

进程同步与互斥中信号量机制的使用

毕 野

(连云港化工高等专科学校计算机及自动化系 江苏连云港 222001)

摘 要 讨论了使用信号量机制实现进程间同步与互斥的几个问题。

关键词 信号量 同步 互斥

中图分类号 TP 391

文献标识码 A

在操作系统中,实现并发进程间的同步与互斥关系可以借助于信号量、消息、管程等多种机制。其中信号量机制因其通用、高效而广泛使用,但由于它具有很大的灵活性,初学者常常难以把握如何运用它来解决各种实际的同步、互斥问题。对此,结合教学实践,本文提出了几点体会。

1 区分同步与互斥关系

本质上,同步关系反映了进程间的合作,互斥关系反映了进程间的竞争。严格来说,互斥是1种特殊的同步。但是在利用信号量解决实际问题时,还是应该将两者区分开来。不妨假设问题中少了一方(甲方),看看另一方(乙方)会受到何种影响。倘若乙方会因为甲方“缺席”而无法持续,则说明乙方的行为以甲方的存在为前提,两者是同步关系(例如,司机—售票员、产者—消费者之间的关系是典型的同步关系)。反之,若乙方不受影响,则两者为互斥关系(对共享数据结构的访问、哲学家就餐问题等是典型的互斥关系的例子)。

由于实际问题的复杂性,有些同步问题中常包含有互斥关系。此时,应立足于从大处着眼,以主要关系——同步关系作为解决问题的基本出发点。

例1 桌上有1只盘子,每次只能放1个水果。爸爸专向盘中放苹果,妈妈专向盘中放桔子。女儿专等吃盘中的苹果,儿子专等吃盘中的桔子。试分析他们之间的同步与互斥关系。

首先可确定这是1个同步问题,父女之间配合,母子之间配合。以父女为例:父亲不放苹果,女儿拿不到;反过来,父亲放了1个苹果,女儿若不拿走,则父亲放苹果的动作就无法持续。其次,这个问题中,还含有需要互斥操作的部分:父亲和母亲都要向盘中放水果,但盘子只能盛下1个水果,因此父母的动作要互斥。但总的看来,两个同步关系为主,父母间的互斥关系为辅。

2 确定同步关系中的同步信号量

明确了问题主要表现为同步关系后,利用信号量机制实现进程间同步的关键在于分析出可能存在的同步关系,并引入相应数量的同步信号量。步骤为:(1) 确定问题中各进程的主要动作序列;(2) 分析各序列中动作能够进行的前提条件;(3) 分析各序列中动作执行后对其他相关进程的影响;(4) 若(3)中的影响满足(2)中的前提,则可确定1个同步关系,引入1个同步信号量。

例1中,4个人各自的主要动作序列标记为①,动作的前提条件标记为②,动作对其他人的影

收稿日期: 2000-10-17

作者简介: 毕野(1974-),在读硕士生,助教,主要研究方向: 计算机应用。

响标记为③。依据步骤(4),可以确定4个同步关系如图1中虚线所示。

其中母子间同步使用2个同步信号量: Orange 表示桔子个数,初值为0,用于母亲同步儿子; Empty 表示盘子为空,初值为1,用于儿子同步母亲(也同步父亲)。父女间同步也使用2个同步信号量: Apple 表示苹果个数,初值为0,用于父亲同步女儿; Empty 同上,用于女儿同步父亲(也同步母亲)。为实现父母间互斥向盘中放水果,还引入了1个互斥信号量 Mutex,初值为1。相应的进程片断如2所示。

3 解决同步关系中的互斥问题

上文曾提到过,同步关系常常伴随着互斥操作。此时,是否需要专门引入互斥信号量,是1个值得考虑的问题。例1中为解决父母间的互斥问题,使用了1个互斥信号量 Mutex。但仔细分析一下就会发现,由于本例中缓冲区的个数是1(因为盘中只能放1个水果),借助于同步信号量 Empty 就可以自然实现父母间对盘子的互斥操作,因此 Mutex 的使用是多余的,图2程序片断中关于 Mutex 的 P、V 操作可以去掉。

笔者认为,解决1类共享缓冲区的同步问题可以遵循以下原则:如果缓冲区的个数为1,则可以不引入专门的互斥信号量,借助于已引入的同步信号量即可实现互斥操作(此时这个同步信号量的初值为1)。但如果缓冲区的个数 $N \geq 2$,为实现互斥操作,则必须额外引入1个互斥信号量。

将例1加以引伸:假设盘子中可放 N 个水果($N \geq 2$),并且任意时刻只允许1个人向盘中放水果或从盘中取水果,则4个人之间对盘子的互斥操作都必须借助于1个互斥信号量 mutex(初值为1)才能实现。盘中可放 N 个水果($N \geq 2$)的进程片断如图3所示。需要注意的是,互斥信号量的 P 操作与同步信号量的 P 操作的放置顺序一定不能随意颠倒,否则会引起死锁(deadlock)。

参考文献

- 1 A.S.Tanenbaum, A.S.Woodhull *Operating System: design and implementation 2nd Ed*[M].Prentice Hall, 1997
- 2 徐甲同.操作系统教程[M].西安:西安电子科技大学出版社,1999
- 3 邱传慧.操作系统原理[M].北京:人民邮电出版社,1992

Semaphore Mechanism Usage of Processes Synchronization and Mutual Exclusion

Bi Ye

(Computer & Automation Dept. Lianyungang College of Chemical Technology Lianyungang Jiangsu 222001)

Abstract This paper discusses several problems of Using Semaphore Mechanism to implement the synchronization and mutual exclusion of processes.

Key words semaphore, synchronization; mutual exclusion

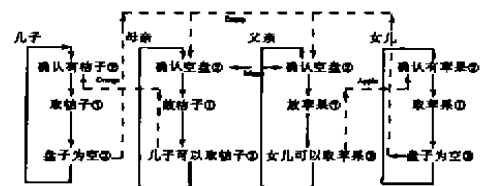


图1 同步、互斥关系图
Fig.1 The relation of synchronization and mutual exclusion

Son:	Father:
P(Orange)	P(Empty)
取桔子	P(Mutex)
V(Empty)	放苹果
Mother:	V(Mutex)
P(Empty)	V(Apple)
P(Mutex)	Daughter:
放桔子	P(Apple)
V(Mutex)	取苹果
V(Orange)	V(Empty)

图2 例1的进程判断
Fig.2 The process part of example 1

Father:	Mother:	Son:	Daughter:
P(Empty)	P(Empty)	P(Orange)	P(Apple)
P(Mutex)	P(Mutex)	P(Mutex)	P(Mutex)
放苹果	放桔子	取桔子	取苹果
V(Mutex)	V(Mutex)	V(Mutex)	V(Mutex)
V(Apple)	V(Orange)	V(Empty)	V(Empty)

图3 放 $N(N \geq 2)$ 个水果的进程片断

Fig.3 The process part laying $N(N \geq 2)$ fruit