

1.2 操作系统结构

1. 简单结构

许多商业系统没有明确定义的结构。通常，这些操作系统最初是较小、简单且功能有限的系统，但后来渐渐超过了其原来的范围。MS-DOS 就是一个这样的操作系统。由于它主要是利用最小的空间提供最多的功能，因此它并没有被仔细地划分成模块。图 1.3 显示了其结构。

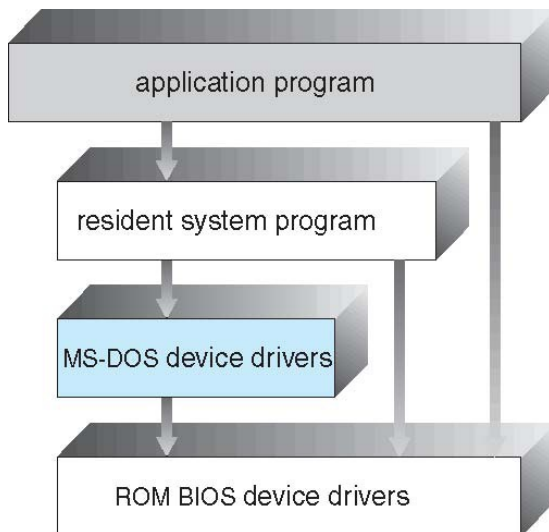


图 1.3 MS-DOS 结构

2. 分层结构

采用适当硬件支持，操作系统可以分成比原来 MS-DOS 和 UNIX 所允许的更小和更合适的模块。这样操作系统能提供对计算机和使用计算机的应用程序更多的控制。实现人员能更加自由地改变系统的内部工作和创建模块操作系统。采用自顶向下方法，可先确定总的功能和特征，再划分成模块。隐藏信息同样很重要，因为它在保证子程序接口不变和子程序本身执行其功能的前提之下，允许程序员自由地实现低层函数。

系统模块化有许多方法。一种方法是分层法，即操作系统分成若干层（级）。最底层（层 0）为硬件，最高层（层 N）为用户接口。这种分层结构如图 1.4 所示。

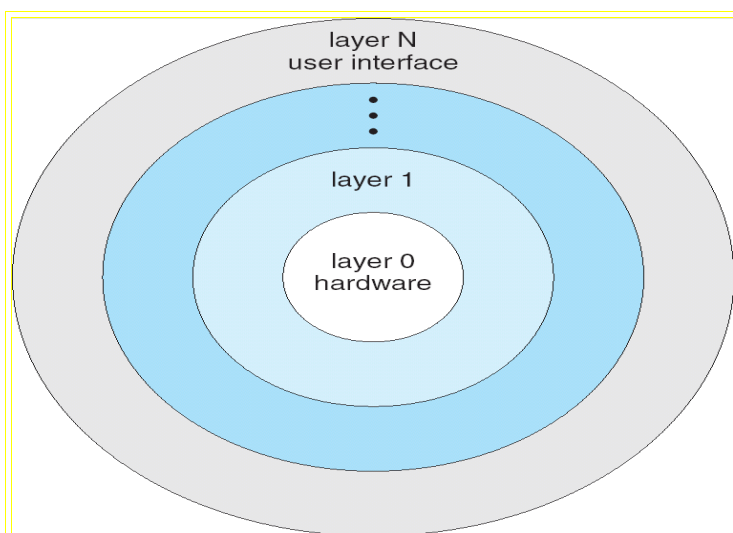


图 1.4 一种分层操作系统

操作系统层可作为抽象对象来实现，该对象包括数据和操作这些数据的操作。一个典型操作系统层(层 M)它由数据结构和一组可为上层所调用的子程序集合所组成。层 M 能调用底层的操作。

3. 微内核

随着 Unix 操作系统的发展，内核变得更大且更难管理。在 20 世纪 80 年代中期，卡内基-梅隆大学的研究人员开发了一个称为 Mach 的操作系统，该系统采用微内核 (microkernel) 技术来模块化内核。这种方法将所有非基本部分从内核中移走，并将它们实现为系统程序或用户程序。这样得到了更小的内核。关于哪些应保留在内核内，而哪些应在用户空间内实现，并没有定论。不过，微内核通常包括最小的进程和内存管理以及通信功能。

