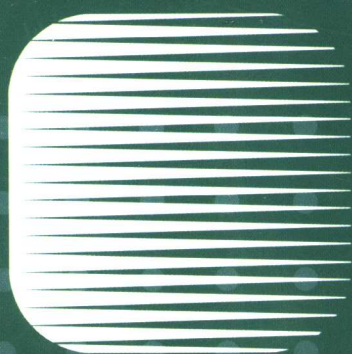




操作系统

教程

主 编：张献忠
副主编：何中胜
参 编：周国华 许子辛





操作系统

教程

主 编: 张献忠
副主编: 何中胜
参 编: 周国华 许子辛



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内容提要

本书根据操作系统课程的教学大纲要求,全面系统地介绍现代操作系统的基本理论和实现技术,从实用的角度把理论与实践紧密结合起来。本书在内容的安排上采用循序渐进的方式,结合读者熟悉的 Windows 2000/XP 和源码开放的 Linux 操作系统的具体应用进行讲解。附录中还提供了操作系统的实验教学建议以及相关教学资源。

本书内容丰富,重点突出,文字精练,可读性强。内容上既体现本科教学的要求,也照顾专科层次学生的学习。本书既可作为普通高校本、专科计算机及相关专业的教材或参考书,也可作为参加考研、自考或计算机等级(三级和四级)考试者的辅导用书,同时也适合计算机爱好者自学。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统教程 / 张献忠主编. —北京: 中国电力出版社, 2006.2

21 世纪高等学校应用型规划教材·计算机系列

ISBN 7-5083-3891-X

I. 操... II. 张... 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(2005)第 148996 号

丛 书 名: 21 世纪高等学校应用型规划教材·计算机系列

书 名: 操作系统教程

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

本书如有印装质量问题, 我社负责退换

服务电话: (010) 88515918 (总机)

传 真: (010) 88518169

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 北京同江印刷厂

开本尺寸: 185×260 **印 张:** 21.5 **字 数:** 521 千字

书 号: ISBN 7-5083-3891-X

版 次: 2006 年 2 月北京第 1 版

印 次: 2006 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 0001—3000 册

定 价: 29.80 元

版权所有, 翻印必究

21 世纪高等学校应用型规划教材·计算机系列

编 委 会

主任委员:

宗 健 常明华

副主任委员:

顾元刚 陈 雁 杨翠南 林全新 华容茂 曹泰斌

魏国英 邵晓根 庄燕滨 邓 凯 吴国经 常晋义

许秀林 谢志荣 张家超 陶 洪 龚兰芳 刘广峰

丁 雁 方 岩 王一曙

委 员:(以姓氏笔画为序)

丁志云 及秀琴 石振国 李 翊 吕 勇 朱宇光

任中林 刘红玲 刘 江 刘胤杰 许卫林 杨劲松

杨家树 杨伟国 郑成增 张春龙 闵 敏 易顺明

周维武 周 巍 胡顺增 袁太生 高佳琴 唐学忠

徐煜明 曹中心 曾 海 颜友钧

序 言

进入 21 世纪,世界高等教育已从精英教育走向了大众教育。我国也适应这一潮流,将高等教育逐步推向大众化。培养应用型人才已成为国家培养国际人才的重要组成部分,且得到了社会各界的广泛支持。于是一大批有规模、有实力、规范化、以培养应用型人才为己任的高等学校得到了长足发展。这类高校办学的一个显著的特点是按照新时代需求和当地的需要来培养学生,他们重视产学研相结合,并紧密地结合当地经济状况,把为当地培养应用型人才作为学校办学的主攻方向。

这类学校的教学特点是:在教授“理论与技术”时,更注重技术方法的教学。在教授“理论与实践”时,更注重理论指导下的可操作性,更注意实际问题的解决。因此,这些学生善于解决生产中的实际问题,受到地方企事业单位的普遍欢迎。

为满足这类高校的教学要求,达到培养应用型人才的目的,根据教育部有关重点建设项目的要求和相关教学大纲,我们组织了多年在这类高校中从教,并具有丰富工程经验的资深教授、高级工程师、教师来编写这套教材。

在这套教材的编写中,我们提倡“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精练、可操作”的编写风格,以解决多年来在教材中存在的过深、过高且偏离实际的问题。

实用——本套教材重点讲述本行业中最广泛应用的知识、方法和技能。使学生学习后能胜任岗位工作,切实符合当地经济建设的需要和社会需要。

适用——本套教材是以工程技术为主的教材,所以它适用于培养应用型人才的所有高校(包括本科、专科、技术学院、高职等),既符合此类学生的培养目标,又便于教师因材施教。

先进——本套教材所选的内容是当今的新技术、新方法。使学生在掌握经典的技术和方法之后,可用教材中的新技术、新方法去解决工程中的技术难题,为学生毕业后直接进入生产第一线打下坚实的基础。

