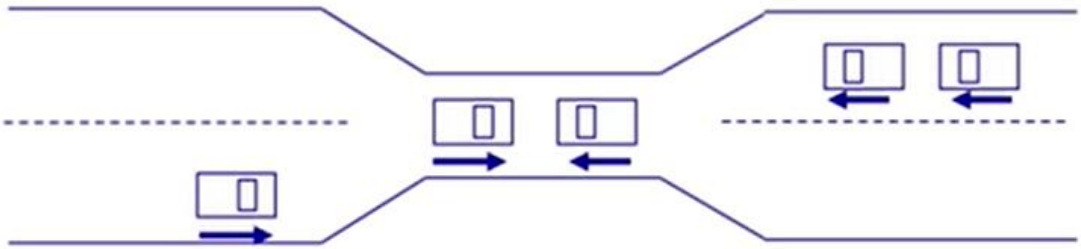
死锁和进程间通信

- 一组阻塞的进程持有一种资源等待获取另一个进程所占有的一个资源。导致谁都没有办法执行
- 死锁产生的原因是 并发执行，拥有一部分资源，抢资源。

形象比喻:



- 流量只在一个方向。
- 桥的每个部分可以看作为一个资源。
- 如果死锁，可能通过一辆车倒退可以解决(抢占资源和回滚)
- 如果发生死锁，可能几辆车必须都倒退
- 可能发生饥饿

死锁系统模型

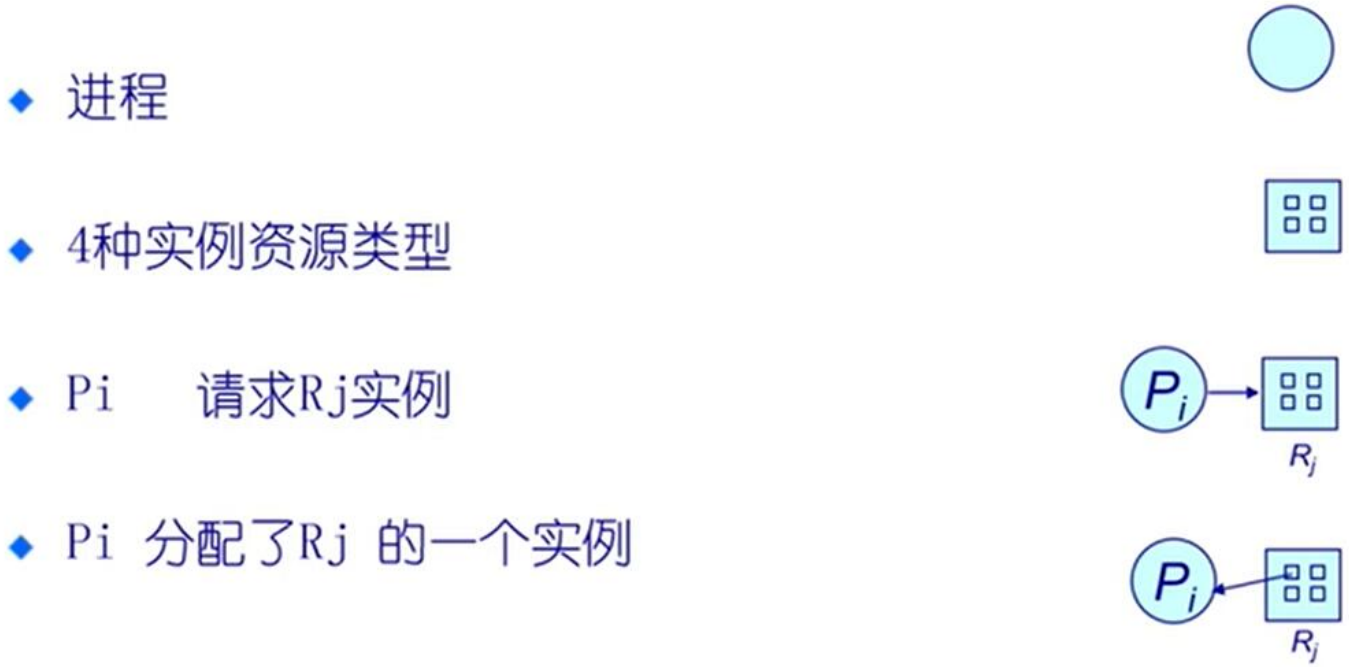
- 资源类型 R_1 ,R_2...R_m
- 资源具有互斥性。(资源被一个进程占有，其它进程不能访问这个资源)
- 进程获得资源，用完后需要释放由其他进程重用
- 如果每个进程**拥有**一个资源，并请求其它资源，死锁可能发生
- 如果接收消息阻塞可能会发生死锁。
- 少见的事件组合会引起死锁
- 每个资源类型有 R_1 和 W_1 实例
- 每个进程使用的资源过程为
    1. request/get <- free resource
    2. use/hold <- requested/used resource
    3. release <- free resource

