# 第3章 调度

#### CPU调度是多道程序操作系统的基础

- 多道程序的目标
  - 无论何时都有进程运行,从而最大化CPU利用率
- 分时系统的目的
  - 在进程之间快速切换CPU,以方便多个用户在程序运行时能与其进行交互。
- 进程调度器 (process scheduler)
  - 选择一个可用进程(可能从多个可用进程集合中), 装入 CPU上执行。

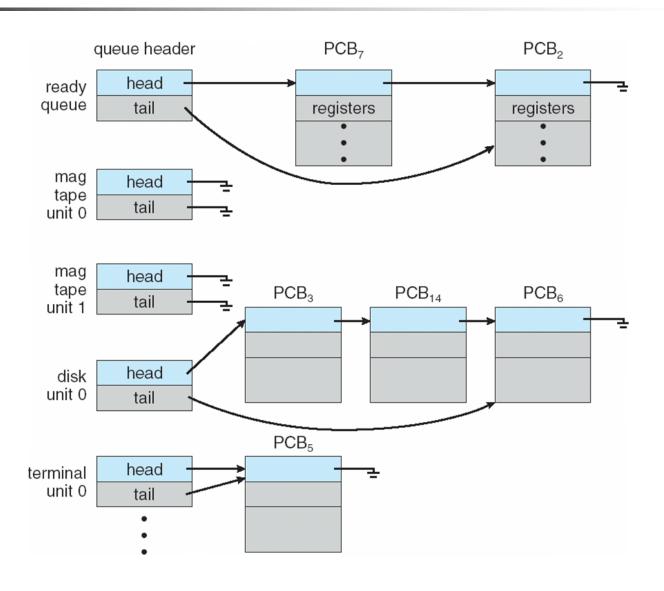
第3章 调度

### 3.1 基本概念

## 1. 调度队列

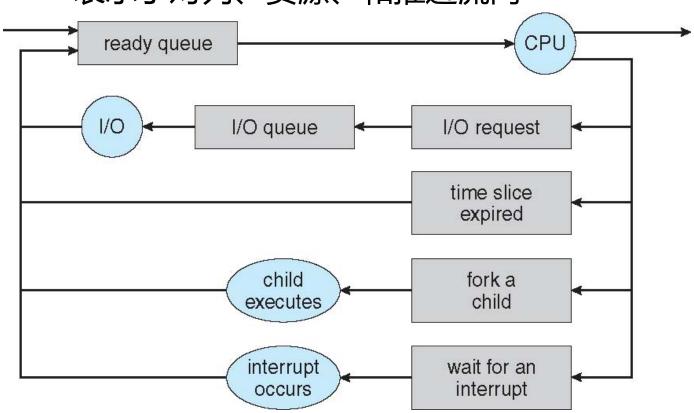
- 操作系统中维护了一组进程调度队列
  - 作业队列:系统中所有进程的集合
    - 作业Job:针对批处理系统的CPU活动而言
    - 用户程序/任务Task:针对分时系统的CPU活动而言
  - 就绪队列:所有驻留在内存,并处于就绪状态,等 待调度执行,的进程集合
  - 设备队列:等待某个I/O设备的进程集合
  - 进程在整个生命周期中,会在各种调度队列之间迁移

### 就绪队列和设备队列



# 2. 进程调度的基本表示

- 队列图
  - 表示了对列、资源、和推进流向



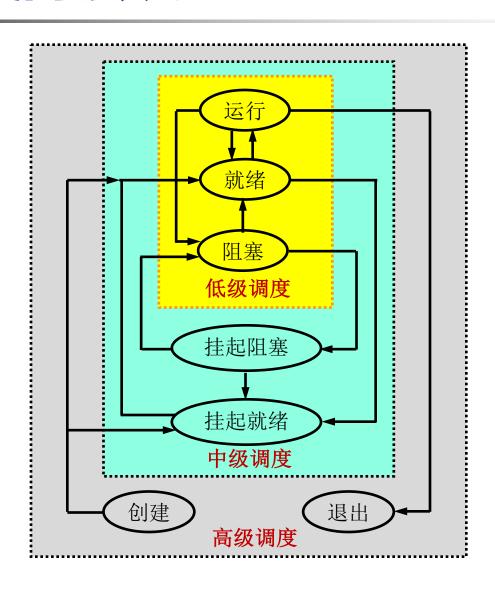
# 3. 调度的层次

- 调度程序:负责挑选就绪进程的内核模块
  - 调度策略:依据什么原则、什么算法来选择哪一个
  - 调度时机:什么时候来调度
- 一个作业从提交到完成通常要经历多级调度。
  - 在不同操作系统中所采用的调度层次不完全相同。
  - 有的系统中仅采用一级调度,而在另一些系统中则可能采用两级或三级调度

