面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

操作系统教程

——原理和实例分析

孟　静　编著

高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

操作系统教程：原理和实例分析/孟静编著.—北京：高等教育出版社，2001.9

高等院校计算机等专业的本科教材

ISBN 7-04-010036-3

Ⅰ.操… Ⅱ.孟… Ⅲ.操作系统(软件)—高等学校—教材 Ⅳ.TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044447 号

操作系统教程 —— 原理和实例分析

孟静 编著

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 http://www.hep.edu.cn

http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787 × 960 1/16 版 次 2001 年 9 月第 1 版

印 张 31.75 印 次 2001 年 9 月第 1 次印刷

字 数 560 000 定 价 26.50 元

前　言

本书全面系统地介绍了操作系统的经典内容和最新发展，包括操作系统内部结构与工作过程，以及相关概念、技术和理论，并作为完整实例介绍了最新主流操作系统 Linux、Windows 2000/NT、Solaris 的工作原理。全书共分八章。第一章操作系统概论，第二章至第六章依次讲述 CPU 管理、主存管理、文件系统、设备管理和进程通信的原理，第七章介绍分布式、并行、网络和嵌入式操作系统，第八章介绍操作系统性能评价和设计技术。

本书为高等院校计算机类专业的本科教材，参考学时数 70～80，要求先修课为汇编语言、数据结构、计算机组成原理和 C 语言（其中有些课程可与本课程同学期开设）。本书也适合作为自学参考书和考试复习用书。

本书作者在备课和写作过程中参阅了大量英文教材和实际系统剖析文献，该书作为讲义和教材已实际使用多年并经过反复雕琢。本书的编写思路及特点如下：

(1) 选取最新主流操作系统 Linux、Solaris 和 Windows 2000/NT 作为完整实例来介绍，并在讲述通用原理内容时注意理论联系实际。

(2) 本书依据“硬件相关、应用无关”的观点，并围绕这种观点统一组织各章节和各问题的讲述，全书内容整体感和逻辑性强，使学生时刻感受到的是由该观点主导和贯穿着的一个整体，操作系统的所有功能和接口都由该观点决定，以解决操作系统课程教学的“散杂”问题。

(3) 本书以操作系统内部工作过程（及相应结构）作为讲述核心和重点，并相应设计了大量图表和例子，从而使学生切实掌握操作系统内部工作原理。

(4) 书中内容全面反映操作系统最新技术发展，例如内存映像文件、稀疏编址、多级页表，以及分布式、并行、网络和嵌入式操作系统的技术等。

(5) 全书内容的讲述层次都经精心组织，结构严谨，易于理解，启发思考。

(6) 与本书配套出版的有《操作系统教程题解与实验指导》，另外，作者的操作系统教学站点 http://www.ict.ac.cn/chpc/os 上有 PowerPoint 讲稿、题解和操作系统内部工作过程动态演示软件。

对于国家教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会对本书的鼓励，对李三立院士、张尤腊研究员、陈国良教授、尤晋元教授对本书的推荐，以及

对许多读者对本书的编写提出的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

本书虽经多年使用，但由于作者水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

作　者

2001年5月

目　录

第一章　操作系统概论

读者肯定是带着许多问题开始读这本书的，这些问题可以概括为如下 6 个：

1．What——操作系统是什么？做什么？

2．Why——为什么需要操作系统？

3．How——操作系统如何工作？如何使用？

4．What——本书学习哪些内容？

5．Why——学了书中内容后有何用处？

6．How——如何学？

本书第一章就来解答这 6 个问题。对其中的第三个问题只作大致的解答，其系统、深入的答案构成全书的主要内容。其余 5 个问题的答案也需要读者在全书的学习过程中逐步加深了解和理解。实际上，在学任何一门课程之前，都有类似的这 6 个问题。对任何一门课程的学习也都是对这 6 个问题的解答，课程主要内容也都是第三个问题。

本章共分六节。1.1 节讲述操作系统是什么、做什么，为什么需要操作系统（即其作用和重要性），操作系统是何种规模的软件。1.2 节介绍操作系统大致是怎样工作的。1.3 节从 1.2 节中总结出操作系统的接口、过程和结构；并从各种角度认识操作系统，包括其特点、类型、各种别名、比喻和观点。1.4 节简述操作系统的发展历史。1.5 节介绍目前最常用的几个操作系统。最后为本章小结与习题。

1.1　操作系统是什么与为什么

也许读者说不出来操作系统是什么，但肯定使用过操作系统，只要你用过计算机。现在先把“操作系统是什么”这个问题放一放，先来看一看你用过的那（几）个操作系统。

1.1.1　引言：你所用过的操作系统

读者或多或少地用过或听说过一些程序或软件。那么，下面这些软件中哪

些是操作系统?

