

43-46

二元随机争用仲裁性能的计算机模拟

张文龙¹, 张昊²

(1. 上海师范大学 理工信息学院, 上海 200234; 2. 聚网咨询有限公司, 200040)

摘 要: 给出了0,1随机序列中各竞争模式性态的计算机模拟的一些结果,并用状态转移图计算获胜概率和平均仲裁长度的方法. 模拟结果与计算机结果相符.

关键词: 争用; 仲裁器; 获胜概率

中图分类号: TP202+.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-5137(2000)02-0043-04

0 引言

在《随机争用仲裁方法》一文^[1]中,介绍了用随机争用方式仲裁分布式系统中各设备对共享资源或公用信道访问的冲突. 改变各设备的识别码模式可以使各设备“公平”地或“优先”地争用共享资源或公用信道. 其基本工作原理如下.

当具有不同识别码的设备争用共享资源或公用信道时,仲裁器在公用总线或信道上发出一串随机0,1序列. 各设备将接收到的二进制串行随机序列与自己的识别码相比较,哪个设备首先在此二进制串中找到与自己的识别码相匹配的模式,就宣告该设备在竞争中获胜.

对于不同的0,1识别码模式,它们在竞争中所处的优先程度有所不同. 这里,优先程度可用获胜概率或获胜所需的平均序列长度(以下称为仲裁长度)来衡量.

1 计算机模拟

编写的程序可模拟长度不大于5的二进制识别码. 如只输入一个识别码模式,可用来求出该模式在指定长度(例10000)的二进制随机序列中出现的次数. 如输入多个不同识别码模式,则可模拟求得各识别码的竞争获胜次数,从而可算出它们相应的获胜概率和仲裁长度.

例1: 3种模式取为01,100,110. 在10000个0,1随机序列中,3种模式单独出现次数分别为2498,1235,1257. 3种模式在竞争状态下获胜次数分别为1922,380,755.

由此可求得01,100,110这3种模式在10000个0,1随机序列中各自单独出现一次的平均

收稿日期:1999-09-08

作者简介:张文龙(1942-),男,上海师范大学理工信息学院教授.

长度分别约为4,8,8.而在竞争状态下,它们的获胜概率之比近似为5:1:2,而仲裁长度约为 $10000/(1922+380+755)\approx 3.27$.

例2:取模式为010,011,110,111,100,101.在10000个0,1随机序列试验中,它们单独出现的次数分别为:1029,1294,1227,742,1240,1016.若取010,011,110,111,使4种模式处于竞争状态,它们的获胜次数分别为955,933,304,312.可见获胜概率之比近似为3:3:1:1,仲裁长度 ≈ 4 .若取010,011,110,100,使4种模式处于竞争状态,获胜次数分别为818,831,634,314,获胜概率之比近似为5:5:4:2,仲裁长度 ≈ 3.85 .若取模式为010,011,100,101,则获胜次数分别为636,614,606,639,获胜概率之比近似为1:1:1:1,仲裁长度 ≈ 4 .

例3:6个设备的识别码分别取为01001,01010,01110,01111,11010,11110.在10000个0,1随机序列的计算机模拟试验中,各模式单独出现的次数分别为279,234,307,310,319,328.但在相互竞争状态下,它们的获胜次数分别为171,153,236,247,182,49.出乎意料的是11110模式在单独统计中出现次数较高,然而在上述各模式的竞争中却处于劣势.

上述模拟示例表明,各模式在单独统计时的性态可以与它们互相处于竞争状态下的性态有很明显的不同.模式的选择将会影响它们之间的优胜程度.下面提供一种方法可用来对上面的提到的性能参数进行理论计算.

2 状态转移图算法

现以上述例1作为计算示例,01,100,110的3种模式单独统计时的状态转移图如下所示.