4. 从 free - used - free 周而复始

资源分配图

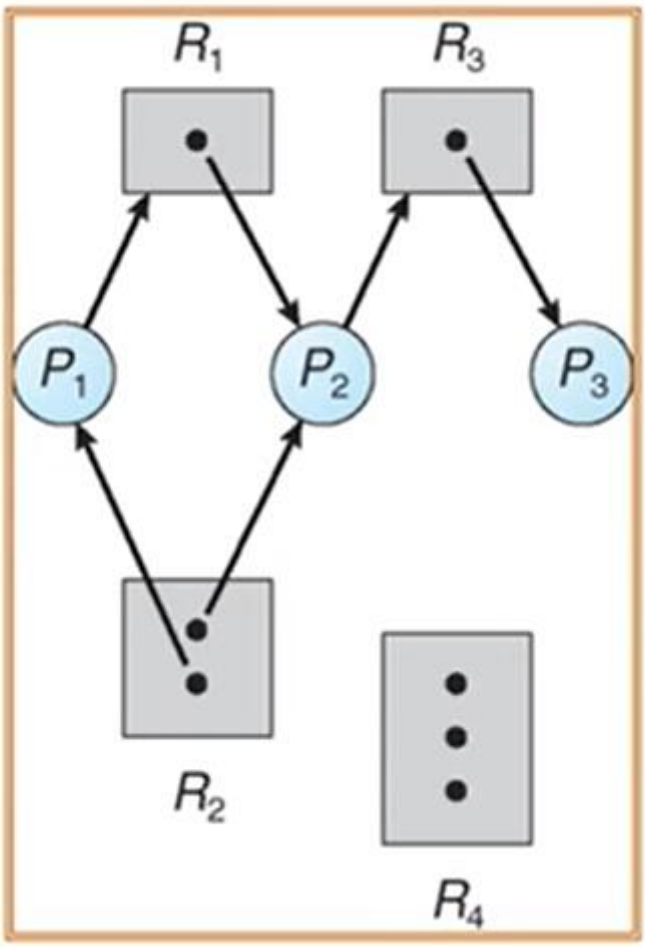
一组顶点V和边E的集合

- $P = \{P_1, P_2 ...., P_n\}$ 集合包括系统中所有的进程
- $R = \{R_1, R_2 ...., R_n\}$ 集合包括系统中所有的进程
- 有向边 $P_i -> R_j$ 表示 进程 i 需要 资源 j
- 有向边 $R_j -> P_i$ 表示 现在资源 j 被 进程 i 占用