通俗——本套教材语言流畅、深入浅出、容易读懂。尽量避开艰深的理论和长篇的数学推导,尽量以实例来说明问题,在应用实例中掌握理论,使学生轻松掌握所学知识技能,达到事半功倍的效果。

精练——本套教材选材精练、详细而不冗长、简略得当,对泛泛而谈的内容将一带而过,对学生必须掌握的新技术、新方法详细讲,讲透、讲到位,为教师创造良好的教学空间和结合当地情况调整教学内容的余地。

可操作——本套教材所有的实例均是容易操作的,且是有实际意义的案例。把这些案例连接起来,就是一个应用工程的实例。通过举一反三的应用,使学生能够在更高层次上创造性地应用教材中的新思想、新技术、新方法去解决问题。

本套教材面向培养应用型人才的高等学校,同时也可作为社会培训高级技术人才的教材和需要加深某些方面知识技能的人员的自学教材。

编委会

前 言

计算机操作系统是计算机系统中最基本、最重要的系统软件，是其他软件运行的基础。操作系统是计算机科学与技术及其相关专业的重要专业基础课程，同时也是从事计算机应用开发人员必不可少的知识。

操作系统课程的特点是概念多、内容抽象、理论性强。因此，学生学习起来往往很困难。除了课程本身的因素之外，教材的选用也直接影响到学生的学习兴趣 and 效果。现在市场上已出版的操作系统教材很多，其侧重点也各不相同，但方便学生自学的教材较少。本教材就是作者根据多年教学和科研的经验与体会，针对本课程的特点，并结合学生的实际，为方便学生学习而编写的。

与传统操作系统教材相比，本教材采用理论与实际应用相结合的方式，以求达到学以致用的目的。具体来说，本教材具有以下两个特点：

(1) 传统基本理论与应用实践相结合，做到感性认识与理性认识并重。结合目前流行的 Windows 2000 / XP 和 Linux 操作系统进行实例分析，使学生学起来形象、生动，避免了抽象、空洞的纯理论教学。

(2) 一切从学生出发，体现“以学生和学习为中心”的原则。尽量采用学生易懂的语言表达，举例生动形象。在内容章节安排上注重学生的阅读习惯，做到由表及里，环环相扣，条理清晰。

全书共分 11 章。第 1 章为操作系统概论，简要介绍了操作系统的概念、特征、类型和发展阶段；第 2 章为操作系统的运行环境，讲述了运行操作系统的硬件及相关技术；第 3 章为用户接口，介绍了作业管理的概念与用户接口；第 4 章为进程管理，详细介绍了进程的基本概念、进程调度、进程同步与死锁问题，对多线程概念进行了说明；第 5 章为处理机调度，介绍了处理机调度的层次及常用调度算法；第 6 章为内存管理，介绍了存储管理的基本概念和功能，详细讨论了内存管理的机制与算法，重点讨论了虚拟内存的管理机制；第 7 章为文件管理，介绍了文件管理的基本概念和功能，详细讨论了文件系统的实现以及文件系统的可靠性和安全性；第 8 章为设备管理，介绍了设备管理的基本概念和功能，讨论了设备管理的相关技术和处理过程；第 9 章为操作系统的结构设计，介绍了操作系统的结构类型及其常用的设计方法；第 10 章为操作系统的安全性，介绍了操作系统安全性的基本概念，详细讨论了操作系统的安全策略；第 11 章为多处理机、网络和分布式操作系统，简单介绍了它们的基本概念和实现特点。附录中提供了操作系统的实验教学建议以及相关教学资源。

本书由张献忠主编，何中胜副主编，许子辛、周国华参编。其中，张献忠编写了第 1、3、4、5 章，何中胜编写了第 6、7、9 章，许子辛编写了第 2、8 章，周国华编写了第 10、11 章。全书最后由张献忠统一定稿，季洪波、李成等参与了本书的编排工作。全书在编写过程中得到中国电力出版社的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者
2005年10月

目 录

序 言

前 言

第 1 章 操作系统概论	1
1.1 操作系统概念	1
1.2 操作系统的学习	7
1.3 操作系统的类型	10
1.4 操作系统的发展历史	14
1.5 主流操作系统介绍	19
1.6 操作系统的引导过程	28
小结	32
习题	32
第 2 章 操作系统的运行环境	34
2.1 中央处理机	34
2.2 中断技术	38
2.3 Windows 2000/XP 的中断处理	43
2.4 Linux 的中断处理	46
2.5 存储器与系统堆栈	48
2.6 实时时钟	52
小结	53
习题	54
第 3 章 用户接口	55
3.1 作业管理的概念	55
3.2 命令接口	60
3.3 Windows 2000/XP 的命令接口	61
3.4 Linux 的命令接口	65
3.5 程序接口	70
3.6 Windows 2000/XP 的系统服务调用	73
3.7 Linux 的系统调用	77
小结	79
习题	80
第 4 章 进程管理	81
4.1 进程的概念	81

