

软 件 工 程 系 列 规 划 教 材

操作系统原理 与Linux实例设计

◎ 蒲晓蓉 刘 丹 刘泽鹏 编著



电子工业出版社

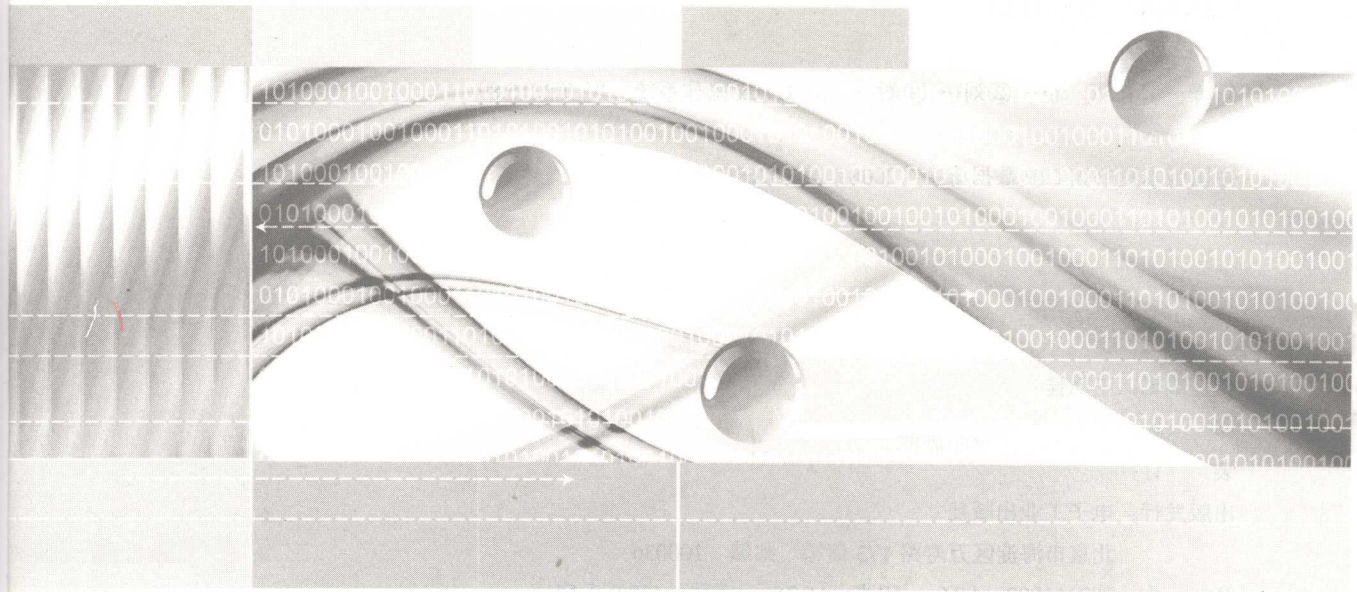
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

软 件 工 程 系 列 规 划 教 材

操作系统原理 与Linux实例设计

© 蒲晓蓉 刘 丹 刘泽鹏 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从原理性和实用性出发,以现代操作系统原理为基础,理论联系实际,介绍了Linux操作系统中的部分功能实现与应用编程技术。全书共分5章,主要内容包括:计算机操作系统基础及Linux操作系统简介、进程的并发控制及Linux进程管理核心功能的实现技术、操作系统存储管理与Linux的存储技术、输入/输出设备管理及Linux的设备管理技术、文件管理系统的原理及Linux的虚拟文件系统实现等。本书提供多媒体电子课件和习题解答。

本书可以作为计算机专业和软件专业本科以及硕士研究生的计算机操作系统结构分析课程教材,也可供相关领域的工程技术人员学习、参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理与Linux实例设计 / 蒲晓蓉, 刘丹, 刘泽鹏编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.10
(软件工程系列规划教材)

ISBN 978-7-121-07483-7

I. 操… II. ①蒲… ②刘… ③刘… III. Linux 操作系统 IV. TP316.89

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第152699号

责任编辑: 王羽佳

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75 字数: 428.8千字

印 次: 2008年10月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 29.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