### 2. 调度的层次

- 处理机的三级调度:
  - 高级调度:
    - 长期调度,作业调度, Job Scheduler
    - 分钟级别
  - 低级调度:
    - 进程调度,短期调度,CPU Scheduler
    - 毫秒级别
  - 中级调度:
    - 交换调度、Middle-term Scheduler
    - 二者之间

### 调度的层次

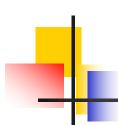


## 高级调度

- 高级调度:
  - 作业调度、宏观调度或长程调度
  - 主要任务
    - ① 按一定的原则**从外存上**处于后备状态的作业中选择一个 或多个作业,**决定哪个进程进入系统,或者说**选择哪些 进程可以进入就绪队列。
    - ② 为选中作业分配内存、输入/输出设备等必要的资源,并建立相应的进程,以使该作业具有获得竞争处理机的权利。
  - 作业调度的运行频率较低,通常为几分钟一次。
  - 高级调度决定着多道程序的道数问题

### 低级调度

- 低级调度
  - 进程调度、微观调度或短程调度
  - 主要任务
    - ① 按照某种原则决定就绪队列中的哪个进程/内核级线程能 获得处理器,并将处理机出让给它进行工作。
  - 进程调度程序是操作系统最为核心的部分,进程 调度策略的优劣直接影响到整个系统的性能。
  - 包括:剥夺式/非剥夺 (preemptive)与非剥夺式/, 抢占/非抢占
  - 进程调度的运行频率很高,一般几十毫秒要运行一次。



#### ■ 进程可分为

- I/O密集型进程(I/O-bound process):执行I/O比计算的时间多, 存在许多短的CPU执行区间(CPU burst)
- CPU密集型进程(CPU-bound process):执行计算时间多,有少量的长CPU执行区间

#### 多类型进程的组合

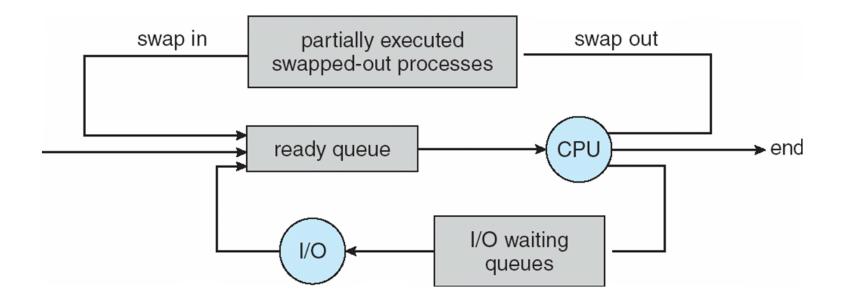
- 如果I/O密集型进程过多:就绪队列为空,低级调度没什么事儿做
- 如果CPU密集型进程过多:I/O队列为空,设备没有得到充分利用
- 因此系统为了保证资源充分利用,I/O密集型与CPU密集型进程应该 混合搭配

### 中级调度

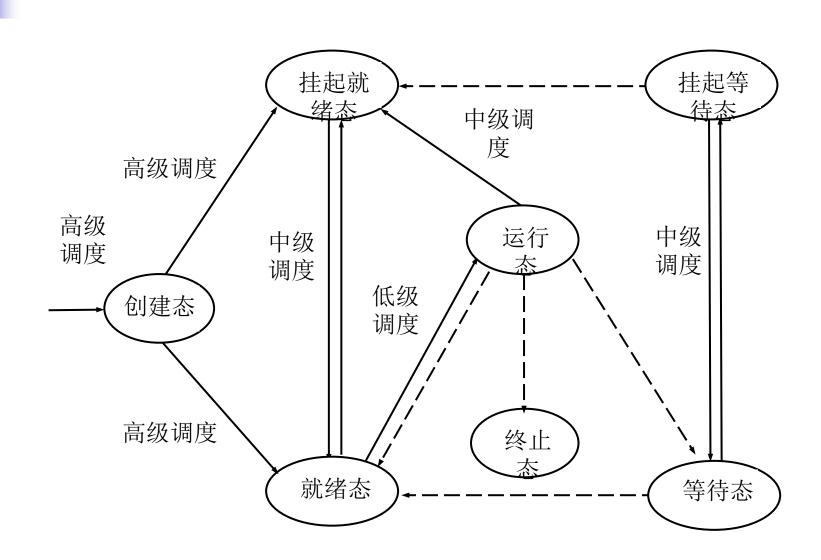
- 中级调度
  - 负载均衡调度,中程调度,交换调度
  - 主要任务
    - ① 将内存中暂时不用的信息移到外存,以腾出空间给内存中的进程使用,
    - ② 将需要的信息从外存读入内存。
  - 中级调度决定了主存储器中所能容纳的进程数,这 些进程将允许参与竞争处理器资源,提高内存利用 率和系统吞吐量
  - 中级调度根据存储资源量和进程的当前状态来决定 辅存和主存中进程的对换,运行频率介于两种调度 之间。