4.2	进程的结构.....	86
4.3	进程控制.....	92
4.4	进程的同步与互斥.....	95
4.5	进程通信.....	107
4.6	死锁.....	114
4.7	线程.....	122
	小结.....	126
	习题.....	127
第 5 章	处理机调度	130
5.1	概述.....	130
5.2	作业调度.....	132
5.3	进程调度.....	135
5.4	Linux 的进程调度	139
5.5	Windows 2000/XP 的线程调度	141
5.6	实时调度.....	143
	小结.....	145
	习题.....	145
第 6 章	内存管理	148
6.1	内存管理概述.....	148
6.2	单一连续管理.....	152
6.3	分区管理.....	152
6.4	页式管理.....	161
6.5	段式管理.....	173
6.6	段页式管理.....	178
	小结.....	182
	习题.....	182
第 7 章	文件管理	185
7.1	文件与文件系统.....	185
7.2	文件结构与存取方法.....	192
7.3	文件目录管理.....	202
7.4	文件的操作.....	208
7.5	文件存储空间管理.....	212
7.6	文件的安全性.....	215
	小结.....	220
	习题.....	221

第 8 章 设备管理	222
8.1 设备的概念.....	222
8.2 输入/输出控制方式.....	225
8.3 缓冲技术.....	231
8.4 设备的分配.....	237
8.5 设备驱动.....	243
小结.....	255
习题.....	256
第 9 章 操作系统的结构设计	257
9.1 操作系统的设计目标.....	257
9.2 操作系统的设计方法.....	259
9.3 Windows 2000/XP 系统的结构设计	265
小结.....	270
习题.....	270
第 10 章 操作系统的安全性	271
10.1 安全性概念.....	271
10.2 保证安全的基本策略.....	275
10.3 Linux 的安全策略	281
10.4 Windows 2000/XP 的安全策略	283
小结.....	286
习题.....	287
第 11 章 多处理机、网络和分布式操作系统	288
11.1 多处理机操作系统.....	288
11.2 网络操作系统.....	290
11.3 分布式操作系统.....	294
小结.....	303
习题.....	304
附录 A 操作系统上机实验	305
参考文献.....	333

第 1 章 操作系统概论

1.1 操作系统概念

1.1.1 操作系统的引入

操作系统 (Operating System, OS), 对于一个初学者来讲, 可能说不出它到底是什么, 但只要用过计算机的人, 就肯定接触过操作系统。在下面这些软件中判断一下, 它们当中哪些属于操作系统? 传奇游戏、Windows 2000/XP、Visual Basic、Word 2000、UNIX、Linux、Pascal、一个 C 语言的源程序、汇编程序。

对于有一定计算机基础知识的人来讲, 应该知道在上述软件中只有 Windows 2000/XP、UNIX、Linux 是操作系统, 其余的属于系统软件或应用程序。当然, 操作系统的种类远不止这些, 只不过有些操作系统一般用户很难碰到, 对于上面列出的三种, 应该是目前最常用的, 因此对它们也比较熟悉。这也是本书在进行操作系统实例分析时, 主要以 Windows 2000/XP 和 Linux 为例的原因。

操作系统究竟能做什么呢? 根据对上述系统 (主要是 Windows 2000/XP、Linux) 的使用经验可知, 操作系统能提供程序运行的环境, 控制程序的执行过程, 如在 Windows 2000/XP 操作系统中, 通过鼠标的双击程序图标就能启动程序的执行, 通过任务管理器能终止一个程序的执行; 操作系统能提供友好的用户接口, 很容易完成文件和目录 (Windows 系统中称文件夹) 的操作, 如文件的建立、拷贝、删除等; 操作系统能很好地控制外部 I/O 设备的运行, 如打印机的工作等。对于操作系统能做的事一下子很难讲完。总之, 我们会觉得操作系统的功能很丰富、很复杂且很难概括, 既像个总管, 什么事都要负责, 都要过问, 但有些事又显得力不从心。比如说, 操作系统不是编译程序, 它不能对用户编写的源程序进行编译, 这时需要专门的编译程序才能完成; 操作系统不能提供工资管理功能, 这要靠相应的数据库软件才能实现; 操作系统不会做图像处理, 这还得要专门的图像处理软件来完成, 等等。可见, 操作系统具体不负责编译源程序, 也不直接解决实际的应用问题。