微内核的主要功能是使客户程序和运行在用户空间的各种服务之间进行通信。通信以消息传递形式提供。例如，如果客户程序希望访问一个文件，那么它必须与文件服务器进行交互。客户程序和服务器决不会直接交互，而是通过微内核的消息传递来通信。

微内核方法的好处之一在于便于扩充操作系统。所有新服务可以在用户空间增加，因而不需要修改内核。当内核确实需要改变时，所做的改变也会很小，因为微内核本身很小。这样的操作系统很容易从一种硬件平台设计移植到另一种硬件平台设计。由于绝大多数服务是作为用户而不是作为内核进程来运行的，因此微内核也就提供了更好的安全性和可靠性。如果一个服务器出错，那么操作系统其他部分并不受影响。

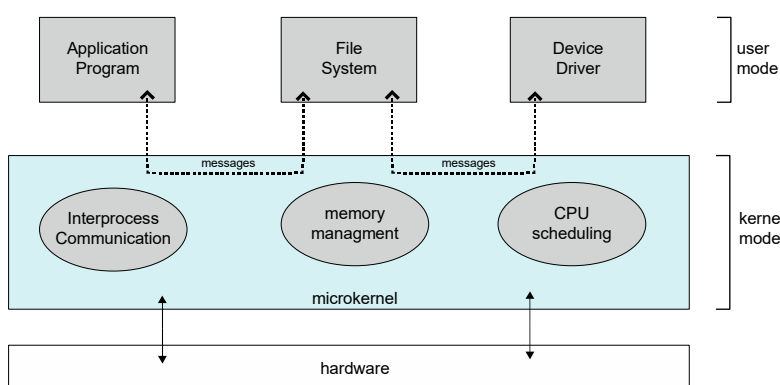


图 1.5 微内核结构

许多现代操作系统使用了微内核方法。如：Windows、Mac OS、L4 等操作系统。

4. 模块结构

也许最新的操作系统设计方法是用面向对象编程技术来生成模块化的内核。这里，内核有一组核心部件，以及在启动或运行时对附加服务的动态链接。这种方法使用动态加载模块，并在现代的 UNIX，如 Solaris、Linux 和 Mac OS X 中很常见。例如，如图 1.6 所示的 Solaris 操作系统结构被组织为 7 个可加载的内核模块围绕一个核心内核构成：

- ①调度类。
- ②文件系统。
- ③可加载的系统调用。
- ④可执行格式。
- ⑤ STREAMS 模块。
- ⑥杂项模块。
- ⑦设备和总线驱动。

这样的设计允许内核提供核心服务，也能动态地实现特定的功能。例如，特定硬件的设备和总线驱动程序可以加载给内核，而对各种文件系统的支持也可作为可加载的模块加入其中。所得到的结果就好像一个分层系统，它的每个内核部分都有被定义和保护接口。但它比分层系统更为灵活，它的任一模块都能调用任何其他模块。进一步讲，这种方法类似于微内核方法，核心模块只有核心功能以及其他模块加载和通信的相关信息，但这种方法更为高效，因为模块不需要调用消息传递来通信。

