计算机与操作系统
第六章 并发程序设计
习题讲解

葛季栋

南京大学软件学院

信号量与PV操作的使用不当产生死锁的情况

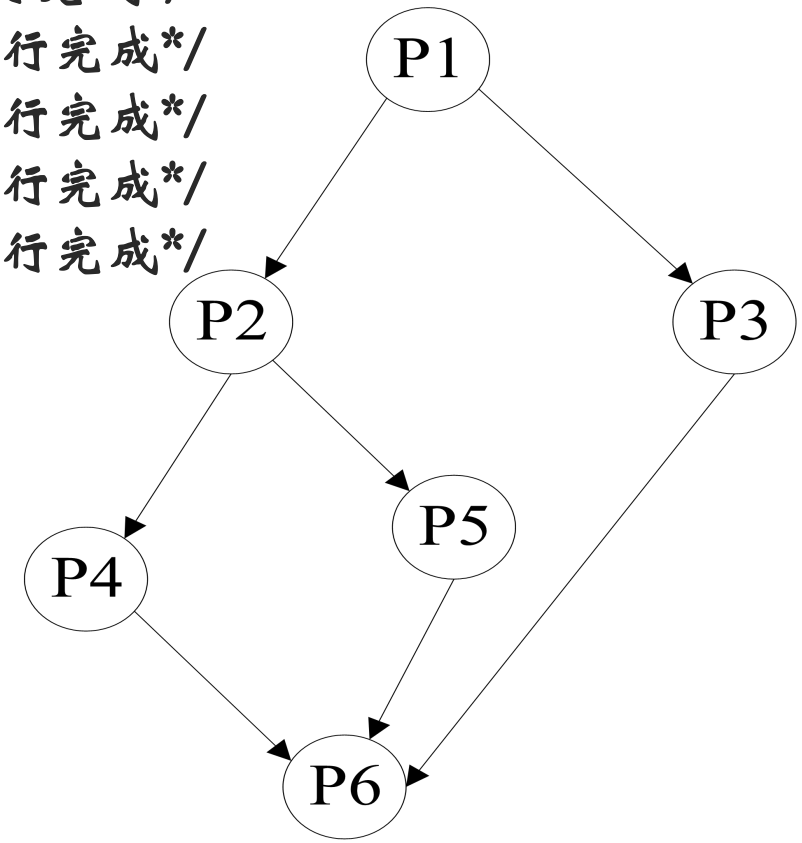
- 死锁: 一组进程因争夺资源陷入永远等待的状态
- P0 和P1两个进程，均需要使用 S 和 Q 两类资源，每类资源数为1, S=1; Q=1

在连续两个P操作之间有缝隙，
刚刚取得第一个资源之后被中断?

P0	P1
P (S);	P (Q);
P (Q);	P (S);
. . .	. . .
V (S);	V (Q);
V (Q);	V (S);

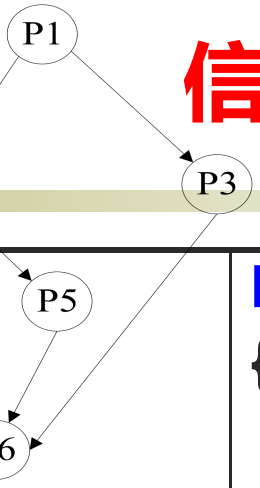
信号量－前驱关系

```
Semaphore s1=0;  /*表示进程P1是否已经执行完成*/
Semaphore s2=0;  /*表示进程P2是否已经执行完成*/
Semaphore s3=0;  /*表示进程P3是否已经执行完成*/
Semaphore s4=0;  /*表示进程P4是否已经执行完成*/
Semaphore s5=0;  /*表示进程P5是否已经执行完成*/
main ( ) {
cobegin
      P1( );
      P2( );
      P3( );
      P4( );
      P5( );
      p6( );
coend
}
```



