信号量

抽象数据结构

- 一个整型(sem) 两个原子操作
- P() sem减1，如果sem<0,等待，否则继续
- V() sem加1，如果sem<=0,唤醒一个等待的p

特征

- 信号量是整数
- 信号量是被保护的变量
    - 初始化完成后，唯一改变一个信号量的办法就是通过P(),V()
    - 操作必须是原子
- P()能够阻塞，V()不会阻塞
- 我们假定信号量是"公平的"
    - FIFO先进先出经常被使用

两种类型信号量

- 二进制信号量：可以0或1
- 一般/计数信号量：可取任何非负数

  以上两种相互表现(给定一个可以实现另一个)

作用

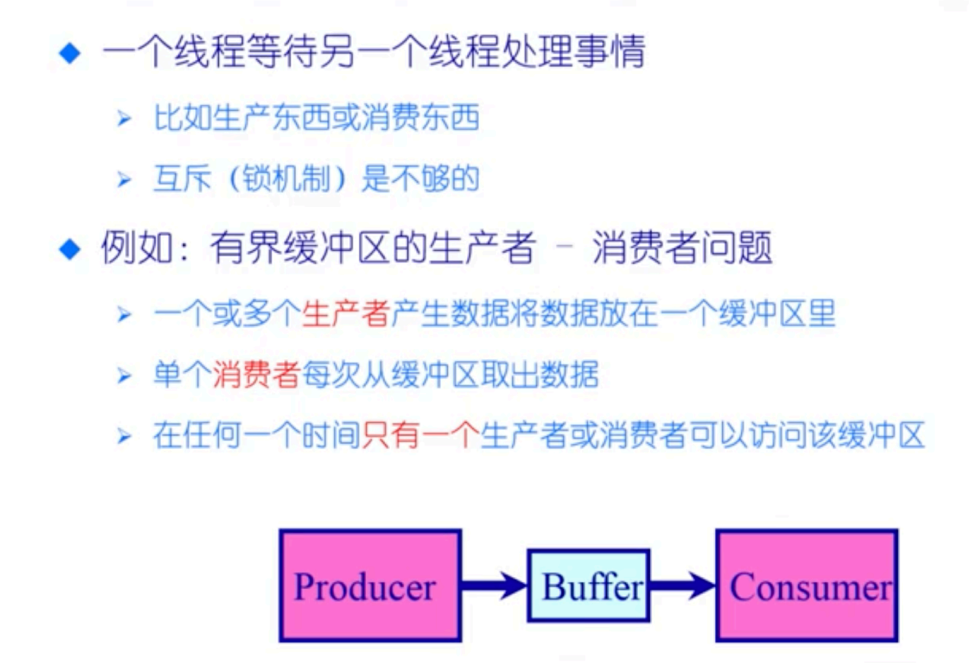
- 互斥
- 条件同步，一个线程等待另一个线程

互斥:

与lock的作用完全一样，通过pv操作来实现加锁解锁

条件同步场景:

生产者消费者场景



在此场景中则有三个要求：

1. 在任意一个时间只能有一个线程操作缓冲区(互斥)
2. 当缓冲区为空,消费者必须等待生产者(条件同步)
3. 当缓冲区已满，生产者必须等待消费者(条件同步)

所以我们可以使用三个信号量来满足以上三个要求

- 二进制信号量来进行互斥
- 一般信号量fullBuffer
- 一般信号量emptyBuffer

信号量实现

伪代码

```
class Semaphore {
  int sem; //信号量
  WaitQueue q; //等待的进程
}
```

使用硬件原语

- 禁用中断
- 原子指令(test-and-set)

类似锁

例如使用“禁止中断”

```
Semaphore::P(){
  sem--;
  if (sem < 0){
    Add this thread t to q;
    block(p);
  }
}
```

```
Semaphore::V(){
  sem++;
  if (sem <= 0){
    Remove a thread t from q;
    wakeup(t);
  }
}
```