### 中级调度

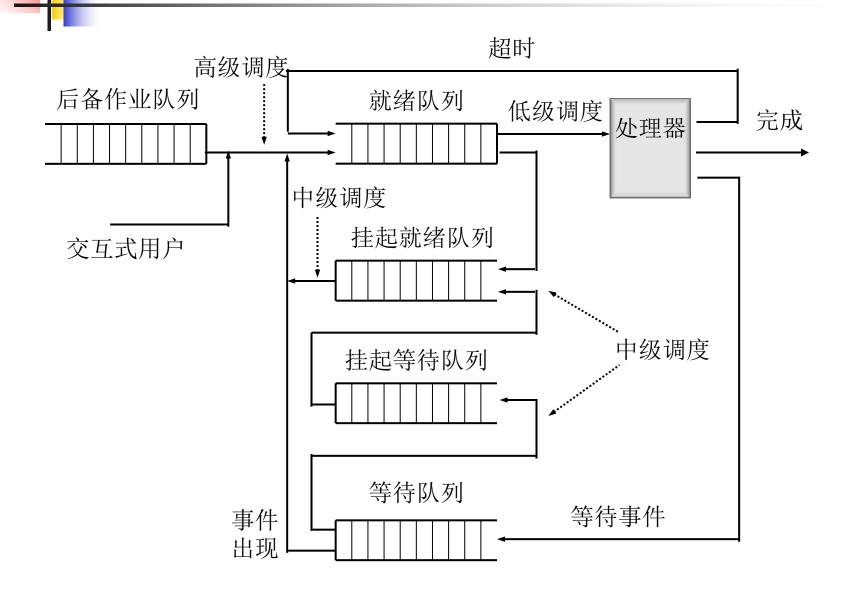
- 中级/中期调度(Medium-term scheduler)
  - 交換技术swapping
    - 当需要时,从内存中移除进程,存储到磁盘上
    - 也可以从磁盘中取回,继续执行







### 处理器的三级调度模型



# 4. 调度性能的评价准则

#### ① 资源利用率

- CPU利用率=CPU有效工作时间/CPU总的运行时间,
- CPU总的运行时间=CPU有效工作时间+CPU 空闲等待时间。
- CPU利用率=1/(1+CPU空闲等待时间/CPU有 效工作时间)
- 真实系统介于40%~90%之间



## 4. 调度性能的评价准则(Cont.)

#### ② 响应时间

- 交互式进程从提交一个请求(命令)到接收到 第一个响应之间的时间间隔称响应时间。
- ■使交互式用户的响应时间尽可能短,或尽快 处理实时任务。
- 对于分时系统,最小化响应时间的方差比最小化平均相应时间更为重要。



# 4 调度性能的评价准则(Cont.)

#### ③ 周转时间

- **从作业提交**给系统开始,到**作业完成为**止的时间间隔称**作业周转时间**,应使作业周转时间可可能短。
- ■这是衡量批处理系统的一个重要指标

### 4 调度性能的评价准则(Cont.)

#### 4 系统吞吐率

- ■单位时间内CPU完成作业的数量。
- ■长作业可以1个/小时,短作业可以10个/秒

#### ⑤ 公平性

- 确保每个用户每个进程获得合理的CPU份 额或其他资源份额,不会出现饿死情况。
- 对于不同的系统设计目标,公平性原则是不同的
  - 批处理系统、分时系统、实时系统

### 周转时间

#### 周转时间

- 作业的周转时间是指从作业提交到作业完成之间的时间间隔。周转时间是所有时间段之和,包括等待进入内存、在就绪队列中等待、在CPU上执行和I/O执行的时间。这段时间间隔包括了,作业等待、挂起等。
  - $T_i = Te_i Ts_i$

#### ■ 平均周转时间

- 是指多个作业的周转时间的平均值。 n 个作业的平均 周转时间:
  - $T = (T_1 + T_2 + ... + T_n) / n(T_i$ 为作业i的周转时间)

### 带权周转时间

#### ■ 带权周转时间

- 带权周转时间是指作业周转时间与作业实际运行时间的比值,W<sub>i</sub>。
- 注意:这里<mark>作业实际运行时间</mark>是指在CPU中的时间,不包括阻塞、挂起等时间

#### ■ 平均带权周转时间

- 是指多个作业的带权周转时间的平均值。 n 个作业的平均带权周转时间:
- W = (W<sub>1</sub> + W<sub>2</sub> + ... + W<sub>n</sub>)/n(W<sub>i</sub>为作业i的带权周转时间)

# 讨论

■ 思考一下,你的OS存在哪些层次的调度?

■ CPU利用率,提到了CPU空闲等待时间,它在等待什么?

■ 分析一下,有了周转时间,为什么还要引入平均XX、带权XX、平均带权XX?会有什么用处?