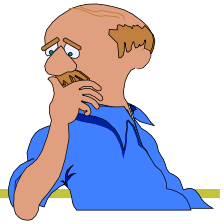
操作系统 Operating Systems

L16 进程同步与信号量

Processes Synchronization and Semaphore

授课教师：李治军
lizhijun_os@hit.edu.cn
综合楼411室

进程合作：多进程共同完成一个任务

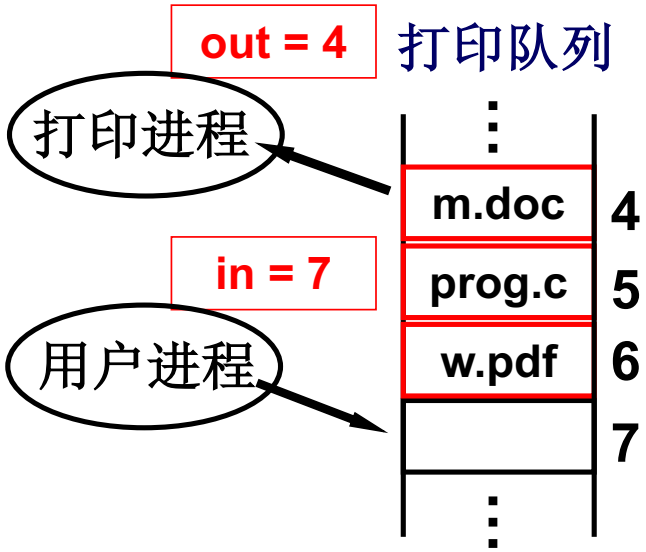


实例1:

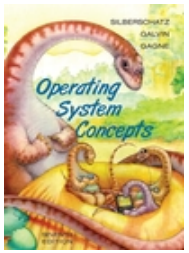
司机
while (true){
等待 启动车辆;
正常运行;
到站停车;

售票员
while (true){
关门;
售票;
等待 开门; }

实例2: 文档打印



问题：如果进程之间完全不知道对方的存在，则可能会产生怎样的错误?
生活常识是怎么办的?



从纸上到实际：生产者–消费者实例

共享数据

```
#define BUFFER_SIZE 10
typedef struct { . . . } item;
item buffer[BUFFER_SIZE];
int in = out = counter = 0;
```

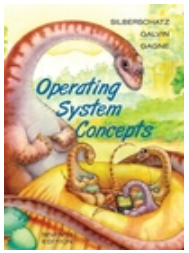
注意：这些都是用户态程序!

生产者进程

```
while (true) {
  while(counter== BUFFER_SIZE)
      ;
  buffer[in] = item;
  in = (in + 1) % BUFFER_SIZE;
  counter++;
}
```

消费者进程

```
while (true) {
  while(counter== 0)
      ;
  item = buffer[out];
  out = (out + 1) % BUFFER_SIZE;
  counter--;
}
```



找到哪些地方要停，什么时候再走?

- 需要让“进程走走停停”来保证多进程合作的合理有序

这就是进程同步

生产者进程

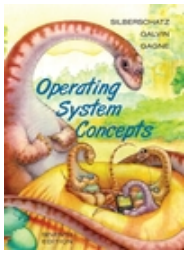
```
while (true) {
  while(counter== BUFFER_SIZE)
      缓存区满，生产者要停;
  buffer[in] = item;
  in = (in + 1) % BUFFER_SIZE;
  counter++;
}
```

发信号让消费者再走…

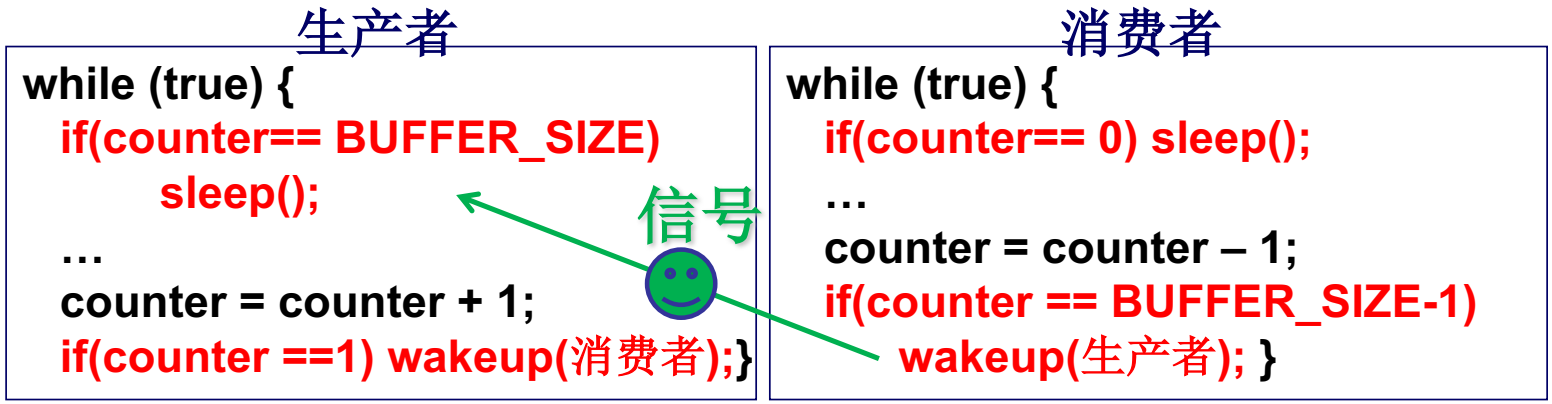
消费者进程

```
while (true) {
  while(counter== 0)
      缓存区空，消费者要停;
  item = buffer[out];
  out = (out + 1) % BUFFER_SIZE;
  counter--;
}
```