极品飞车、Windows、Turbo C++ 、Word、Visual FoxPro、UNIX、自己编写的一个C语言源程序、Turbo-ASM、VI、Linux。

虽然有些读者不能概括地说出操作系统的定义,但能知道上述软件中只有Windows、Linux 和 UNIX 是操作系统,其余的软件都是用户程序和其他系统软件(表 1.1)。实际存在的操作系统有许多种(如果包括过去的就有几百种),目前最常用的是上面这三种(UNIX 的常见变种有 Solaris、AIX、HP UX 等,详见 1.5 节)。其他常用的还有 Mac OS(苹果计算机上的操作系统)、NetWare(Novell 公司的网络操作系统)、OS/2(IBM 为其高档个人计算机 PS/2 设计的操作系统)和 OS/400(IBM 小型机 AS/400 上的操作系统)等。

表 1.1 以下软件中哪些是操作系统

软 件 名	说 明
极品飞车	游戏软件。属于应用软件。
Windows	操作系统。是 IBM 个人计算机系列上最常用的窗口多任务操作系统。
Turbo C++	编译程序。属于系统软件。
Word	编辑排版软件。是 Windows 系列操作系统下的编辑软件。
FoxPro	数据库管理软件。
UNIX	操作系统。是多用户计算机上最常用的操作系统。其具体变种常见的有 SUN 公司的 Solaris、IBM 公司的 AIX、HP 公司的 HP UX 等。
自己编写的一个 C 语言源程序	严格地说,这不算程序,只能算数据。这个源程序经编译、连接后产生的才是程序——可执行目标程序。
Turbo Assembler	汇编程序。属于系统软件。
VI	编辑软件。是 UNIX 下的编辑软件。
Linux	操作系统。其界面类似于 UNIX。是目前最常用的操作系统之一。

根据使用经验(虽然可能是有限的),你能说一说用过的 Windows、Linux 和 UNIX 这些操作系统能做些什么吗?

(1) 用计算机做任何事,都需先运行某个相应的程序。在 Windows 系列操作系统下,通常是通过双击一个程序的图标或程序名来运行该程序,这个图标或程序名通常出现在桌面、桌面上的开始菜单、资源管理器等处,如果开机后不出

现桌面,那就什么程序都不能运行。桌面是 Windows 操作系统显示的,程序图标的显示、双击鼠标动作的接收和翻译、启动执行相应的程序都属于 Windows 操作系统的功能。此外,在 Windows、Linux、UNIX 等操作系统下还可以通过命令方式来启动程序,这时也是由操作系统负责显示命令提示符、接受命令行、启动执行相应的程序。

(2) 不管将计算机用于何种应用领域,都经常需要进行文件复制或删除、磁盘内容查看、建立文件夹等工作。在 Windows 操作系统下,可以在资源管理器中通过菜单和鼠标操作来完成这些工作。资源管理器是 Windows 操作系统的一个部件,也就是说,文件复制、磁盘内容查看等工作都属于 Windows 操作系统所具有的功能。在 Linux 和 UNIX 操作系统下,这些常见工作还可以通过命令方式来完成,例如 ls(查看目录内容)、cp(文件复制)、rm(删除文件)命令等,这些命令都是由操作系统实现的,即实现这些命令的程序代码都是操作系统代码的一部分。

(3) 在 IBM PC 上用汇编语言编写程序时,都需要 INT 语句。使用 INT 语句的目的大都是要做一些 I/O 工作,比如文件读写或打印等。INT 语句实际上是一种特殊的调用语句,它调用的是相应操作系统(例如 Windows,如果用户是在 Windows 下编写汇编程序的话)的内部功能。通过这种方式,操作系统向用户程序提供帮助。在 Linux 和 UNIX 操作系统中,也有类似的内部功能和相应的对外调用接口。