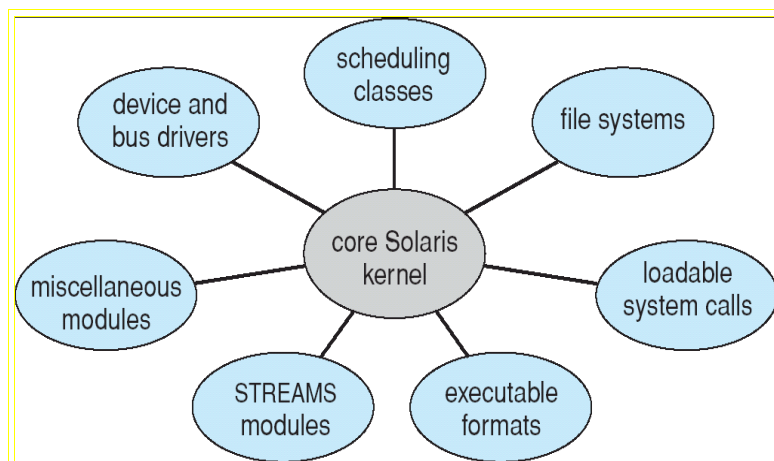


图 1.6 Solaris 模块化结构

5. 虚拟机

虚拟机的基本思想是单个计算机（CPU、内存、磁盘、网卡等）的硬件抽象为几个不同的执行部件，从而造成一种“幻觉”，仿佛每个独立的执行环境都在自己的计算机上运行一样。

通过利用 CPU 调度和虚拟内存技术，操作系统能带来一种“幻觉”，即进程认为有自己的处理器和自己的（虚拟）内存。当然，进程通常还有其他特征，如系统调用和文件系统，这些是硬件计算机所不能提供的。而虚拟机方法除了提供了与基本硬件相同的接口之外，并不提供额外功能。每个进程都有一个与基本计算机一样的（虚拟）副本(见图 1.7)。

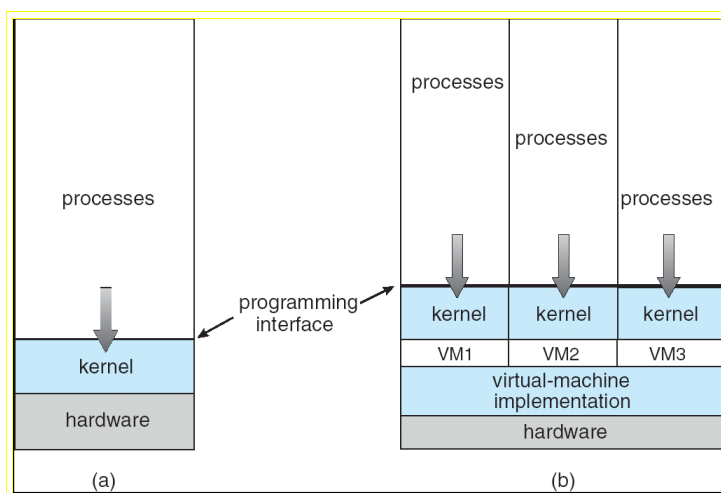


图 1.7 (a) 非虚拟机 (b) 虚拟机

四、操作系统的运行环境

通过将一台计算机上的 CPU 操作和 I/O 操作交替执行，多道程序设计和分时系统改善了性能。这种交替的工作方式要求 CPU 与 I/O 设备之间的数据传输或者采用轮询方式，或者采用对 I/O 端口的中断驱动访问方式，或者是 DMA 方式来处理。

为了让计算机执行程序，程序必须位于内存中。内存是处理器能直接访问的唯一大容量存储区域。内存是字节或字的数组，容量为数百 KB 到数十 GB。每个字都有其地址。内存是易失性存储器，当没有电源时会失去其内容。绝大多数计算机系统都提供了外存以扩充内存。对外存的主要要求是，它能长久地存储大量数据。最常用的外存是磁盘，它提供对数据和程序的存储。磁盘是非易失性的，且能随机访问。磁带主要用于备份，用于存储不常使用的信息，也作为系统之间的信息传递媒介。

根据速度和价格，可以将计算机系统的不同存储系统按层次来组织。最高层最为昂贵但也最快。随着向层次结构下面移动，单位的价格通常降低，而访问时间通常增加。

操作系统必须确保计算机系统的正确操作。为了防止用户干预系统的正常操作，硬件至少支持两种模式：用户模式和内核模式。许多指令（如 I/O 指令和停机指令）都有特权，但只能在内核模式下执行。操作系统所驻留的内存也必须加以保护以防止用户程序修改。定时器提供各类基准时钟。这些工具（如双模式、特权指令、内存保护、定时器中断）都是操作系统用以实现正确操作的基本单元。