基本特征

1. 并发

并发性是指宏观上在一段时间内能同时运行多个程序，而并行性则指同一时刻能运行多个指令。

并行需要硬件支持，如多流水线或者多处理器。

操作系统通过引入进程和线程，使得程序能够并发运行。

2. 共享

共享是指系统中的资源可以供多个并发进程共同使用。

有两种共享方式：互斥共享和同时共享。

互斥共享的资源称为临界资源，例如打印机等，在同一时间只允许一个进程访问，需要用同步机制来实现对临界资源的访问。

3. 虚拟

虚拟技术把一个物理实体转换为多个逻辑实体。

主要有两种虚拟技术：时分复用技术和空分复用技术。例如多个进程能在同一个处理器上并发执行使用了时分复用技术，让每个进程轮流占有处理器，每次只执行一小个时间片并快速切换。

4. 异步

异步是指进程不是一次性执行完毕，而是走走停停，以不可知的速度向前推进。

系统调用

如果一个进程在用户态需要用到操作系统的一些功能，就需要使用系统调用从而陷入内核，由操作系统代为完成。可以由系统调用请求的功能有设备管理、文件管理、进程管理、进程通信、存储器管理等

中断分类

1. 外中断

由 CPU 执行指令以外的事件引起，如 I/O 结束中断，表示设备输入/输出处理已经完成，处理器能够发送下一个输入/输出请求。此外还有时钟中断、控制台中断等。

2. 异常

由 CPU 执行指令的内部事件引起，如非法操作码、地址越界、算术溢出等。

3. 陷入

在用户程序中使用系统调用。

大内核和微内核

1. 大内核

大内核是将操作系统功能作为一个紧密结合的整体放到内核。

由于各模块共享信息，因此有很高的性能。

2. 微内核

由于操作系统不断复杂，因此将一部分操作系统功能移出内核，从而降低内核的复杂性。移出的部分根据分层的原则划分成若干服务，相互独立。

因为需要频繁地在用户态和核心态之间进行切换，所以会有一定的性能损失。

第二章 进程管理

1. 进程

进程是操作系统进行资源分配的基本单位。

进程控制块 (Process Control Block, PCB) 描述进程的基本信息和运行状态，所谓的创建进程和撤销进程，都是指对 PCB 的操作。

2. 线程

一个进程中可以有多个线程，线程是独立调度的基本单位。

同一个进程中的多个线程之间可以并发执行，它们共享进程资源。

3. 区别

拥有资源：进程是资源分配的基本单位，但是线程不拥有资源，线程可以访问隶属进程的资源。

调度：线程是独立调度的基本单位，在同一进程中，线程的切换不会引起进程切换，从一个进程内的线程切换到另一个进程中的线程时，会引起进程切换。

系统开销：由于创建或撤销进程时，系统都要为之分配或回收资源，如内存空间、I/O 设备等，所付出的开销远大于创建或撤销线程时的开销。类似地，在进行进程切换时，涉及当前执行进程 CPU 环境的保存及新调度进程 CPU 环境的设置，而线程切换时只需保存和设置少量寄存器内容，开销很小。

通信方面：进程间通信 (IPC) 需要进程同步和互斥手段的辅助，以保证数据的一致性。而线程间可以通过直接读/写同一进程中的数据段（如全局变量）来进行通信。

进程状态的切换

阻塞状态是缺少需要的资源从而由运行状态转换而来，但是该资源不包括 CPU，缺少 CPU 会让进程从运行态转换为就绪态。

只有就绪态和运行态可以相互转换，其它的都是单向转换。就绪状态的进程通过调度算法从而获得 CPU 时间，转为运行状态；而运行状态的进程，在分配给它的 CPU 时间片用完之后就会转为就绪状态，等待下一次调度。

1. 批处理系统中的调度

1.1 先来先服务

first-come first-serverd（FCFS）。

调度最先进入就绪队列的作业。

有利于长作业，但不利于短作业，因为短作业必须一直等待前面的长作业执行完毕才能执行，而长作业又需要执行很长时间，造成了短作业等待时间过长。

1.2 短作业优先

shortest job first（SJF）。

调度估计运行时间最短的作业。

长作业有可能会饿死，处于一直等待短作业执行完毕的状态。如果一直有短作业到来，那么长作业永远得不到调度。

1.3 最短剩余时间优先

shortest remaining time next（SRTN）。优先完成剩余时间最短的作业。

2. 交互式系统中的调度

2.1 优先级调度

除了可以手动赋予优先权之外，还可以把响应比作为优先权，这种调度方式叫做高响应比优先调度算法。

响应比 = (等待时间 + 要求服务时间) / 要求服务时间 = 响应时间 / 要求服务时间

这种调度算法主要是为了解决 SJF 中长作业可能会饿死的问题，因为随着等待时间的增长，响应比也会越来越高。

2.2 时间片轮转

将所有就绪进程按 FCFS 的原则排成一个队列，每次调度时，把 CPU 分配给队首进程，该进程可以执行一个时间片。当时间片用完时，由计时器发出时钟中断，调度程序便停止该进程的执行，并将它送往就绪队列的末尾，同时继续把 CPU 分配给队首的进程。

时间片轮转算法的效率和时间片的大小有很大关系。因为每次进程切换都要保存进程的信息并且载入新进程的信息，如果时间片太小，进程切换太频繁，在进程切换上就会花过多时间。