类似于PERT图

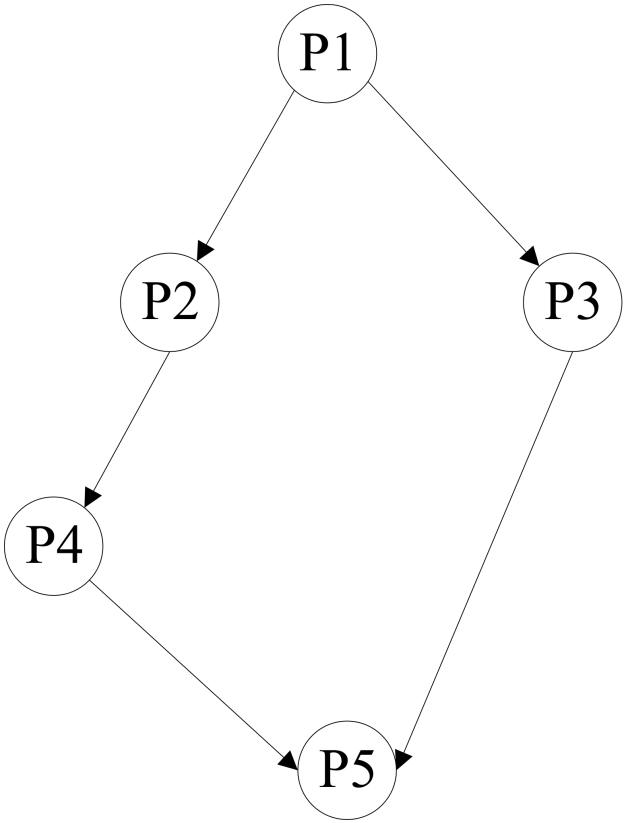
信号量－前驱关系



P1( )
{
....
V(s1);
V(s1);
}
	P3( )
	{
	P(s1);
	....
	V(s3);
	}
		P5( )
		{
		P(s2);
		....
		V(s5);
		}

P2( )
{
P(s1);
....
V(s2);
V(s2);
}
	P4( )
	{
	P(s2);
	....
	V(s4);
	}
		P6( )
		{
		P(s3);
		P(s4);
		P(s5);
		....
		}

信号量 – 前驱关系



类似于PERT图

习题
(信号量与PV操作)

1、读者写者问题
2、睡眠的理发师问题
3、农夫猎人问题
4、银行业务问题
5、缓冲区管理
6、售票问题
7、吸烟者问题

1、读者/写者问题

* 读者与写者问题(reader-writer problem) (Courtois, 1971)也是一个经典的并发程序设计问题。有两组并发进程：读者和写者，共享一个文件F，要求：
* (1)允许多个读者可同时对文件执行读操作
* (2)只允许一个写者往文件中写信息
* (3)任意写者在完成写操作之前不允许其他读者或写者工作
* (4)写者执行写操作前，应让已有的写者和读者全部退出
* 使用PV操作求解该问题

读者/写者问题

```
semaphore rmutex，wmutex；
   rmutex=1; wmutex=1; S=1; //增加互斥信号量S
int readcount=0; //读进程计数
```

```
process reader_i( ) {
while (true)  {
      P(rmutex);
       if (readcount==0) P(wmutex);
           readcount++;
      V(rmutex);
          读文件；
      P(rmutex);
           readcount--;
       if(readcount==0)  V(wmutex);
      V(rmutex);
  }
}
```

```
process writer_i( ) {
   while(true) {
      P(wmutex);
         写文件；
      V(wmutex);
   }
}
```

？什么问题

读者优先！

1、读者/写者问题

```
semaphore rmutex，wmutex；
   rmutex=1; wmutex=1; S=1; //增加互斥信号量S
int readcount=0; //读进程计数
```

```
process reader_i( ) {
while (true)  {
    P(rmutex);
     if (readcount==0) P(wmutex);
        readcount++;
    V(rmutex);
        读文件；
    P(rmutex);
        readcount--;
     if(readcount==0)  V(wmutex);
    V(rmutex);
  }
}
```

```
process writer_i( ) {
   while(true) {
     P(wmutex);
       写文件；
     V(wmutex);
    }
}
```