(4) 在 Windows 98/Me 中,可以同时运行多个程序(即多任务)。例如,在等待一个文件下载(通过运行 IE 程序)的同时,可以编辑另一个文件(通过运行 Word 程序),这就提高了工作效率和机器利用率。多任务方式是 Windows 98/Me 提供的,20 世纪八十年代流行的 DOS 操作系统中就没有类似的功能,因此不能在 DOS 下同时运行两个程序。而 Linux 和 UNIX 操作系统还可以让多个用户同时使用一台计算机,这就进一步提高了机器利用率。

至此,读者已有了一个印象:操作系统的功能很丰富、很庞杂、很零散,很难概括。好像什么事都做。但操作系统又不可能什么事都做。例如:

(1) 操作系统不做天气预报,这是由专门的天气预报软件来做的。

(2) 操作系统不做房屋设计,这是由专门的建筑 CAD 软件来做的。

(3) 操作系统不是编译程序,用户使用什么语言编写的源程序就用对应该语言的编译程序。

……

总之,操作系统不直接解决具体的应用问题,也不负责编译源程序。

那么,操作系统到底做什么,不做什么,它准确的功能范围是什么,它到底是一个怎样的软件,有没有统一的内在本质呢?

1.1.2 操作系统是什么与做什么

操作系统(Operating System,简称 OS)是计算机中最重要的系统软件,是这样一组系统程序的集成:这些系统程序在用户对计算机的使用过程中,即在用户程序运行和用户操作过程中,负责完成所有与硬件因素相关的(**硬件相关**)和所有用户共需的(**应用无关**)基本工作,并解决这些基本工作中的效率和安全问题,为使用户(操作和上层程序)能**方便、高效、安全**地使用计算机系统,而从最底层统一提供通用的帮助和管理(图 1.1)。

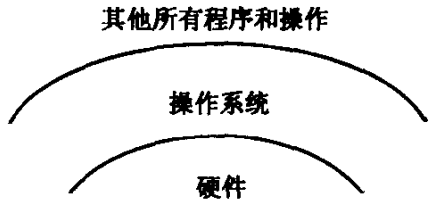

图 1.1 操作系统在计算机系统中的地位

那么,在用户操作和用户程序中,哪些工作内容是硬件相关、应用无关的呢?主要是以下四方面的工作。也就是说,操作系统是完成以下四方面工作的诸系统程序的集成(见表 1.2):

(1) 负责启动执行每个用户程序,并负责完成用户程序的结束处理工作,使用户程序可以很方便、灵活地执行和中止。

(2) 在用户程序的运行过程中,负责完成所有硬件相关和应用无关的工作。每当用户程序运行过程涉及这些工作时,就通过一种特殊的调用方式(称为系统调用)或中断方式,调用操作系统来完成,从而为用户程序方便使用计算机系统,提供统一的帮助和管理。

(3) 为用户对计算机进行基本操作提供现成的实用程序和相应的管理,以便这些操作能很方便、有效地完成。这里所说的基本操作是指任何应用或开发背景下都通用的和普遍需要的、经常发生的操作,例如复制文件、删除文件、显示磁盘目录内容、显示文件内容、格式化磁盘等。