发信号让生产者再走…

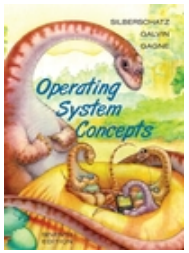


只发信号还不能解决全部问题



- (1) 缓冲区满以后生产者P_1生产一个item放入，会sleep
- (2) 又一个生产者P_2生产一个item放入，会sleep
- (3) 消费者C执行1次循环，counter==BUFFER_SIZE-1，发信号给P_1，P_1 wakeup
- (4) 消费者C再执行1次循环，counter==BUFFER_SIZE-2，P_2不能被唤醒

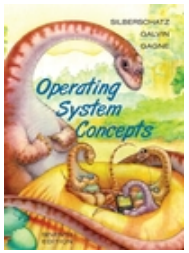
问题：怎么办?



从信号到信号量

- 不只是等待信号、发信号？ 对应睡眠和唤醒!
- 还应该能记录一些信息
  - 能记录有“2个进程等待”就可以了…
  - *(1) 缓冲区满，P_1执行，P_1 sleep，记录下1个进程等待*
  - *(2) P_2执行， P_2 sleep，记录下2个进程等待*
  - *(3) C执行1次循环，发现2个进程等待，wakeup 1个*
  - *(4) C再执行1次循环，发现?个进程等待，再?*
  - *(5) C再执行1次循环，怎么办? 此时再来P_3怎么办?*

  什么是信号量？记录一些信息(量)，并根据这个信息决定睡眠还是唤醒(信号)。

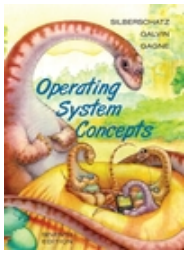


信号量开始工作…

初始时 sem = ?

- (1) 缓冲区满，P_1执行，P_1 sleep　　sem = -1　什么含义?
- (2) P_2执行，　　P_2 sleep　　sem = -2
- (3) C执行1次循环，　　wakeup P_1　　sem = -1
- (4) C再执行1次循环，　wakeup P_2　　sem = 0
- (5) C再执行1次循环，　　sem = 1　什么含义?
- (6) P_3执行，　　P_2 继续执行　　sem = 0

- 总结一下：这个整数什么时候-1?什么时候+1?
  什么时候睡眠?什么时候唤醒?



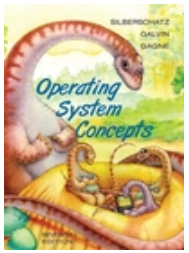
问题：一种资源的数量是8，这个资源对应的信号量的当前值是2，说明:( )

A. 有2个进程等待这个资源

B. 有2个资源可以使用

C. 有6个进程等待这个资源

D. 有6个资源可以使用



什么是信号量? 信号量的定义...

- 信号量: 1965年，由荷兰学者Dijkstra提出的一种特殊整型变量，量用来记录，信号用来sleep和wakeup

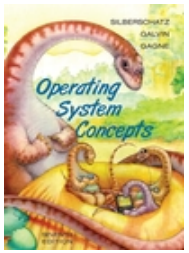
```
struct semaphore
{
   int value; //记录资源个数
   PCB *queue;
    //记录等待在该信号量上的进程
}
P(semaphore s);     //消费资源
V(semaphore s);     //产生资源
```

```
P(semaphore s)
{
   s.value--;
   if(s.value < 0) {
      sleep(s.queue); }
}
```

问题：写出V(s)的代码?

P的名称来源于荷兰语的proberen，即test

V的名称也来源于荷兰语verhogen(increment)



用信号量解生产者–消费者问题

```
int fd = open("buffer.txt");
write(fd, 0, sizeof(int)); //写in
write(fd, 0, sizeof(int)); //写out
```

用文件定义共享缓冲区

```
semaphore full = 0;
semaphore empty = BUFFER_SIZE;
semaphore mutex = 1;
```

信号量的定义和初始化

```
Producer(item) {
    P(empty);
    P(mutex);
    读入in;将item写入到in的位置上;
    V(mutex);
    V(full); }
```

```
Consumer() {
    P(full);
    P(mutex);
    读入out;从文件中的out位置读出到item;打印item;
    V(mutex);
    V(empty); }
```