？什么问题

读者优先！

信号量解决读者写者问题-读写公平

```
semaphore rmutex，wmutex，S；
   rmutex=1; wmutex=1; S=1; //增加互斥信号量S
int readcount=0; //读进程计数
```

```
process reader_i( ) {
while (true)  {
    P(S);
    P(rmutex);
     if (readcount==0) P(wmutex);
         readcount++;
    V(rmutex);
    V(S);
    读文件；
    P(rmutex);
         readcount--;
     if(readcount==0)  V(wmutex);
    V(rmutex);
  }
}
```

```
process writer_i( ) {
   while(true) {
     P(S);
     P(wmutex);
     写文件；
     V(wmutex);
     V(S);
    }
}
```

s信号量=-6

R1	R2	R3	W0	R4	R5

2、睡眠的理发师问题

* 理发店理有一位理发师、一把理发椅和n把供等候理发的顾客坐的椅子
* 如果没有顾客，理发师便在理发椅上睡觉
* 一个顾客到来时，它必须叫醒理发师
* 如果理发师正在理发时又有顾客来到，则如果有空椅子可坐，就坐下来等待，否则就离开
* 使用PV操作求解该问题

2、睡眠的理发师问题

```
int waiting=0;          //等候理发顾客坐的椅子数
int CHAIRS=N;           //为顾客准备的椅子数
semaphore customers, barbers, mutex;
customers=0; barbers=0; mutex=1;
```

```
process barber( ) {
while(true) {
 P(customers);
  //有顾客吗?若无顾客,理发师睡眠
 P(mutex);
  //若有顾客时，进入临界区
  waiting--; //等候顾客数少一个
 V(barbers); //理发师准备为顾客理发
 V(mutex);      //退出临界区
 cut_hair();
   //理发师正在理发(非临界区)
        }
}
```

```
process customer_i( ) {
 P(mutex);          //进入临界区
 if(waiting<CHAIRS) {
  //有空椅子吗
  waiting++; //等候顾客数加1
 V(customers); //唤醒理发师
 V(mutex);    //退出临界区
  P(barbers);
    //理发师忙，顾客坐下等待
  get_haircut(); //否则顾客坐下理发
  }
 else V(mutex); //人满了,走吧!
}
```

3、农夫猎人问题

- 有一个铁笼子，每次只能放入一个动物。猎手向笼中放入老虎，农夫向笼中放入羊；动物园等待取笼中的老虎，饭店等待取笼中的羊。请用P、V操作原语写出同步执行的程序

3、农夫猎人问题

```
semaphore Scage=1;
semaphore Stiger=0;
semaphore Ssheep=0;
```

```
void hunter()
{
 while (true) {
 ……
 P(Scage);
 将虎放入笼中；
 V(Stiger);
 }
}
```

```
void peasant()
{
 while (true) {
 ……
 P(Scage);
 将羊放入笼中；
 V(Ssheep);
 }
}
```

```
void hotel()
{
 while (true) {
P(Ssheep);
将羊取出笼中；
V(Scage);
        ……
 }
}
```

```
void zoo()
{
 while (true){
P(Stiger);
将虎取出笼中；
V(Scage);
        ……
 }
}
```

```
void main()
{
        parbegin(hunter, peasant, hotel, zoo);
}
```

4、银行业务问题

- 某大型银行办理人民币储蓄业务，由n个储蓄员负责。每个顾客进入银行后先至取号机取一个号，并且在等待区找到空沙发坐下等着叫号。取号机给出的号码依次递增，并假定有足够多的空沙发容纳顾客。当一个储蓄员空闲下来，就叫下一个号。请用信号量和P，V操作正确编写储蓄员进程和顾客进程的程序

4、银行业务问题

```
var customer_count, server_count, mutex: semaphore;
   customer_count=0; server_count=0;
   mutex=1;
```

```
process customeri(i=1,2,....)
   begin
      take a number;
      P(mutex);
      等待区找到空沙发坐下;
      V(mutex);
      V(customer_count);
      P(server_count);
   end;
```

```
Process servers j(j=1,2,3,...)
    Begin
     L: P(customer_count);
       P(mutex);
被呼号顾客离开沙发走出等待区;
       V(mutex);
      为该号客人服务;
      客人离开;
       V(server_count);
     go to L;
    end;
```