(4)改善上述三方面工作中的效率和安全问题,使计算机系统的各个部分和整个计算机系统得到高效、安全的使用。

以上四方面工作似乎互无关联,但它们都具有这样的共性:硬件相关和应用

无关(见表 1.2)。反过来说,计算机使用过程中的硬件相关和应用无关工作就体现在这 4 个方面。

表 1.2 操作系统的所有具体工作和它们的共性

		1	2	3	4
操作系统负责的所有工作有四个方面		负责启动每个程序执行并负责完成每个程序的结束处理工作	每当用户程序中使用到 I/O 设备、所存储的信息、内存等时,其中的硬件相关和应用无关工作都通过调用操作系统来完成	为用户的常用基本操作提供现成程序。这里的常用基本操作是指任何应用都需要和通用的操作	解决以上工作中的安全和效率问题
这些工作的具体内容和完成方式举例		例如,通常启动一个程序只需在命令提示符后输入程序名即可,此外,操作还提供了批、EXEC 等多种启动方式	例如:在个人计算机上的用户程序需打印字符时,只需以一条 INT 指令调用操作系统即可	例如:DOS 中为文件复制提供的现成程序有 COPY、DISKCOPY、XCOPY 等。用户需要复制时只需运行这些现成程序,不用自动编程	例如:操作系统提供多任务方式可以提高效率
这些工作都与硬件相关	实现该工作的过程代码和硬件因素密切相关(即需要设置与测试,使用物理地址、设备接口寄存器等)	启动和结束过程涉及到对 I/O 设备、内外存的使用与处理,需要物理地址与物理接口寄存器	例如:打印一个字符的过程中需要设置和查看打印机接口寄存器的每一位,需要了解和使用打印机接口的 I/O 物理地址	这些操作大量涉及对外存、I/O 设备的使用	例如:多任务方式的实现过程管理内存和 I/O 设备
	硬件相关必然复杂、繁琐、代码量大	一个程序启动和结束处理工作所需的代码要与外存接口寄存器、外存物理地址、内存物理地址打交道,其代码量可能比程序主体代码量还大	用户程序对 I/O 设备的使用所涉及的代码经常占程序主体代码的大部分,这些代码中多处涉及接口寄存器、物理地址等复杂、繁琐的硬件细节	用户程序对 I/O 设备的使用所涉及的代码经常占程序主体代码的大部分。这些代码中多处涉及接口寄存器、物理地址等复杂、繁琐的硬件细节	例如,提供方作不用的统多,得多
	硬件相关的工作,其实现代码不通用,当硬件变化时,需要重新编写或编译相应代码	例如,如果程序从软盘移到磁带上,其启动代码就需要重新编制	例如:计算机系统换了一台不同型号的打印机,则程序中涉及打印输出的那些代码都要重新编写		

续表

这些工作都与应用无关	任何应用(使用)都需要该工作	用计算机做任何事都需运行相应程序。而每个程序都需要启动和结束处理工作	任何程序的运行过程中都需要使用内存、I/O设备、外存信息。只要使用I/O设备,就要与这些设备的接口寄存器打交道,只要使用内存,就要与物理地址打交道	不管是财务应用或是人口统计应用,任何应用中都需要进行这些工作	每个用户都希望提高使用效率并希望自己的数据有安全保障。每个机器主人都希望提高机器利用率
	在不同应用中,该工作的过程都是相同的	所有程序的启动过程都是雷同的(就同一种启动方式而言)。所有程序的结束处理工作也都是雷同的(就同一种结束原因而言)	例如:打印字符A与打印字符E的过程是一样的,只不过打印的数据(A与E)不同	复制一个财务总账文件和复制一个人口清单文件,其复制过程都是相同的,只不过被复制的数据不同	
	与具体应用无直接关系(即与用户所关心的应用目标无直接关系)	例如:一个财务软件,其启动和结束处理工作同财务没有直接关系	财务软件中,打印一个数据的过程与财务逻辑上无直接联系	例如:复制的过程与复制的数据无关	
如果没有操作系统来完成这些工作,用户操作和用户程序会怎么样?		所有程序都必须是片刻程序,即自包含引导装入代码,所有程序的启动操作都相当于一次关开机操作——麻烦、费时、不灵活	所有程序中都包含硬件相关代码,程序员必须了解相应硬件细节知识,编大量复杂代码。当硬件变化时,必须重新编写程序	用户要为这些常用操作自行编制程序	用户要自行解决所有安全和效率问题或不能解决
由操作系统完成这些工作后,用户操作和用户程序会怎么样?		用户程序中不必包含启动自己执行的引导装入代码,不必包含与本程序具体功能无关的异常结束处理代码。所有结束出口处只需一条"返回系统"指令。用户不必考虑程序启动与结束,不必了解相关硬件细节知识,不必频繁重复编写相应代码	用户程序中不包含硬件相关及应用无关代码,即不包含与接口寄存器、物理地址打交道的代码。用户不必了解相关硬件细节知识和编写相应的复杂繁琐代码	用户不必为这些常用操作亲自编程	用户不必考虑硬件相关、应用无关的安全和效率问题