那么, 到底什么是操作系统, 为什么要有操作系统呢? 这可以从计算机系统的组成说起。计算机系统主要包括硬件 (hardware) 和软件 (software) 两部分。其中, 硬件包括中央处理机 (CPU)、存储器、输入/输出设备等, 是用户直接可见的部分, 它是所有软件运行的物质基础。软件是对硬件功能的扩展, 它能完成各种系统及应用任务, 软件对用户来说直接观察不到, 具有一定的抽象性。软件又分为系统软件和应用软件两大类, 系统软件是用于对计算机的软、硬件资源进行管理并为应用程序提供服务的程序集合; 而应用软件是为了实现某个特定功能的专用程序, 它必须运行在系统软件架构的平台之上, 如 Word 2000 等。硬件和软件相互依赖, 缺一不可。

通常把没有安装任何软件的计算机称为裸机 (bare machine), 直接使用裸机非常麻烦, 而且对用户本身的要求很高, 很难发挥计算机硬件的效率。因此, 人们在计算机硬件的基础

上增加一层软件来实现硬件的功能扩充,使它能自动管理计算机系统中的软、硬件资源,这种能够实现对硬件功能的第一次扩充的软件就是操作系统,它是最重要的一种系统软件。操作系统紧贴系统硬件之上,所有其他软件都必须以它为基础,它是其他软件的共同环境。操作系统在整个计算机系统中的地位如图 1-1 所示。明白了这个道理,相信读者每次重装机器时,安装的第一个软件为什么是操作系统该不会再有疑问了。

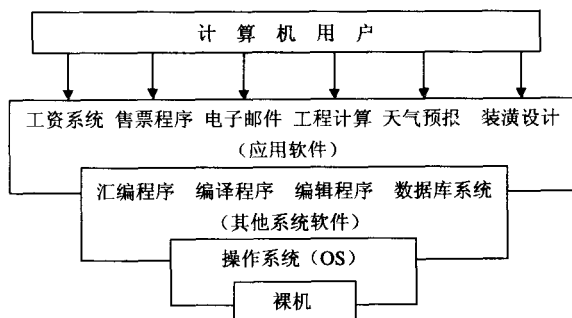


图 1-1 操作系统在计算机系统中的地位

经过以上分析可以得出,引入操作系统的主要目标(object)有以下四点:

- (1) 有效管理系统资源。操作系统能有效管理和分配硬件、软件资源,合理地组织计算机的工作流程。
- (2) 方便用户使用。操作系统提供良好的、一致的用户接口,弥补硬件系统的类型和数量差别。
- (3) 扩充机器功能。操作系统通过扩充改造硬件类型和规模来达到扩充机器的功能。
- (4) 实现开放环境。操作系统支持体系结构的可伸缩性和可扩展性,使之实现多个系统之间的资源共享和互操作,支持应用程序在不同平台上的可移植性。

1.1.2 操作系统的定义与功能

操作系统的产生、使用和发展是近四十多年来计算机软件技术发展的一个重要体现。虽然人们对操作系统的定义尚未有个统一标准,但是大家一般都认为操作系统是负责计算机系统的全部系统资源的分配、调度和管理,通过为用户提供简单、直观、灵活的接口,方便用户使用计算机,并合理有效地组织计算机工作流程的一种系统软件。从它的概念可以看出,操作系统的作用主要体现在两个方面,一是从用户的角度来说,操作系统是对用户所提供的使用计算机的界面(interface);二是从机器的角度来说,操作系统是对计算机各种系统资源的管理者,负责对各种硬件和软件资源进行分配。因此,了解操作系统的基本功能对于全面理解操作系统是十分重要的。

操作系统作为一个资源管理者,管理的资源包括硬件资源和软件资源。其中,硬件资源主要包括 CPU、存储器、寄存器、堆栈和 I/O 设备等;软件资源主要有系统程序、应用程序和各种数据及其数据结构等。操作系统通过用户接口来为用户提供服务。总之,操作系统的功能可以从以下五个方面来说明,分别是:处理机管理、内存管理、设备管理、文件管理和用户接口。

1. 处理机管理

处理机管理主要是完成处理机（CPU）资源的分配、调度等功能。由于 CPU 是计算机系统中最宝贵的硬件资源，所以，如何使 CPU 尽可能地忙起来，减少其等待时间，提高它的利用率，是操作系统要重点解决的问题。在单用户单任务的环境下，处理机仅为一个用户的任务服务，其管理工作十分简单，然而此时处理机的使用效率很低。为了尽量提高处理机的利用率，操作系统采用了多道程序技术。在多任务环境下，为了保证这些任务或程序能并发执行，就必须解决处理机的调度、分配和释放等问题。

为了方便处理机的分配、调度和管理，更好地描述多道程序的并发执行，操作系统引入了进程（process）和线程（thread）的概念。进程是对处于运行状态的程序的动态描述，是系统内资源分配的基本单位，在多进程操作系统中，进程也是处理机的分配单位。而线程是对进程的有效细化，是进程内部的一个控制流，引入线程的目的是为了减少操作系统对进程处理的开销，进一步提高系统并发性，使并发执行的代价降为最低。在多线程系统中，线程是处理机调度的基本单位。实际上，在多进程多线程系统中，对处理机的管理和调度最终归结为对进程和线程的管理和调度，它主要包括：