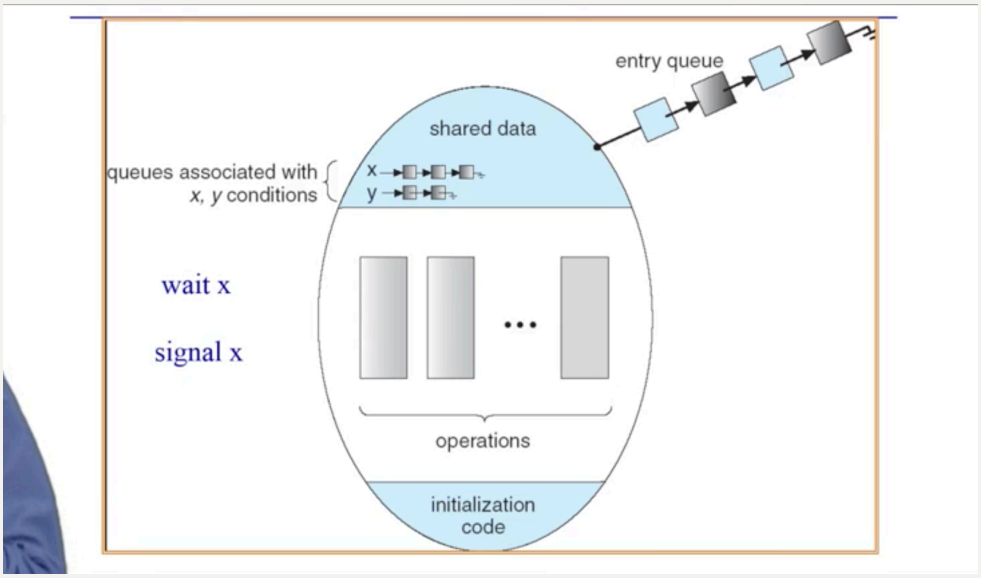
可能有死锁问题

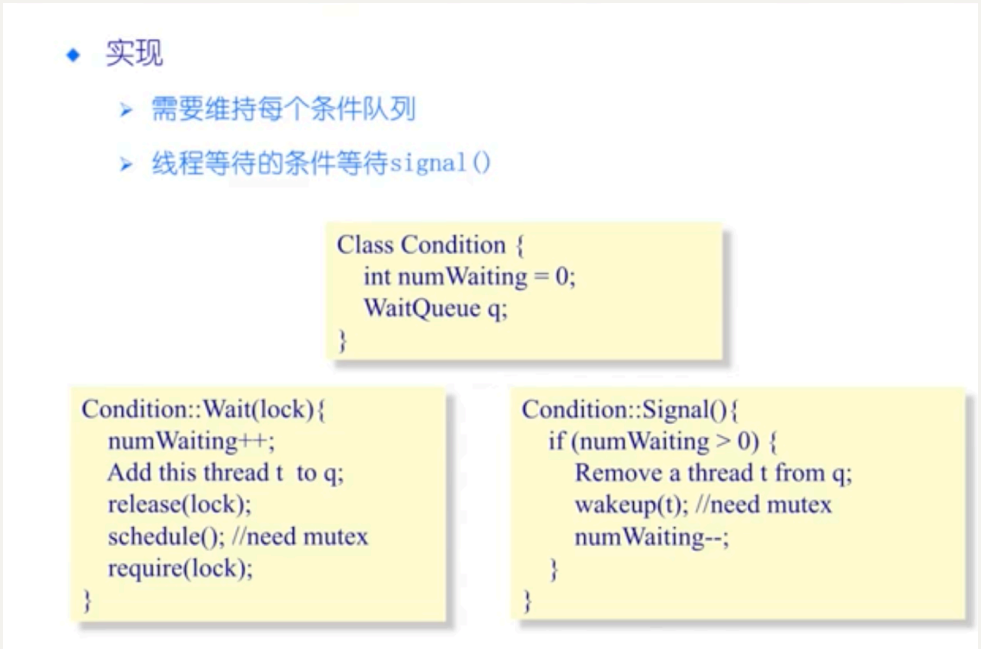
管程

> *分离互斥和条件同步的关注*

什么是管程

- 一个锁：指定临界区
- 0或者多个条件变量：等待/通知信号量用于管理并发访问共享数据





这个思想在java的juc包下的`LinkedBlockingDeque`被使用到了,`LinkedBlockingDeque`是使用的`ReentrantLock`的`Condition`来实现的(基于AQS)　　AQS 是操作系统管程的实现?（猜测）

```
classBoundedBuffer {
    ...
    Lock lock;
    int count = 0;
    Condition notFull, notEmpty;
}
```

```
BoundedBuffer::Deposit(c) {
    lock->Acquire();
    while (count == n)
        notFull.Wait(&lock);
    Add c to the buffer;
    count++;
    notEmpty.Signal();
    lock->Release();
}
```

```
BoundedBuffer::Remove(c) {
    lock->Acquire();
    while (count == 0)
        notEmpty.Wait(&lock);
    Remove c from buffer;
    count--;
    notFull.Signal();
    lock->Release();
}
```

- Hansen-style
  - Signal is only a "hint" that the condition may be true
  - Need to check again
- Benefits
  - Efficient implementation

- Hoare-style
  - Cleaner, good for proofs
  - When a condition variable is signaled, it does not change
- But
  - Inefficient implementation

```
Hansen-style :Deposit(){
  lock->acquire();
  while (count == n) {
      notFull.wait(&lock);
  }
  Add  thing;
  count++;
  notEmpty.signal();
  lock->release();
}
```

```
Hoare-style: Deposit(){
  lock->acquire();
  if (count == n) {
      notFull.wait(&lock);
  }
  Add thing;
  count++;
  notEmpty.signal();
  lock->release();
}
```