2.3 多级反馈队列

如果一个进程需要执行 100 个时间片，如果采用轮转调度算法，那么需要交换 100 次。多级队列是为这种需要连续执行多个时间片的进程考虑，它设置了多个队列，每个队列时间片大小都不同，例如 1,2,4,8,..。进程在第一个队列没执行完，就会被移到下一个队列。这种方式下，之前的进程只需要 7 （包括最初的装入）的交换。

每个队列的优先权也不同，最上面的优先权最高。因此只有上一个队列没有进程在排队，才能调度当前队列上的进程。

3. 实时系统中的调度

实时系统要求一个服务请求在一个确定时间内得到响应。

分为硬实时和软实时，前者必须满足绝对的截止时间，后者可以容忍一定的超时。

进程同步

1. 临界区

对临界资源进行访问的那段代码称为临界区。

为了互斥访问临界资源，每个进程在进入临界区之前，需要先进行检查。

2. 同步与互斥

同步指多个进程按一定顺序执行；

互斥指多个进程在同一时刻只有一个进程能进入临界区。

3. 信号量

信号量（Semaphore） 是一个整型变量，可以对其执行 down 和 up 操作，也就是常见的 P 和 V 操作。

down : 如果信号量大于 0 ，执行 -1 操作；如果信号量等于 0，将进程睡眠，等待信号量大于 0；

up ：对信号量执行 +1 操作，并且唤醒睡眠的进程，让进程完成 down 操作。

down 和 up 操作需要被设计成原语，不可分割，通常的做法是在执行这些操作的时候屏蔽中断。

如果信号量的取值只能为 0 或者 1，那么就成为了 互斥量（Mutex） ，0 表示临界区已经加锁，1 表示临界区解锁。

进程通信

进程通信可以看成是不同进程间的线程通信，对于同一个进程内线程的通信方式，主要使用信号量、条件变量等同步机制。

1. 管道

写进程在管道的尾端写入数据，读进程在管道的首端读出数据。管道提供了简单的流控制机制，进程试图读空管道时，在有数据写入管道前，进程将一直阻塞。同样地，管道已经满时，进程再试图写管道，在其它进程从管道中移走数据之前，写进程将一直阻塞。

Linux 中管道是通过空文件来实现。

管道有三种：

普通管道：有两个限制，一是只能单向传输；二是只能在父子进程之间使用；

流管道：去除第一个限制，支持双向传输；

命名管道：去除第二个限制，可以在不相关进程之间进行通信。

2. 信号量

信号量是一个计数器，可以用来控制多个进程对共享资源的访问。它常作为一种锁机制，防止一个进程正在访问共享资源时，其它进程也访问该资源。主要作为进程间以及同一进程内不同线程之间的同步手段。

3. 消息队列

消息队列克服了信号传递信息少、管道只能承载无格式字节流以及缓冲区大小受限等缺点。

4. 信号

信号是一种比较复杂的通信方式，用于通知接收进程某个事件已经发生。

5. 共享内存

共享内存就是映射一段能被其它进程所访问的内存，这段共享内存由一个进程创建，但多个进程都可以访问。

共享内存是最快的 IPC 方式，它是针对其它 IPC 运行效率低而专门设计的。它往往与其它通信机制（如信号量）配合使用，来实现进程间的同步和通信。

6. 套接字

套接字也是一种进程间通信机制，与其它通信机制不同的是，它可用于不同机器间的进程通信。

死锁的必要条件

互斥：每个资源要么已经分配给了一个进程，要么就是可用的。

占有和等待：已经得到了某个资源的进程可以再请求新的资源。

不可抢占：已经分配给一个进程的资源不能强制性地被抢占，它只能被占有它的进程显示地释放。

环路等待：有两个或者两个以上的进程组成一条环路，该环路中的每个进程都在等待下一个进程所占有的资源。

鸵鸟策略

把头埋在沙子里，假装根本没发生问题。

因为解决死锁问题的代价很高，因此鸵鸟策略这种不采取任务措施的方案会获得更高的性能。当发生死锁时不会对用户造成多大影响，或发生死锁的概率很低，可以采用鸵鸟策略。

大多数操作系统，包括 Unix，Linux 和 Windows，处理死锁问题的办法仅仅是忽略它。

死锁预防

在程序运行之前预防发生死锁。

1.破坏互斥条件

例如假脱机打印机技术允许若干个进程同时输出，唯一真正请求物理打印机的进程是打印机守护进程。

2. 破坏占有和等待条件

一种实现方式是规定所有进程在开始执行前请求所需要的全部资源。

3.破坏不可抢占条件

4.破坏环路等待

给资源统一编号，进程只能按编号顺序来请求资源。

虚拟内存

每个程序拥有自己的地址空间，这个地址空间被分割成多个块，每一块称为一页。这些页被映射到物理内存，但不需要映射到连续的物理内存，也不需要所有页都必须在物理内存中。当程序引用到一部分不在物理内存中的地址空间时，由硬件执行必要的映射，将缺失的部分装入物理内存并重新执行失败的指令。

1. 分页

大部分虚拟内存系统都使用分页技术。把由程序产生的地址称为虚拟地址，它们构成了一个虚拟地址空间。例如有一台计算机可以产生 16 位地址，它的虚拟地址空间为 0~64K，然而计算机只有 32KB 的物理内存，因此虽然可以编写 64KB 的程序，但它们不能被完全调入内存运行。

虚拟地址空间划分成固定大小的页，在物理内存中对应的单元称为页框，页和页框大小通常相同，它们之间通过页表进行映射。

程序最开始只将一部分页调入页框中，当程序引用到没有在页框的页时，产生缺页中断，进行页面置换，按一定的原则将一部分页框换出，并将页调入。