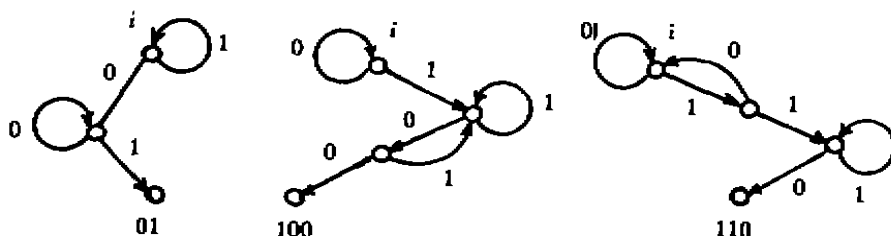


图1 3种模式单独统计时的状态转移图

令每条支路的传递系数为 pt ,其中 p 为转移概率,目前取为 $p = \frac{1}{2}$, t 为一参变量.由梅森公式^[2]可得图1中从起始节点到01,100,110节点的传递函数分别为:

$$T_{01} = \frac{pt \cdot pt}{1 - pt - pt + pt \cdot pt}, \quad (1)$$

$$T_{100} = T_{110} = \frac{p^3 t^3}{1 - 2pt + p^3 t^3}, \quad (2)$$

令 $p = \frac{1}{2}$, 01模式的平均出现长度为

$$L_{01} = \left. \frac{dT_{01}}{dt} \right|_{t=1} = 4,$$

100,110模式的平均出现长度为

$$L_{100} = L_{110} = \left. \frac{dT_{100}}{dt} \right|_{t=1} = 8,$$

当01,100,110的3种模式处于竞争状态时,其状态转移图如下所示.

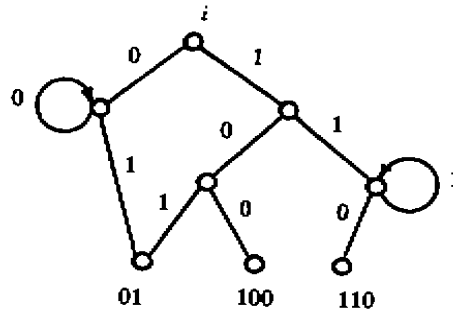


图2 3种模式处于竞争状态时的状态转移图

3种模式的传递函数分别为:

$$T_{01} = \frac{p^2 t^2 - 2p^4 t^4 + p^5 t^5}{1 - 2pt + p^2 t^2}, \quad (3)$$

$$T_{100} = p^3 t^3,$$

$$T_{110} = \frac{p^3 t^3 - p^4 t^4}{1 - 2pt + p^2 t^2}, \quad (5)$$

各模式相应的获胜概率分别为:

$$P_{01} = T_{01} \big|_{t=1, p=1/2} = \frac{5}{8},$$

$$P_{100} = T_{100} \big|_{t=1, p=1/2} = \frac{1}{8},$$

$$P_{110} = T_{110} \big|_{t=1, p=1/2} = \frac{2}{8},$$

$$\text{仲裁长度 } L = \left. \frac{d(T_{01} + T_{100} + T_{110})}{dt} \right|_{t=1, p=1/2} = 3.25,$$

可见实验结果与理论计算相吻合.

3 结 论

附录的模拟程序能很好地用于研究各模式在0,1随机争用时的性能. 该程序不难扩展到

更长的识别码模式的模拟,而获胜状态转移图能很好地描述随机争用仲裁方法中各指定识别码模式在0,1随机序列中的获胜状况,并可方便地用来计算各识别码模式的获胜概率和平均仲裁长度.实验和计算表明:各模式在0,1随机序列中单独出现的概率与各模式竞争状态下的获胜概率可以不同.平均仲裁长度一般要比各模式单独出现的平均长度短些.

参考文献:

- [1] 张文龙,周明润,张昱.随机争用仲裁方法[J].计算机科学,1999(11).
- [2] 赵永昌.信号流图及其应用[M].北京:人民邮电出版社,1975.

Computer Simulation on the Performance Analysis of Binary Random Competitive Arbitrating

ZHANG Wen-long¹, ZHANG Min²

(1. College of Science, Engineering and Information, Shanghai Teachers University, Shanghai,
200234, China. 2. Focusnet Consultancy PTE LTD, Shanghai, 200040, China)

Abstract: A program in C++ is used to simulate the performance analysis on binary random competitive arbitrating. Also, a winning state transfer diagram can be used to calculate the winning probabilities and the average arbitrating lengths.

Key words: Competition; arbitrator; winning probability