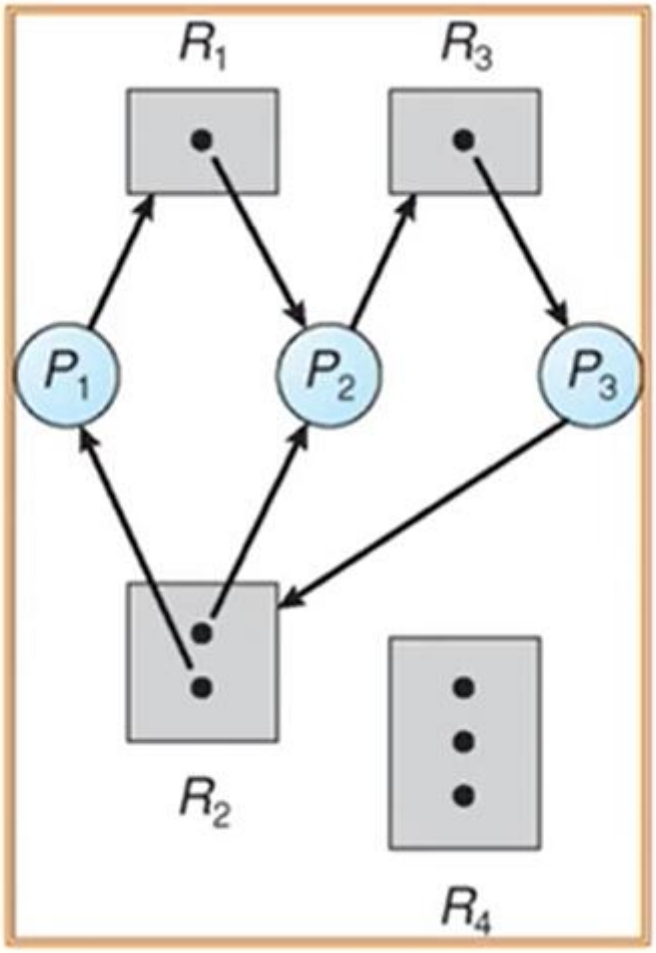


ps: 小方框表示资源个数。

- 无死锁例子:



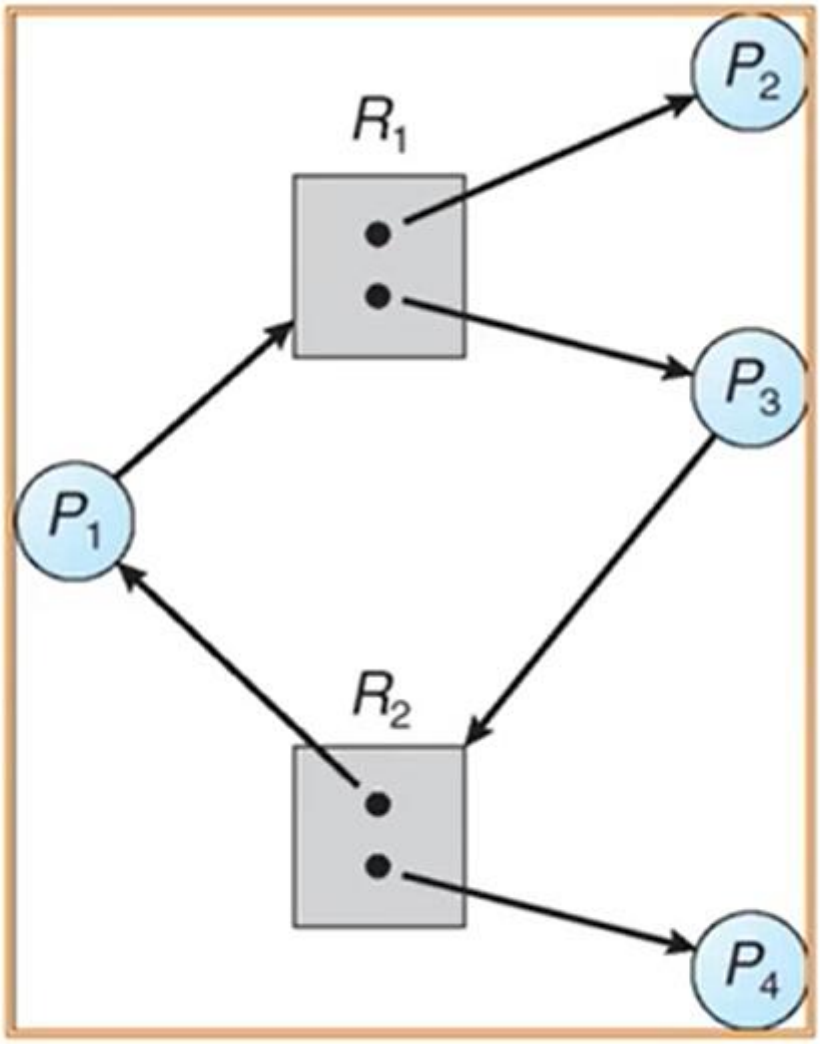
- 死锁例子:



ps: 图中存在环

死锁产生后典型的特征: 有向图中存在环(存在环不一定会死锁)