- （1）进程和线程控制。完成进程或线程的创建、撤消、挂起、改变运行优先级等功能。
- （2）进程和线程的同步和互斥。协调并发进程或线程之间的推进步骤，以协调资源共享。
- （3）进程通信。进程之间传送数据，以协调进程间的协作。
- （4）进程死锁。包括死锁的预防、避免、检测和解除等功能。
- （5）处理机调度。包括作业调度（高级调度）、中级调度、进程和线程调度（低级调度）。

通过作业和进程的运行切换，来充分利用处理机资源和提高系统性能。

2. 存储管理

存储管理主要是指内存储器管理，内存储器简称内存（或主存），存储管理的主要任务是对内存资源的分配和回收，实现内存的逻辑扩充，提供内存共享和保护机制以及实现地址映射等功能。内存管理的目标是提高内存的利用率，方便用户使用内存，为用户提供透明服务。众所周知，计算机执行程序时，首先应将其装入内存，但受成本等方面条件的制约，内存的容量是有限的。在多道程序系统中，用户使用内存时需考虑其他程序的影响。那么，每个用户程序如何申请内存，如何装入内存中的指定区域，如何保护好自己的程序不受干扰或影响等问题，这都是用户程序设计人员无法事先知道的事情。因此在操作系统中设计了存储管理模块，用来解决这些问题，并实现存储器的自动管理和高效利用。存储管理的具体功能如下：

（1）内存的分配与回收。根据用户程序的需要分配必要的内存资源，当程序结束后再回收其占用的内存资源，因此在系统中要登记当前内存的使用情况。

（2）内存的共享和保护。存储管理能让内存中的用户程序实现内存资源的共享，即当多个程序包含同一个公用子程序时，这个公用子程序在内存中只保留一个副本，这样可以提高内存资源利用率。同时又要保证这些用户程序之间互不干扰、相互保密，尤其是不允许访问操作系统的程序和数据，保证用户和系统程序在内存中的信息不被破坏。

（3）地址映射。由于内、外存编址的不同，当程序从外存装入内存时，需将程序中的逻辑地址（又称相对地址）转换为内存中的物理地址（又称绝对地址）。这一过程可通过地址重定位完成，根据重定位时机的不同，又可以分为静态重定位（程序装入内存时完成）和动态重定位（程序执行时完成），地址重定位通常需要硬件的支持。

(4) 内存的逻辑扩充。由于内存容量有限, 为了提高进程的并发执行效率, 同时要实现在相对小的内存中运行大的应用程序, 就需要对内存的容量进行逻辑扩充。操作系统主要采用覆盖、交换和虚拟存储等软件技术来实现对内存的逻辑扩充, 扩大进程的内存空间, 从而提高内存利用率。

3. 设备管理

设备管理的主要任务是管理各种外围设备, 响应用户进程提出的 I/O 请求, 为用户进程分配 I/O 设备, 控制 CPU 与外设间的数据交换等。设备管理的目标是方便用户使用设备、提高 CPU 与 I/O 设备利用率。设备管理的具体功能如下:

(1) 控制设备操作。利用设备驱动程序和控制程序完成对设备的操作。

(2) 实现设备独立性 (device independence)。提供统一的 I/O 设备接口, 使应用程序独立于物理设备, 提高可适应性; 在同样的接口和操作下完成不同的内容。

(3) 设备分配与回收。根据用户的 I/O 请求分配相应的设备, 并在使用完后回收该设备。尤其要解决在多用户间共享 I/O 设备资源等问题。

(4) 虚拟设备 (virtual device)。当某个独享设备需要被多个进程共享时, 可通过虚拟技术 (如 SPOOLING 技术) 将其转换为几个逻辑设备 (虚拟设备), 每个进程使用其各自的逻辑设备, 如同独占该物理设备一样。

(5) 缓冲区管理。为了匹配 CPU 和 I/O 设备的速度, 必须使用缓冲区。可通过单缓冲区、双缓冲区、多缓冲区和缓冲池技术来实现, 这样可提高 CPU 和 I/O 设备的利用率。

4. 文件管理

文件管理是指针对系统中的信息资源的管理。信息资源主要包括各类程序和数据等软件资源, 通常程序和数据是以文件的形式存放在外存上的。文件管理的主要任务是对用户文件和系统文件进行有效管理, 解决文件在外存上的存储、共享、保密和保护等问题, 实现对文件的按名存取, 采用合理的分配策略来提高外存资源的利用率。文件管理的具体功能包括:

(1) 文件的按名存取。实现文件名到文件存储位置的映射。

(2) 文件存储空间管理。解决如何存放文件, 以提高外存空间利用率和对文件的读写性能。

(3) 目录管理。解决文件的分类与检索问题, 采用合适的目录结构将提高文件的访问效率。

(4) 文件的存取控制。解决文件的安全和保护问题, 文件信息的安全在多用户系统中显得尤为重要。

(5) 文件和目录的操作。提供对文件和目录操作的手段, 如文件的读、写、复制、删除等。可通过系统调用方式和命令方式去实现。

5. 用户接口

为了方便用户使用计算机, 操作系统提供了用户接口。用户接口的作用是提供一个友好的用户访问操作系统的手段。操作系统向用户提供两种接口。

(1) 命令接口。命令接口是向一般用户 (操作级) 提供的, 它由字符方式下的键盘命令和图形方式下的鼠标命令 (或屏幕命令) 组成。

(2) 程序接口。程序接口是向编程人员提供的, 又称为 API (应用程序编程接口), 它由一系列的系统调用组成。高级语言库函数是系统调用的高级形式, 通过程序接口, 用户程序

和系统程序可以调用操作系统内核代码，实现一些跟硬件相关的复杂功能。

1.1.3 操作系统的特征

1. 并发性

并发性 (concurrency) 是指两个或多个事件 (或活动) 在同一时间段内发生。操作系统是一个并发系统，并发性是它的最基本特征。操作系统的并发性是指在某一段时间内，计算机系统中若干程序都处于运行的状态。在单处理机系统中，并发性是指宏观上有多个程序在同时运行，微观上多个程序只能分时地交替执行。并行 (parallel) 是与并发相似的另一个概念，它是指两个或多个事件 (或活动) 在同一时刻发生，因此，并行是并发的一个特例。只有在多处理机系统中才会出现程序的并行，因为在单处理机情况下，由于每一时刻处理机只能运行一个程序，所以单处理机下的多道程序只能是并发执行的。并发机制的引入能够消除计算机系统中各部件之间的相互等待，有效地改善系统资源的利用率，提高系统的吞吐率，从而提高系统效率。但是并发会使系统的管理变得更为复杂。如在系统中的多个程序之间如何分配资源，如何切换运行状态，如何不对其他运行的程序造成影响等。

2. 共享性

共享性 (sharing) 是指内存中的多个并发执行的程序能共享有限的计算机系统资源，目的是提高资源的利用率。因为一次性向每个用户程序分别提供它所需的全部资源不但是浪费的，有时也是不可能的。因此，共享性是操作系统的另一个主要特征。资源共享有两种方式：互斥共享和同时共享。互斥共享是指系统中的某些资源，如打印机、磁带机等，虽然它们可以被多个程序共同使用，但在某一段时间内只允许一个程序使用，即资源分配后到释放前，不能被其他进程所用。只有等到该程序使用完后其他程序才能使用。一次只允许被一个程序使用的资源称为临界资源。计算机系统许多物理设备，主要是字符设备，以及某些软件中的数据、表格、变量等都可能是临界资源，它们只能被互斥访问。同时共享是指资源能够在一段时间内被多个程序同时使用，但这里的同时也是个宏观上的概念，因为实际上这些程序是在一个时间段内交替使用这些资源的，如对磁盘文件的同时访问其实也是交替进行的。

3. 虚拟性

虚拟性 (virtual) 是指一个物理设备转换为若干个对应的逻辑设备，或者多个物理设备换成一个逻辑设备。虚拟性是操作系统管理系统资源的一种技术，采用虚拟技术的目的是为用户提供易于使用、方便管理的操作环境。如分时系统中，物理 CPU 只有一个，每次只能运行一个程序，但通过分时使用 CPU 技术，宏观上有多个程序在同时执行，就好像一个物理 CPU 变成逻辑上的多个 CPU 一样，每个用户程序就在属于它自己的逻辑 CPU 上运行。处于共享状态下的打印机就是通过 SPOOLING (Simultaneous Peripheral Operations On Line) 技术 (一种虚拟 I/O 技术) 实现的，窗口技术可把物理上的一个屏幕变成逻辑上的多个虚拟屏幕。在操作系统中，虚拟性表现的另一方面就是普遍采用的虚拟存储技术。该技术将内存和外存有机地结合起来，通过软件技术为用户提供了足够大的虚拟内存空间，能运行比物理内存大的多的应用程序。总之，虚拟技术的应用提高了资源利用率。

4. 异步性

异步性 (asynchronism) 也称不确定性，或称随机性。在多道程序环境下，多个进程可以并发执行，但每个进程必须获得了必需的资源后才能正常执行。由于系统内资源数量有限，