5、缓冲区管理

- 有n个进程将字符逐个读入到一个容量为80的缓冲区中(n>1)，当缓冲区满后，由输出进程Q负责一次性取走这80个字符。这种过程循环往复，请用信号量和P、V操作写出n个读入进程(P1， P2，...Pn)和输出进程Q能正确工作的动作序列

5、缓冲区管理

```
var mutex,empty,full:semaphore;
count,in:integer
buffer:array[0..79] of char;
mutex=1;empty=80;full=0;
count=0;in=0;
```

```
process Pi(i=1,...,n))
begin
 L: 读入一字符到x;
 P(empty);
 P(mutex);
  Buffer[in]=x;
  in=(in+1) % 80;
  count++;
  if (count==80)
   {count=0; V(mutex); V(full); }
  else V(mutex);
 goto L;
end;
```

```
process Q
begin
 while(true){
 P(full);
 P(mutex);
  for(int j=0; j< 80;j++)
  read buffer[j];
  in=0;
 V(mutex);
   for (int j=0; j< 80;j++)
 V(empty);
  }
end;
```

6、售票问题

- 汽车司机与售票员之间必须协同工作，一方面只有售票员把车门关好了司机才能开车，因此，售票员关好门应通知司机开车，然后售票员进行售票。另一方面，只有当汽车已经停下，售票员才能开门上下客，故司机停车后应该通知售票员。假定某辆公共汽车上有一名司机与两名售票员，汽车当前正在始发站停车上客，试用信号量与P、V操作写出他们的同步算法

6、售票问题

```
Var run1, run2, stop1, stop2: semaphore;
run1=0; run2=0; stop1=0; stop2=0;
```

```
void Driver() {
  while (true)
  {
     P(run1);
     P(run2);
     开车;
     停车;
     V(stop1);
     V(stop2);
   }
}
```

```
void Seller1() {
  while (true)  {
     上乘客;
     关车门;
     V(run1);
     售车票;
     P(stop1);
     开车门;
     下乘客;
   }
}
```

```
void Seller2() {
   while (true)    {
      上乘客;
      关车门;
      V(run2);
      售车票;
      P(stop2);
      开车门;
      下乘客;
   }
}
```

```
void main() {
   parbegin(Driver; Seller1; Seller2);
}
```

7、吸烟者问题

- 一个经典同步问题：吸烟者问题(patil，1971)。三个吸烟者在一个房间内，还有一个香烟供应者。为了制造并抽掉香烟，每个吸烟者需要三样东西：烟草、纸和火柴，供应者有丰富货物提供。三个吸烟者中，第一个有自己的烟草，第二个有自己的纸和第三个有自己的火柴。供应者随机地将两样东西放在桌子上，允许一个吸烟者进行对健康不利的吸烟。当吸烟者完成吸烟后唤醒供应者，供应者再把两样东西放在桌子上，唤醒另一个吸烟者。试用信号量和P、V操作求解该问题

7、吸烟者问题

semaphor:sput,sget[3];
sput=1;sget[i]=0; //i=0, 1, 2

```
Process businessman {
//供应者进程
L1：  i=RAND( ) mod 3;
      j=RAND( ) mod 3;
  If  (i==j)  then goto L1;
  P(Sput);
  Put_items [i]_on_table;
  Put_items [j]_on_table;
  if (i=0 and j=1) or (i=1 and j=0) V(sget[2]);
  if (i=1 and j=2) or (i=2and j=1) V(sget[0]);
  if (i=0 and j=2) or (i=2 and j=0) V(sget[1]);
goto L1;
}
```

```
Process consumer (k) {
//吸烟者进程，  k=0,1,2
L2：
  P(sget[k]);
  take_one_item_from_table;
  take_one_item_from_table;
  V(sput);

make_cigarette_and_smoking
 goto L2;
}
```