- 有环不死锁



ps: 虽然有环但是 P2 在一定时间之后会释放资源。

基本结论

- 如果图中不包含循环 => 没有死锁
- 如果图中包括循环:
  - 如果每个资源类只有一个实例，那么死锁
  - 如果每个资源类有几个实例，可能死锁

有环是死锁的充分不必要条件

死锁特点

如果下面的四个条件同时成立可能出现死锁:

- **互斥**
- **持有并等待**: 进程保持至少一个资源并正在等待获取其他进程所持有的额外资源

- **无抢占** 资源只能被进程资源释放。
- **循环等待**
  - 存在等待进程集合{P0，P1，...，PN}
  - P0正在等待P1所占用的资源，
  - P1 正在等待P2占用的资源，...，
  - PN-1在等待PN所占用资源，
  - PN正在等待P0所占用的资源

上述 4 个条件是死锁的必要条件。

死锁处理办法

1. Deadlock Prevention (死锁预防)
2. Deadlock Avoidence (死锁避免)
3. Deadlock Detection (死锁检测)
4. Recovery from Deadlok (死锁恢复)

- 确保系统永远不会进入死锁状态
- 运行系统进入死锁状态，然后恢复
- 忽略这个问题，假设系统中从来没有发生郭死锁，用于大多数操作系统，包括UNIX

死锁预防

打破死锁出现的某一个条件

- 打破 互斥条件， 比较少在某些条件下可以
- 打破占用并等待
  - 要么没有资源，要么把资源全部分配给它
  - 资源利用率低，可能出现饥饿
- 打破无抢占
  - 如果进程占有某些资源，并请求它不能被立即分配的资源，则释放当前正占用的资源。(把资源抢过来，直接kill调其它进程)
- 打破循环等待——对所有资源类型进行排序，并要求按照资源顺序进行申请，会出现资源利用不够。(在通用操作系统应用不多，嵌入式操作系统里有)