而进程的数量往往多于资源的数量,因此,进程之间是相互竞争使用资源的。当一个进程申请的资源被其他进程占用时,该进程只能暂停执行,直到该资源被其他进程释放而重新获得后才能继续执行。因此,进程的执行顺序和执行时间存在着不确定性,“时走时停”。而且,在这种情况下,进程的运行速度也是不可预知的。所以说,进程的执行具有异步性。很显然,异步性给系统带来了潜在的危险,有可能产生与时间有关的错误,可以说操作系统运行在随机的环境下。但无论进程执行的快慢如何,操作系统必须要保证在相同的运行环境下结果相同,这可以通过进程互斥和同步手段来保证。

1.1.4 操作系统提供的服务

操作系统要为用户操作和用户程序的执行提供一个良好的环境,以方便用户使用计算机。用户可以通过特定的接口和服务进行系统操作。由于操作系统类型较多,不同操作系统提供服务的方式和类型都不尽相同。但不管怎样,它们都能提供如下的两类公共服务:

1. 方便用户开发和执行程序的服务

该类服务可以分为以下几种:

(1) 程序的创建、执行和终止服务。该服务的目的是使用户方便地创建和执行程序,使用系统资源,方便用户有效地开发和编制高质量的程序。当程序在编译或运行过程中出现异常时,应能及时报告发生的情况,进行适当处理,必要时可终止程序执行。

(2) I/O 操作服务。程序在执行过程中需要来自 I/O 设备的数据时,通过 I/O 指令请求操作系统的服务。操作系统不允许用户直接控制 I/O 设备,但能让用户以某种形式访问 I/O 数据。

(3) 文件系统服务。文件系统能让用户根据文件名来实现对文件的访问,使用方便且安全可靠。

(4) 通信服务。这种通信分为两种情况:一是在本机内的不同进程(process)之间进行,通常通信服务的使用者为进程;二是在通过网络相连的不同计算机上的进程之间进行。进程通信可以采用共享内存(shared memory)方式,也可以采用消息传输(message passing)方式。

(5) 错误检测和处理。操作系统能随时捕捉和处理各种可能的错误信息,不论错误属于软件还是硬件,也不论错误发生在何处,都要求能够准确清楚地指出,以保证计算机的正常运行。

2. 提供系统操作效率的服务

该类服务又分为下面三种:

(1) 资源分配。由于在多道系统中,多个用户或作业可能申请同一资源,所以操作系统必须解决资源分配问题。系统中的各类资源都由操作系统统一管理,资源分配除了包括 CPU 时间、内存空间、文件存储空间、I/O 设备等资源之外,还包括软件资源的分配,如各种变量、表格、堆栈等数据结构的分配。不同的资源往往采取不同的分配方式和分配算法。

(2) 记录。统计资源的类型、数量以及使用情况等不仅可以用于计算用户的费用,还可以提供进一步改进系统服务,调整系统配置,以便对系统进行重组的有价值的数据和资料。

(3) 保护。在多用户多任务环境下,系统要保证每个用户程序的执行不被其他用户干扰,一旦出现资源请求发生冲突,操作系统必须采取合理的调度策略来进行处理。

操作系统服务提供的基本方式一般有系统命令、系统调用和系统程序三种。系统命令是

在用户级上使用,用户可通过终端或机器键盘、鼠标直接来使用,如显示目录或文件的命令(dir)、系统登录命令(login)等;系统调用是在程序级使用,实现操作系统底层的服务;而系统程序是为了解决共同的问题,并为程序的执行和开发创造一个更方便的环境而向用户提供的各种程序,它不属于操作系统本身的代码,如各种语言编译程序、装入程序、编辑程序等,通过系统程序用户不必自己编写程序而是通过操作系统的 shell 来请求执行完成各种功能。

1.2 操作系统的学习

1.2.1 学习操作系统的目的

学习操作系统究竟有什么用,这是读者都比较关心的问题。操作系统作为计算机系统资源的管理者,同时又是用户和计算机之间的交互界面,这决定了操作系统在计算机系统的核心地位。因此,我们只有理解了操作系统,才能够方便、灵活地使用计算机,只有掌握了操作系统提供给用户的各种功能强大的服务,如系统命令、系统调用和图形接口等,才能更好地利用系统资源,开发用户自己的应用软件,建立用户自己的应用系统,如数据库管理系统、过程控制系统、办公自动化系统、网络安全系统等。具体来说,学习操作系统的目的主要有以下几个方面。

1. 根据需要选择操作系统及操作系统中的可选部分

由于操作系统的种类较多,操作系统中的内部模块也很多,我们只有对不同类型的操作系统有了明确的了解以后,才能针对不同的用途选择最合适的操作系统为用户服务。另外,根据实际的需要,我们还可以进一步选择操作系统的内部功能模块,做到最精简的安装。如目前在微机系统中,可供选择的操作系统主要有 Windows 98/me、Windows 2000/XP、Windows 2003、Linux/UNIX 等,可以根据需要来选择哪一个进行安装,安装它的哪些功能模块。