软件工程系列规划教材 编委会

主任：秦志光 电子科技大学计算机科学与工程学院 / 示范性软件学院 院长 教授 / 博导

副主任：徐 谔 电子科技大学计算机科学与工程学院 / 示范性软件学院 党总支书记 博士 / 教授

任立勇 电子科技大学示范性软件学院 副院长 博士 / 副教授

委员：张凤荔 电子科技大学示范性软件学院 网络安全系系主任 教授 / 博导

桑 楠 电子科技大学示范性软件学院 嵌入式系统系系主任 教授

叶 茂 电子科技大学示范性软件学院 软件技术系系主任 副教授 / 博导

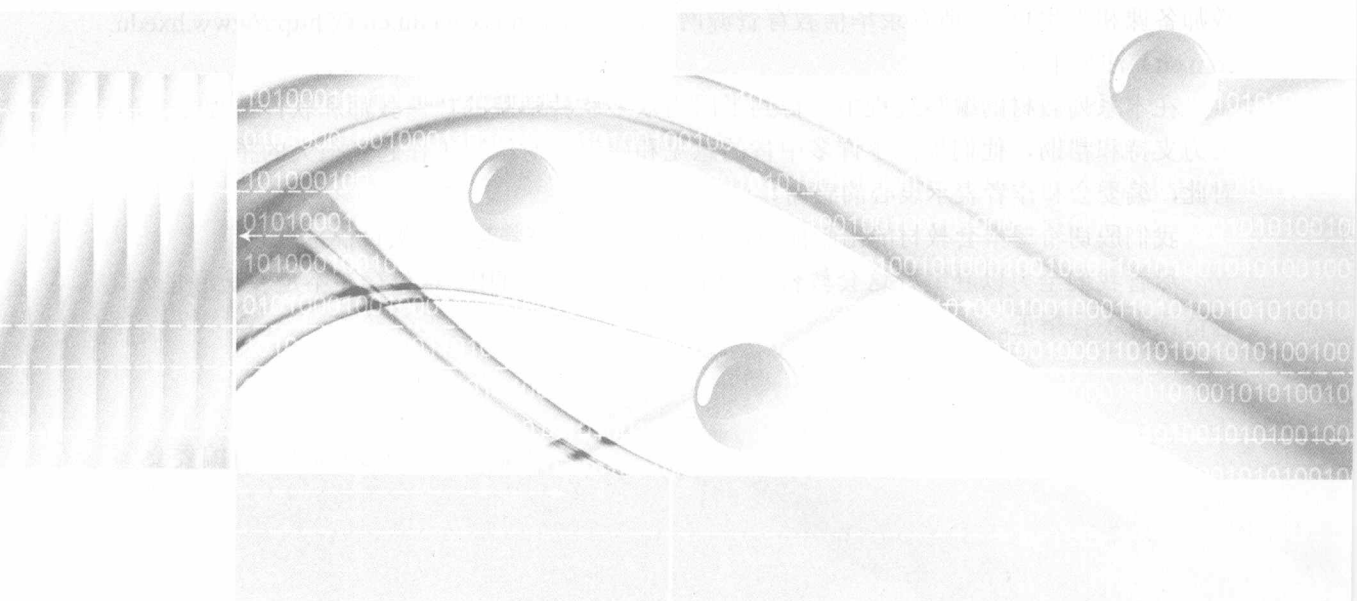
刘 均 电子科技大学示范性软件学院 大型主机系系主任 副教授

陆 鑫 电子科技大学示范性软件学院 数字媒体系系主任 副教授

侯孟书 电子科技大学示范性软件学院 国家计算机实验教学中心副主任 副教授

卢如海 电子科技大学示范性软件学院 研究生培养科科长

夏 琦 电子科技大学示范性软件学院 企业合作部主任



出版说明

为适应我国经济结构战略性调整的要求和软件产业发展对人才的迫切需要,实现我国软件人才培养的跨越式发展,教育部和国家发展计划委员会于 2001 年联合批准在国内部分高等学校开办示范性软件学院,努力造就一批进入国际前沿、掌握关键技术、擅长顶层设计的技術带头人,培养一批具备不同专业背景且有市场观念的开发管理、工程管理和软件经营等复合型软件人才,形成一支有相当规模和质量、从事软件开发与应用的专业技术人员队伍。

经过多年的软件人才培养和教学实践,依据国内外企业对软件人才的知识 and 能力需求,以培养高层次、实用型软件人才为目标,我们组织长期从事软件工程硕士教学的专家教授,编写了一套软件工程专业学位课系列教材。该系列教材主要包括《软件开发技术》、《数据库系统及应用》、《操作系统原理与 Linux 实例设计》、《面向对象技术与工具》及《计算机网络》。本次推出的软件工程硕士系列教材内容涵盖软件工程硕士需要掌握的主要知识和基本技术,具有领域宽、实用性强的特点,既可以作为软件学院工程硕士专业基础课教材,也可作为计算机专业高年级本科生和研究生的教材,还可供软件开发和管理人员作为参考书籍。我们还将陆续推出系列教材的习题解答和上机指导及教学用多媒体电子课件,便于教师备课和学生自学,请登录华信教育资源网(<http://www.huaxin.edu.cn> 或 <http://www.hxedu.com.cn>) 注册下载。

在本系列教材的编写过程中,得到了国内众多软件学院的任课教师和软件工程专家的大力支持和帮助,他们提出了许多中肯的意见和建议,对编写工作起到很大的指导作用,对此,编委会和作者表示衷心的感谢!