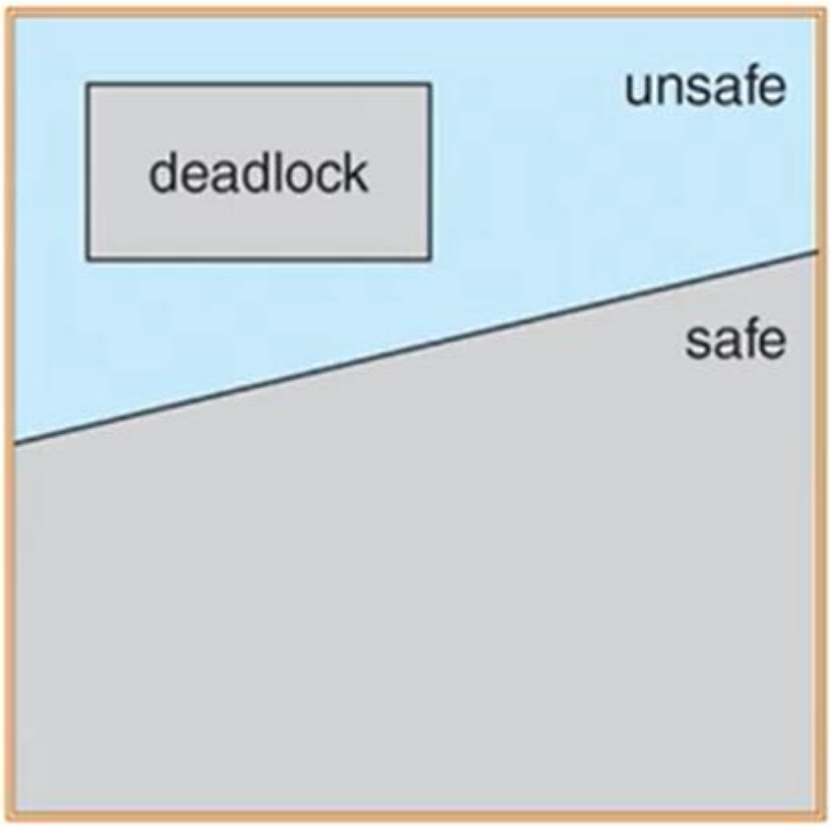
死锁避免

- 最简单和最有效的模式是要求每个进程声明它可能需要的每个类型资源的**最大数目**
- 资源的分配状态是通过限定**提供**与**分配**的资源数量，和进程的**最大**需求
- 死锁避免算法，动态检查资源分配状态，确保不会出现环形等待状态，存在一个安全状态。

安全状态是指:

- 针对所有进程，存在安全序列
- 序列 < P1,P2,...PN >是安全的 : 对每个 Pi, Pi 要求的资源 能够由当前可用的资源 + 所有 Pj(j< i) 所持有的资源来满足 。(因为 i之前的进程执行完资源都会释放掉)

- 如果系统处于安全状态==>无死锁。
- 如果系统处于不安全状态==>可能死锁。
- 避免死锁：确保系统永远不会进入不安全状态。



银行家算法

Banker's Algorithm

银行家算法（Banker's Algorithm）是一个死锁避免的著名算法，是由艾兹格●迪杰斯特拉在1965年为T.H.E系统设计的一种避免死锁产生的算法。
它以银行借贷系统的分配策略为基础，判断并保证系统的安全运行。

背景

在银行系统中，客户完成项目需要申请贷款的数量是有限的，每个客户在第一次申请贷款时要声明完成该项目所需的最大资金量，在满足所有贷款要求并完成项目时，客户应及时归还。
银行家在客户申请的贷款数量不超过自己拥有的最大值时，都应尽量满足客户的需要。
在这样的描述中，银行家就好比操作系统，资金就是资源，客户就相当于要申请资源的进程。

前提条件:

Banker's Algorithm 前提条件

- 多个实例。
- 每个进程都必须能最大限度地利用资源。
- 当一个进程请求一个资源，就不得不等待。
- 当一个进程获得所有的资源就必须在一段有限的时间释放它们。

数据结构:

- n = 进程数量
- m = 资源类型数量
- Max(总需求量) : n*m 矩阵。 如果 $Max[i,j] = k$, 表示 P_i 最多请求 k个 R_j 类型的资源
- $Available$(剩余空闲量): 长度为 m 的向量， 如果 $Available[j] = k$, 有 k 个类型的 R_j资源可用
- $Allocation$(已分配量) : n*m 矩阵。$Allocation[i,j]$ 表示当前分配给Pi k 个 Rj 的实例
- $Need$(未来需要量)。m*n矩阵 如果 $Need[i,j] = k$, 表示未来 P_i 需要 k 个 P_j类型的资源

- $Need[i,j] = Max[i,j] - Allocation[i,j]$

1. Work 和Finish 分别是长度为m和n的向量。

   初始化:

   Work = Available　　//当前资源剩余空闲量

   Finish [i] = false for i = 1, 2, …, n.　　//线程i没结束

2. 找这样的i:　　//接下来找出Need比Work小的进程i

   (a) Finish [i] = false

   (b) $Need_i \leq Work$

   没有找到这样的i，转4。

3. Work = Work + $Allocation_i$　　//进程i的资源需求量小于当前剩余空闲资源量，所以配置给它再回收

   Finish[i] = true

   转2.

4. If Finish [i] == true for all i,　　//所有进程的Finish为True，表明系统处于安全状态

   then the system is in a safe state.

Banker's Algorithm

Initial: Request = request vector for process P_i. If$Request_i[j]$ = k then process P_i wants k instances of resource type R_j.