2. 利用操作系统概念,开发和设计应用系统

通过学习操作系统中对资源的管理方法和控制技术,能够使我们在设计和开发自己的应用程序过程中,充分利用和借鉴操作系统的设计思想和技术。如在过程控制系统的开发中,我们可以借鉴操作系统的并发控制技术、进程或线程概念、队列管理和设计、分析、调试技术。同时也为更好地学习和掌握其他高级语言的编程,开发有一定水平的应用软件提供有力的理论支持。

3. 为专门用途设计、修改、扩充操作系统功能

如果维护人员对操作系统的结构较为了解,对构成操作系统的成分及功能清晰,一旦遇到问题,维护人员就能准确地发现问题和解决问题,至少能确定问题所在。当然,做到这一点是离不开对操作系统原理的学习和分析的。在现实条件下,计算机的应用已经是无处不在,人们对计算机应用的需求也在发生着很大的变化,往往需要对现行操作系统的功能进行修改和扩充,例如操作系统内核的汉化、中文操作系统环境的建立、嵌入式操作系统开发等等。这就要求我们必须掌握扎实的计算机科学与技术的基本理论和知识,包括操作系统的基本原理、技术和方法。

设计一个操作系统是学习操作系统的最高目的,当然这有很大的难度。在 Linux 操作系统出现之前,操作系统几乎被国外所垄断,正是由于 Linux 操作系统的源码公开,国内才有

了自主知识产权的操作系统——红旗 Linux 操作系统。设想一下，如果不懂得操作系统的原理知识，不去认真学习和研究 Linux 的源码，国产化的操作系统何时能实现，我国的民族软件业何时能振兴？因此，从这个角度上讲，学习操作系统有着非常重要的现实意义。

1.2.2 认识操作系统的几种观点

对操作系统可以从两个方面来认识，一是从系统设计者（操作系统内部）的角度；二是从用户（操作系统外部）的角度，角度的不同对操作系统的认识观点也不同。从系统设计者的角度出发，有资源管理的观点、进程管理的观点；从用户的角度出发，有虚拟机的观点和用户界面的观点。这些观点彼此之间并不矛盾，只不过是看待同一事物（操作系统）的出发点不同，但每一种观点都有利于读者学习、理解和分析操作系统。

1. 资源管理的观点

资源管理的观点是当前对操作系统描述的主要观点。在操作系统中，系统资源包括两大类：硬件资源和软件资源。硬件资源又包括 CPU、存储器、I/O 设备等；软件资源包括程序和数据等。所谓资源管理，是指在操作系统的控制下，在并发执行的多道程序之间有效地分配系统资源，充分提高它们的使用效率，使每个程序都能正确有效地运行。

操作系统如何来管理系统资源，哪些情况下需要对资源进行管理，要达到怎样的管理目标呢？不妨举些例子加以说明，假设用户想把一批信息存储到某个设备上，如果让用户去弄清楚该设备的存储格式、读写命令和各种情况下的中断处理步骤，那么将会十分困难，甚至束手无策。因此，为了方便用户使用资源，资源管理的目标之一就是要避免用户去了解设备的物理细节。又如，几个需要打印输出信息的应用程序在同时运行，如果让打印机同时让几个程序输出结果，那将是交错夹杂、混乱不堪的。由于打印机是低速的独享设备，为了提高系统性能，可以采用 SPOOLING 输出技术，即在程序输出时，先把各自的结果往磁盘上输出，等到某程序生成的输出全部保存后，才启动打印机输出，这样可以消除杂乱无章的局面，因此，满足用户对资源的需求，协调各程序对资源的使用冲突也是资源管理的目标之一；还有，若内存中有多道程序在并发执行，为了提高 I/O 设备和 CPU 的利用率，当一道程序等待 I/O 完成时，可让另一道程序占有 CPU 运行，而在这个过程中许多技术问题的解决，同样跟操作系统的资源管理功能有关。

综上所述，操作系统作为资源的管理者，主要实现两个目标：一是对资源进行抽象研究，找出各种资源的共性和个性，有序地管理计算机中的硬件、软件资源，跟踪资源使用情况，监视资源的状态，满足用户对资源的需求，协调各程序对资源的使用冲突；二是研究使用资源的统一方法，让用户简单、有效的使用资源，最大限度地实现各类资源的共享，提高资源利用率，从而使得计算机系统的效率有很大提高。从这个角度，也有人将操作系统看成是能使诸用户有效、方便地共享一套计算机系统资源的一种系统软件。

为了实现上述目标，操作系统的资源管理工作具体包括：

(1) 记录资源使用状况。利用相应的数据结构记录每类资源的信息，如资源的名称、特性、状态及使用信息（如被谁使用、使用多长时间等）。

(2) 合理的分配资源。可以采用静态分配和动态分配策略。静态分配是在程序运行前分配，但效率不高。动态分配在程序运行过程中进行，根据进程的需要分配资源，其缺点是会出现死锁。