先针对单服务情形建立模型,结构示意图如下所示。



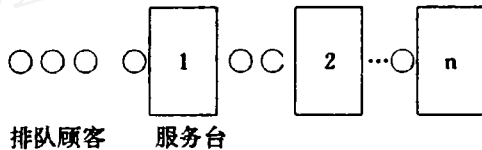
模型1:顾客源有 N 个顾客到达系统,顾客流到达系统的时间间隔服从某一概率分布的独立随机变量,系统容量为 H ,服务规则为先进先出,服务时间为服从某一概率分布的独立随机变量与服务台因子 $K(X)$ 的乘积, X 为当前排队人数,当 X 等于 H 时,到达系统的顾客将直接离开,不接受任何服务。估计顾客平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失率。

模型1是在随机顾客流到达系统的顾客数已知的条件下建立的,而有许多情况到达系统的顾客数未知的,已知是模拟时间,为此我们建立模型2。

模型2:系统为时间从 t_0 至 t_0+T 之间的过程,

顾客流到达系统的时间间隔、系统容量、服务规则、服务时间都与模型1描述相同,估计顾客平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失。

下面讨论串联多服务台,顾客流到达系统后,在系统容量许可范围内进入系统,在第 i 个服务台接受服务后进入第 $i+1$ 个服务台再次接受服务(其中 $i=1,2,\dots,n-1$),直至离开系统。顾客在每个服务台前的排队长度都有系统容量值,分别记为 $H_j(j=1,2,\dots,n)$,若在第 j 个服务台前排队长度已等于 H_j ,则此时到达第 j 个服务台的顾客将直接离开系统,造成系统的损失及其它各种值的变化。结构图如下所示。

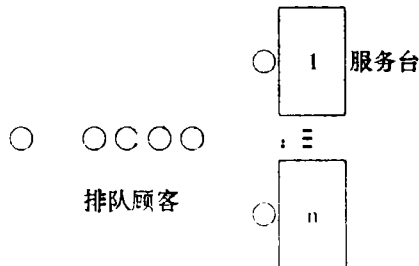


现建立串联情形的模型如下:

模型3:系统有 n 个串联服务台且顾客源有 N 个顾客到达系统,顾客流到达系统的时间间隔服从某一概率分布的独立随机变量,服务台前系统容量分别为 $H_j(j=1,\dots,n)$,服务规则为先进先出,顾客在第 j 个服务台前($j=1,\dots,n$)的服务时间为服从某一概率分布的独立随机变量与服务台因子 $K_j(X_j)$ 的乘积, X_j 为第 j 个服务台前的排队长度,若 $X_j=H_j$ 时,则此时到达第 j 个服务台的顾客将直接离开系统。估计顾客平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失率。

模型4:系统为有 n 个串联服务台且模拟时间在 t_0 至 t_0+T 之间的过程,顾客的达到时间间隔、系统容量、服务时间、服务规则等条件与模型3相同,估计顾客平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失率。

最后建立并联 n 个服务台的模型,设系统容量为 H ,到达系统的顾客在容量范围内进入系统,在并联服务台前排成一列,等待接受服务,结构如下所示。



模型5:系统为有 n 个并联服务台且顾客流有 N 个顾客到达的过程,顾客流到达系统的时间间隔服从某一概率分布的独立随机变量,服务规则为先进先出,服务规则为先进先出,服务时间为服从一概率分布的独立随机变量与服务台因子 $k_j(X)$ 的乘积,(其中 $j=1,2,\dots,n$) X 为当前排队长度,系统容量为 H ,并设当有两个及两个以上服务台有空时,顾客优先到服务台编号最小的去接受服务。估计顾客平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失率。

模型6:系统为有 n 个并联服务台且时间从 t_0 至 t_0+T 之间的过程,顾客到达系统时间间隔、系统容量、服务时间、服务规则等条件与模型5相同,估计顾客平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失率。

三、模拟实例

为了讨论方便,假设如下:串联、并联情况服务台数量为3个,随机顾客流顾客到达系统的时间间隔服从均值为 λ 的指数分布独立随机变量,服务台因子为线性函数,单服务台因子为:

$$K(x) = \frac{B-1}{H-1}(x-1)$$

其中 H 为系统容量, B 为一参数,模拟时输入,且 $B > 0$ 。若 B 大于1,则排队人数越多,服务台工作效率越低;若 B 小于1,则排队人数越多,服务台工作效率越高;若 B 等于1,则按常规服务。串联、并联服务台因子分别为:

$$K_1(X_j) = \frac{B_j-1}{H_j-1}(x_j-1), \quad j=1,2,3.$$

$$K_j(X) = \frac{B_j-1}{H_j-1}(x-1) \quad j=1,2,3.$$

服务台前顾客的服务时间为在单服务台情形服从均值为 μ 的指数分布独立随机变量与 $K(x)$ 的乘积,串并联情形为服从均值为 $\mu_j (j=1,2,3)$ 的指数分布独立随机变量与 $K_j(X_j) (K_j(x))$ 的乘积,并联情形常常是 $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ 。

模拟串联模型主程序框图如图1,单、并联模型模拟框图略。输入参数和模拟模型输出结果如表1和表2(见52页)所示,其中 d, q, p, w, R 分别为平均排队时间、平均排队顾客数、服务台利用率、顾客流失数和系统平均损失率, $Time$ 为模拟时间总长, $Numcus$ 为服务台服务总人数,下标代表服务台标号。