While:

1. 如果 $Request_i \leq Need_i$ 转到步骤 2。 否则，提出错误条件，因为进程已经超过了其最大要求。
2. 如果 $Request_i \leq Available$，转到步骤3. 否则 P_i 必须等待，因为资源不可用。
3. 通过修改状态来分配请求资源给P_i : //生成一个需要判断状态是否安全的资源分配环境

   $Available = Available - Request_i$;

   $Allocation_i = Allocation_i + Request_i$;

   $Need_i = Need_i - Request_i$;

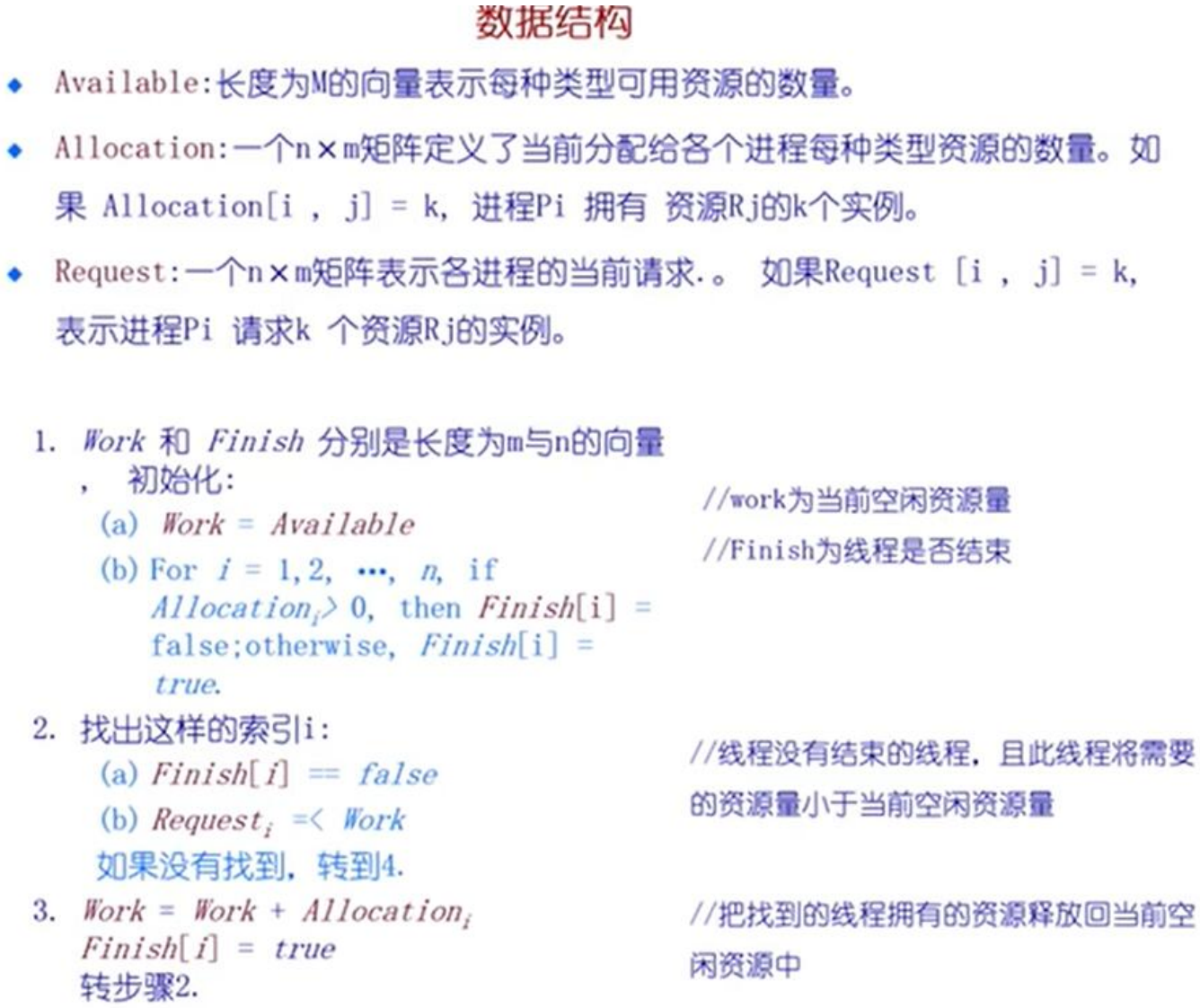
   CALL Safety State Estimating Algorithm

