



# 计算机操作系统

## 6 并发程序设计 – 6.6 死锁

### 6.6.1 死锁的产生

掌握死锁的概念  
理解集中死锁产生的例子  
理解死锁解决的三个方法

# 死锁的产生

- 允许多个进程并发执行共享系统资源时，系统必须提供同步机制和进程通信机制
- 然而，对这种机制使用不当的话，可能会出现进程永远被阻塞的现象
- 例如，两个进程分别等待对方占有的一个资源，于是两者都不能执行而处于永远等待，这种现象称为“死锁”

# 死锁的定义

- 一组进程处于死锁状态是指：每一个进程都在等待被另一个进程所占有的、不能抢占的资源。例如，
  - 存在 $n$ 个进程 $P_1, P_2, \dots, P_n$
  - 进程 $P_i$ 因为申请不到资源 $R_i$ 而处于等待状态
  - 而 $R_i$ 又被 $P_{i+1}$ 占有， $R_n$ 被 $P_1$ 占有
  - 显然，这 $n$ 个进程的等待状态永远不能结束，这 $n$ 个进程就处于死锁状态

# 死锁的产生(例1)

- 例1 竞争资源产生死锁。设系统有打印机、读卡机各一台，它们被进程P和Q共享。两个进程并发执行，它们按下列次序请求和释放资源：

进程P----

请求读卡机

请求打印机

.....

释放读卡机

释放打印机

进程Q-----

请求打印机

请求读卡机

.....

释放读卡机

释放打印机

# 死锁的产生(例2)

- 例2 PV操作使用不当产生死锁

进程Q1

.....

P(s1);

P(s2);

.....

使用r1和r2;

.....

V(s1);

V(s2);

.....

进程Q2

.....

P(s2);

P(s1);

.....

使用r1和r2;

.....

V(s2);

V(s1);

.....

# 死锁的产生(例3)

- 例 3 同类资源分配不当引起死锁
- 若系统中有 $m$ 个资源被 $n$ 个进程共享，当每个进程都要求 $K$ 个资源，而 $m < n \cdot (K-1) + 1$ 时，如果分配不得当就可能引起死锁
- 例如， $m=5$ ， $n=5$ ， $k=2$ ，采用的分配策略是为每个进程轮流分配。首先，为每个进程轮流分配一个资源，这时，系统中的资源都已分配完了；于是第二轮分配时，各进程都处于等待状态，导致了死锁

# 死锁的产生(例4)

- 例 4 对临时性资源使用不加限制引起死锁
- 在进程通信时使用的信件可以看作是一种临时性资源，如果对信件的发送和接收不加限制的话，则可能引起死锁
- 比如，进程P1等待进程P3的信件S3来到后再向进程P2发送信件S1；P2又要等待P1的信件S1来到后再向P3发送信件S2；而P3也要等待P2的信件S2来到后才能发出信件S3。在这种情况下就形成了循环等待，永远结束不了，产生死锁



# 解决死锁问题的三个方法

- 综合上面的例子，产生死锁的因素不仅与系统拥有的资源数量有关，而且与资源分配策略，进程对资源的使用要求以及并发进程的推进顺序有关
- 可从三个方面来解决死锁问题：
  - 死锁防止
  - 死锁避免
  - 死锁检测和恢复