表1. 模拟模型输入参数表

模型号	λ	μ_1	μ_2	μ_3	N	T	H_1	H_2	H_3	B_1	B_2	B_3
1	0.5	1.3			10000		10			0.1		
2	0.5	1.3				5000	10			0.1		
3	0.6	1.6	1.2	0.9	10000		10	15	18	0.1	0.8	0.7
4	0.6	1.6	1.2	0.9		6400	10	15	18	0.1	0.8	0.7
5	0.4	2.0	1.8	1.8	1000		10			0.1	0.8	0.8
6	0.4	2.0	1.8	1.8		4500	10			0.1	0.8	0.8

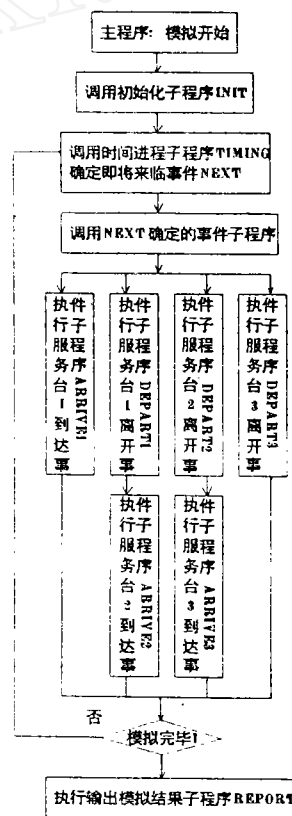


图1. 串联服务台模拟主程序框图

参考文献

- [1] Thomas kampke, Multiple Use of Random Numbers in Discrete - event Simulation, Mathematics and Computers in simulation, 31(1989), 171~176.
- [2] Jerry Banks & John Carson, Discrete - event System Simulation, New Jersey, 1984.
- [3] V. I. Kisin, The Monte Carlo Method, Moscow, 1975, p38-43.
- [4] 方再根, 计算机模拟和蒙特卡洛方法, 北京工业学院出版社, 1988.
- [5] 吴新瞻等, 随机模型与计算机模拟, 电子工业出版社, 1990.

m 序列的计算机生成^①

天津大学 李桂苓 汪 伦 李梅杉

摘 要 本文论述了按本原多项式阶数和移位寄存器初始状态,编程生成高阶 m 序列的原理和方法;设计了由用户键入生成多项式及初始状态,获取线性移位寄存器序列的程序;指出以序列的周期长度或其中各码组出现的次数为判据,可简便地检验序列是否为伪随机序列。

关键词 线性移位寄存器序列 伪随机序列 m 序列 生成多项式

一、前言

m 序列广泛用于电子与通信、信号与信息处理等领域。经 m 序列加扰的数据流,不仅可抑制直流成分,利于传输、记录和恢复时钟,且可减小短周期数字信号的高频成分,以免在频分多工系统中产生互调。m 序列还因其成本低、周期长、具伪随机性,而用于误码测试、信息加密等系统。考虑到这些系统越来越多地与计算机相结合,用户希望自行设定、改变序列的构成、长短和相位,本文给出了解这些问题的途径。

二、m 序列

m 序列是预先可确定、能重复产生的伪随机序列。它是用图 1 所示带线性反馈电路的移位寄存器组

所产生的周期最长的序列。

图 1 所示带线性反馈电路的 n 级移位寄存器序列发生器的生成多项式为模 2 和

$$G(X) = \sum_{i=0}^n C_i X^i \quad (1)$$

式中, $C_i = 1$ 或 0, 示相应移位寄存器的输出是否参与反馈^[1]。因模 2 运算(异或)为线性运算,故产生的序列为线性移位寄存器序列。

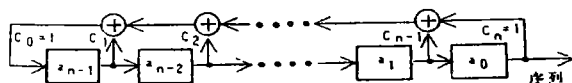


图 1. 线性反馈移位寄存器序列发生器

[6]吴庆标,一类排队系统模型的计算机模拟《计算机应用与软件》,Vol. 10, No. 6, 1993.

[7]吴庆标,多顾客流排队系统模型的计算机模拟,《计算机工程与应用》第 5,6 期,1994.

表 2. 模拟模型输出结果表

模型号	模拟模型输出结果																			
	d ₁	e ₁	p ₁	d ₂	q ₂	p ₂	d ₃	q ₃	p ₃	W ₁	R ₁	W ₂	R ₂	W ₃	R ₃	Numcus1	Numcus2	Numcus3	Time	
1	3.36	6.52	0.99							421	0.042					9579			5158	
2	3.35	6.52	0.99							409	0.042					9211			5000	
3	4.66	7.23	0.99	13.9	14.1	0.99	16.2	16.8	0.99	692	0.069	3415	0.372	3006	0.51	9308	5893	2887	6455	
4	4.66	7.22	0.99	13.8	14.1	0.99	16.2	16.7	0.99	691	0.069	3413	0.372	3005	0.51	9301	5888	2883	6450	
5	2.58	5.37	0.99			0.99		0.98		1129	0.113					3107	2986	2778	3616	
6	2.58	5.38	0.99			0.99		0.98		1125	0.113					3101	2982	2774	1610	

① 本工作得到国家自然科学基金资助