   - 如果返回*safe*，将资源分配给P_i。
   - 如果返回*unsafe*, *Pi*必须等待，旧的资源分配状态被恢复

这个其实就是 一种贪心算法。

死锁检测

1. 判断资源分配图里有没有环
2. 类似于银行家算法



- 死锁检测算法开销很大
- 很难获得资源总数
- 所以通常在调试的时候使用

死锁恢复

- 终止所有的死锁进程
- 在一个时间内终止一个进程直到死锁消除
- 进程终止顺序
  - 进程优先级
  - 进程运行了多久以及需要多少时间才能完成
  - 进程占用的资源

    ....

IPC

进程之间资源是相互独立的，所以进程之间的通信需要建立通信链路。

- 通信模型
- 直接简介
- 阻塞非阻塞

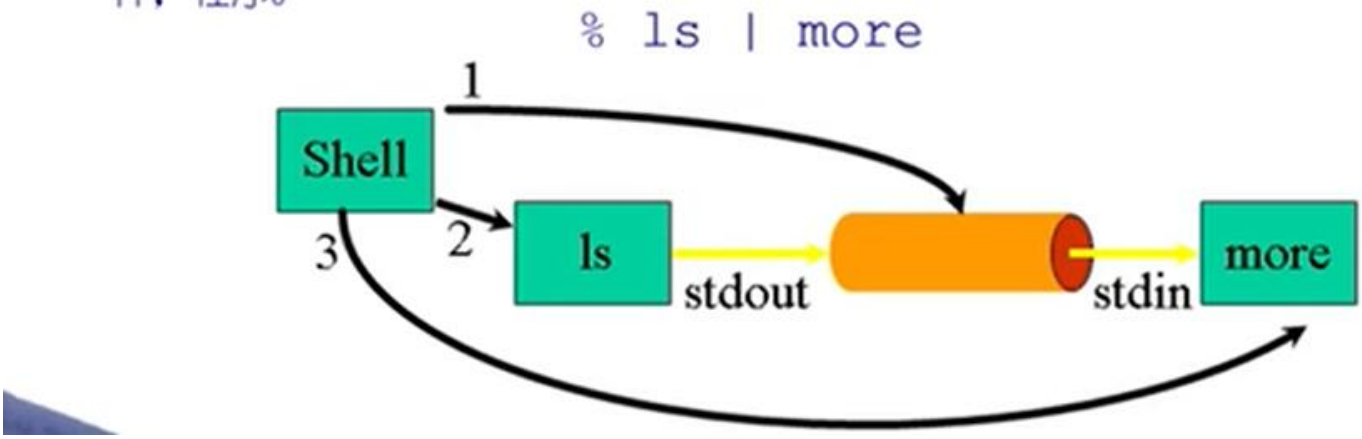
- 通信链路缓冲

信号

用使用信号机制，需要先用操作系统的系统调用 注册一个 signal handle, 当信号产生的时候，会跳到应用程序指定的处理函数

管道

- 子进程从父进程继承文件描述符
  - file descriptor 0 stdin, 1 stdout, 2 stderr
- 进程不知道（或不关心！）从键盘，文件，程序读取或写入到终端，文件，程序。



