



计算机操作系统

6 并发程序设计 – 6.3 PV操作

6.3.1 PV操作与进程互斥

理解信号量的概念

掌握记录型信号量

掌握PV操作原语

应用PV操作解决进程互斥

问题的提出

- TS或swap指令管理临界区，采用忙式轮询，效率低
- 关中断管理临界区，不便交给用户程序使用
- 参考：操作系统访问硬件资源时采用“请求-等待-中断恢复”方式

信号量的构思

- 一种可动态定义的软件资源：信号量
 - 核心数据结构：等待进程队列
 - 信号量声明：资源报到，建立队列
 - 申请资源的原语：若申请不得，调用进程入队等待
 - 归还资源的原语：若队列中有等待进程，需释放
 - 信号量撤销：资源注销，撤销队列

记录型信号量的定义

- 记录型信号量：一种带数值的软资源

```
typedef struct semaphore {  
    int value;           // 信号量值  
    struct pcb *list;    // 信号量等待进程队列指针  
}
```

- 每个信号量建立一个等待进程队列
- 每个信号量相关一个整数值
 - 正值表示资源可复用次数
 - 0值表示无资源且无进程等待
 - 负值表示等待队列中进程个数

P操作原语与V操作原语

```
procedure P(semaphore:s) {  
    s = s - 1;           //信号量减去1  
    if (s < 0) W(s); //若信号量小于0，则调用进程  
                        被置成等待信号量s的状态  
}  
  
procedure V(semaphore:s) {  
    s := s + 1;          //信号量加1  
    if (s <= 0) R(s); //若信号量小于等于0，则释放  
                      一个等待信号量s的进程  
}
```

PV操作解决进程互斥问题框架

```
semaphore s;  
s = 1;  
cobegin  
  process Pi {  
    .....  
    P(s);  
    临界区;  
    V(s);  
    .....  
  }  
coend;
```

PV操作解决机票问题

```
Int A[m];  
Semaphore s;  
s = 1;  
cobegin  
  process Pi {  
    int Xi;  
    Li:按旅客订票要求找到A[j];  
    P(s);  
    Xi = A[j];  
    If (Xi>=1) { Xi=Xi-1; A[j]=Xi; V(s); 输出一张票;  
    } else { V(s); 输出票已售完;}  
    goto Li;  
  }  
coend
```

只有相同航班的票数才是相关的临界资源, 所以用一个信号量处理全部机票会影响进程并发度

P操作与V操作在执行路径上一一匹配

PV操作解决机票问题（改进）

```
Int A[m];  
Semaphore s[m];  
For (int j=0;j<m;i++) s[j] = 1;  
cobegin  
  process Pi {  
    int Xi;  
    L1:按旅客定票要求找到A[j];  
    P(s[j]);  
    Xi = A[j];  
    If (Xi>=1) { Xi=Xi-1; A[j]=Xi; V(s[j]); 输出一张票;  
    } else { V(s[j]); 输出票已售完; }  
    goto L1;  
  }  
coend;
```