

# 深入浅出信号量机制

马玉玲

(山东英才职业技术学院 计算机信息工程学院, 山东 济南 250104)

摘要:《操作系统》是高校计算机专业的一门非常重要的专业课程,理论性较强,尤其信号量机制一直是大家公认的学习操作系统的难点之一。学生不好懂,也不愿意学。该文从生活中常见的比较有意思的互斥同步的实例出发,介绍了使用信号量机制解决互斥和同步关系的方法。简单易懂,趣味性较强,寓教于乐,轻轻松松掌握抽象难懂的理论知识。

关键字:进程;互斥;同步;信号量;P操作;V操作

中图法分类号:TP301.6 文献标识码:A 文章编号:1009-3044(2009)36-10480-02

## Several Ways of Learning Semaphore Mechanism

MA Yu-ling

(School of Computer Science, Shandong Yingcai University, Jinan 250100, China)

**Abstract:** "Operating system" is very important professional courses to the students of studying computer science in university. It is very theoretical. Especially, semaphore mechanism has been recognized to be one of the difficulties in learning "Operating system". It is difficult to understand, and some students are unwilling to learn. In this paper, some examples of mutual exclusion synchronization are introduced. They come from the common life and interesting. These examples are simple and easy to understand. By these examples, it turning easy for students to master abstract and difficult theory in "Operating system".

**Key words:** process; mutex; synchronization; semaphore; P(S); V(S)

系统中各进程间存在着互斥和同步关系,如果处理不当,会导致系统性能下降甚至系统紊乱。如何保证进程间的这两种关系呢?目前,操作系统中普遍采用荷兰科学家 Edsger Dijkstra 提出的信号量机制。

信号量(signal):初值为非负的整型变量,往往和一个队列相关联。在其上只有两种操作,P操作和V操作,定义如下:

P(S):顺序执行下述两个动作:

① 信号量的值减1,即  $S=S-1$ ;

② 如果  $S>=0$ ,则当前进程继续执行;如果  $S<0$ ,则把当前进程的状态置为阻塞态,把相应的PCB连入该信号量队列的末尾,并放弃处理机,进行等待。

V(S):顺序执行下述两个动作:

① S值加1,即  $S=S+1$ ;

② 如果  $S>0$ ,则该进程继续运行;如果  $S<=0$ ,则释放信号量队列上的第一个PCB,并把所对应的进程由阻塞态改为就绪态,执行V操作的进程继续运行。

## 1 教学实例

1) 用信号量机制实现互斥关系

解决方案:设一个互斥信号量S,其初值为1。然后在各进程进入临界区前执行P(S)操作,退出临界区时做V(S)操作。

实例:顾客在商店买衣服,假设只有一个试衣间,试衣间每次只允许一个人进入试衣,如何用信号量机制实现其对试衣间的互斥使用。

方法:设互斥信号量S初值为1(可表示试衣间空闲,为0表示“试衣间忙”即有人在试衣间试衣服)

在每个顾客进程试图进入试衣间前加一个P(S)操作,出试衣间后加V(S)操作,便可以保证顾客们对试衣间的互斥使用,如下所示:

Guest 进程

挑选衣服

P(S)

进入试衣间试衣

试衣完毕

出试衣间

V(S)

...

2) 信号量机制实现同步关系

同步是进程间的一种合作关系,往往需要传递一个信息(数据)。具有同步关系的进程执行时往往要求有一定的先后次序。

解决方案:首先确定具有同步关系的进程执行的先后次序,设置信号量初始值  $S=0$ ,在需要先执行的进程临界区后加V(S)操作,在后执行进程的临界区前加P(S)操作。

收稿日期:2009-12-07

作者简介:马玉玲(1980-),女,山东济南人,山东英才学院计算机与电子信息工程学院教师,研究方向为计算机软件与理论。

实例:庙里有一老一少两个和尚,每天小和尚负责去河边打水,老和尚负责洗菜做饭,若小和尚没有打水回来,老和尚需要等待。使用进程的观念描述,并保证两人间的这种同步关系。

方法:设同步信号量  $S$ ,初值为 0

小和尚打水 进程	老和尚洗菜 进程
出发	摘菜
打水回来	$P(S)$
$V(S)$	洗菜
...	洗菜完毕

### 3) 信号量机制实现资源分配

如果把信号量的初始值,比如  $n$ ,理解为是系统中某种资源的数目,那么,在它的上面做  $P$  操作,即是申请一个资源;在它的上面做  $V$  操作,即释放一个用完的资源。与该信号量有关的队列,是资源等待队列。

实例:一间理发店只能容纳 5 个人,当少于 5 人时,可以进入,否则,需在外等候。若将有理发需要的客人视为进程,请用信号量机制实现。

解决方案:设信号量初值  $S$  为 5(5 个空间资源,每个空间能容纳一个人),在客人进店前加  $P(S)$  操作,意为申请一个空间资源,离开后  $V(S)$  意为释放所占的空间资源,进程描述如下:

Customer 进程

```

P(S)
进入理发店
理发
完毕,出理发店
V(S)
...

```

### 4) 综合实例

最好弄清楚单个的互斥关系和同步关系之后,才分析多种关系的情况,否则如果一开始就分析多种关系的话,极有可能越分析越糊涂。

下面我们以一个即含有互斥又含有同步关系的多个进程为例,来看一下解决方案。

分桔子苹果问题:

桌上有一个空盒,盒内只允许放一个水果,妈妈向盒内放苹果或桔子。儿子专等吃盒中的桔子,女儿专等吃盒中的苹果,若盒内已有水果,放者必须等待,若盒内没有自己要吃的水果,吃者必须等待。用  $PV$  操作来协调三人的关系。

解决方案:首先分析存在四个进程:妈妈放苹果进程、妈妈放桔子进程、儿子吃桔子进程、女儿吃苹果进程。关系如下:

互斥关系:妈妈放苹果进程和妈妈放桔子进程

同步关系:妈妈放苹果进程 和 女儿吃苹果进程

妈妈放桔子进程 和 儿子吃桔子进程

我们设信号量  $S$  用于保证互斥关系,初值  $S=1$

设信号量  $S_1$  用于保证妈妈与儿子之间的同步,  $S_2$  保证妈妈与女儿之间的同步,且初值  $S_1=S_2=0$

具体实现如下:

妈:准备:

```

P(S)
向盒内放水果(苹果或桔子)
if 水果==桔子 then V(S1) else V(S2)

```

儿:  $P(S_1)$

拿盒中的桔子

$V(S)$

吃桔子

女:  $P(S_2)$

拿盒中的苹果

$V(S)$

吃苹果

## 2 结束语

学习信号量时,关键是资源信号量和互斥信号量,把这两个量想清楚,分清楚。另外就是寓教于乐,兴趣是最好的老师。

## 参考文献:

- [1] 沈祥玖.操作系统原理及应用[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 汤子赢.计算机操作系统[M].西安:西安电子科技大学出版社,2006.
- [3] 陈向群.Windows 操作系统原理[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [4] 邓胜兰.操作系统基础[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [5] 宗大华,等.操作系统[M].北京:人民邮电出版社,2004.