例子: linux 下的 管道机制

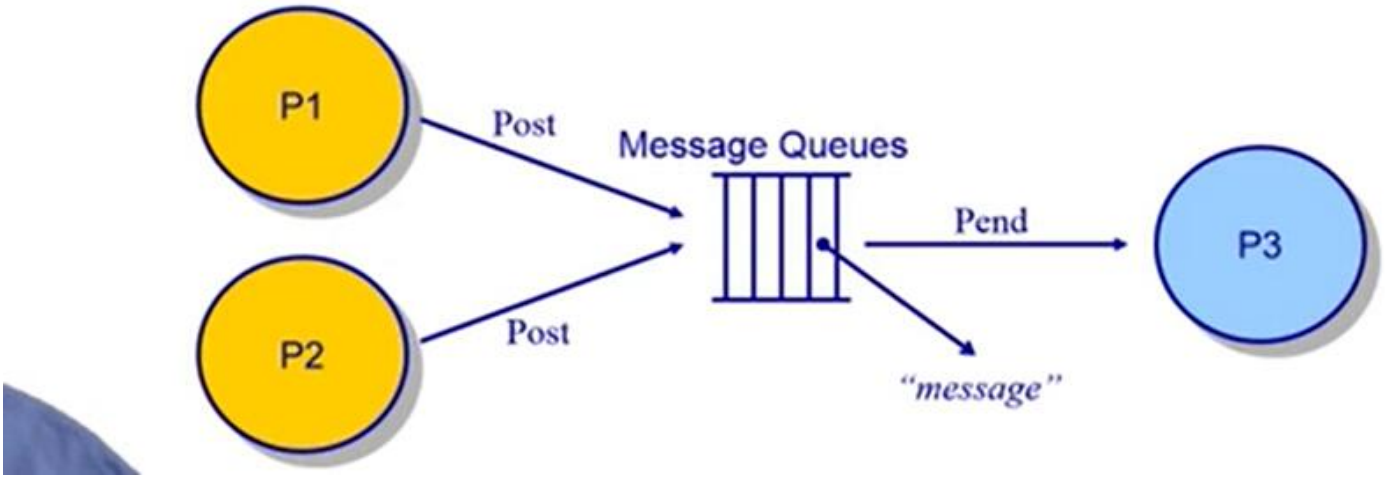
```
cat file.txt | head -n 100
```

管道相当于一个 buffer

消息队列

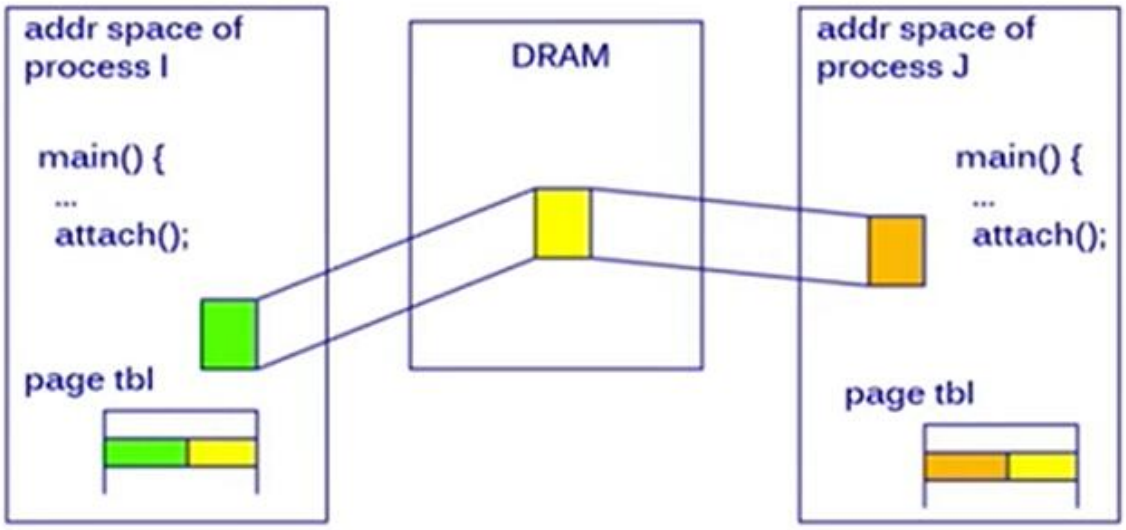
消息队列按照FIFO来管理消息

- 消息队列按FIFO的来管理消息
  - Message:作为一个字节序列存储
  - Message Queues:消息数组
  - FIFO & FILO configuration



共享内存

- 优点
  快速、方便地共享数据
- 不足
  - 必须同步数据访问



- 最快的方法
- 一个进程写另外一个进程立即可见
- 没有系统调用干预
- 没有数据复制
- 不提供同步
  - 由程序员提供同步