我们殷切希望本套教材的出版能对国内软件人才的培养起到推波助澜的作用。

尽管我们全力以赴编好这套教材,但由于水平和经验有限,难免存在不足和疏漏之处,恳请读者不吝指正。

软件工程系列规划教材编委会

前言

计算机技术的发展不仅极大地促进了科学技术的发展,而且明显地加快了经济信息化和社会信息化的进程。因此,计算机教育在各国备受重视,具备计算机知识与能力已成为21世纪人才的基本素质之一。

计算机操作系统是现代计算机系统的核心基础系统软件,操作系统设计原理与实现技术是计算机专业人员必须掌握的基本知识。操作系统经典原理不仅适合于具体操作系统的实现,同时也对应用程序设计具有很好的指导意义。因此,学习和研究操作系统的一般原理,了解操作系统涉及到的关键术语、数据结构、经典算法,对于计算机专业知识的构建是非常必要和重要的。然而,单纯的原理介绍太过于理论化,结合一个具体操作系统实例进行分析,将有助于操作系统原理的理解,提高系统级应用程序设计能力。

本书从原理性和实用性出发,以现代操作系统原理为基础,较深入地介绍了Linux操作系统中的部分功能实现与应用编程技术。全书共分5章,第1章介绍计算机操作系统基础及Linux操作系统简介,第2章详细地分析多进程的并发控制及Linux进程管理核心功能的实现技术,第3章介绍现代操作系统的存储管理技术与Linux的存储实现,第4章分析输入/输出设备管理及Linux的设备管理技术,第5章介绍文件管理系统的原理及Linux的虚拟文件系统实现。

本教材基于操作系统的一般原理,结合Linux操作系统关键功能模块的实现,既有理论基础的支撑,又配合实际操作系统实例分析。通过学习本书内容,读者可以:

- 系统了解计算机操作系统的一般原理;
- 认识操作系统的各大功能模块;
- 掌握计算机操作系统的经典算法和数据结构;
- 以Linux操作系统为例,学习如何编程实现操作系统的的功能模块;
- 借鉴操作系统的原理和算法,指导计算机应用程序的设计和开发。

本书语言简明扼要、通俗易懂,具有很强的专业性、技术性和实用性。本书是作者在对计算机专业和软件专业学生进行多年计算机操作系统教学的基础上逐年积累编写而成的,力求读者能利用操作系统的基本原理,理解和解释相应的操作系统实例。然而,众所周知,每一个操作系统实例的具体实现都是十分复杂的,且源于基本原理,又在基本原理的基础上进行了很大的发展和改进。本书注重操作系统通用原理的介绍,对实例分析部分仅仅是一个引入。有兴趣的读者还需要参考大量的文献,深入了解一个操作系统的实现。本书每一章都附有一定量的习题,供学生课后练习以巩固所学知识。本书提供教学用多媒体电子课件和习题解答,请登录华信教育资源网(<http://www.huaxin.edu.cn> 或 <http://www.hxedu.com.cn>)注册下载。

本书可作为计算机专业和软件专业本科以及硕士研究生的计算机操作系统结构分析课

程教材，也可供相关领域的工程技术人员学习、参考。

本书中关于操作系统原理部分由蒲晓蓉编写，Linux 实例分析由刘丹编写，全书由蒲晓蓉统稿主编。电子科技大学的陈洪彬老师参与了期间的人员组织和部分编辑整理工作，电子科技大学计算机学院的李洋、吴超、刘伟、杨婷、高志云、王则冰为本书的编写做了大量的工作，特此对他们表示感谢！本书的编写参考了大量近年来出版的相关技术资料，吸取了许多专家和同仁的宝贵经验，在此向他们深表谢意！

由于笔者经验和知识等方面的不足，加之时间仓促，书中难免存在错误和不足，敬请读者和专家批评指正。

作 者

于电子科技大学

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 计算机系统资源与操作系统	(2)
1.2 操作系统的发展	(5)
1.2.1 推动操作系统发展的关键因素	(5)
1.2.2 操作系统发展的几个典型转变	(6)
1.2.3 操作系统的进一步发展	(8)
1.3 现代操作系统的设计概述	(9)
1.3.1 操作系统的功能性需求	(9)
1.3.2 操作系统的非功能性需求	(13)
1.3.3 操作系统依赖的硬件平台	(15)
1.3.4 操作系统的体系结构	(16)
1.3.5 操作系统中的关键数据结构	(19)
1.4 Linux 操作系统简介	(20)
1.4.1 Linux 操作系统的起源及特性	(20)
1.4.2 Linux 操作系统运行的基本硬件平台	(21)
1.4.3 主流 Linux 操作系统版本简介	(21)
1.5 Linux 的系统调用分析	(23)
1.5.1 什么是系统调用	(23)
1.5.2 系统调用的作用	(23)
1.5.3 系统调用的工作原理	(23)
1.5.4 Linux 系统调用的相关数据结构	(24)
1.6 Linux 的系统调用设计	(24)
1.6.1 添加一个系统调用	(24)
1.6.2 系统调用测试	(27)
1.6.3 系统调用过程分析	(27)
习题	(30)
第 2 章 进程的并发控制	(31)
2.1 程序、进程与并发	(32)
2.1.1 并发概述	(32)
2.1.2 程序的顺序执行与并发执行	(33)
2.1.3 进程及其运行环境	(35)
2.2 进程的状态转换	(37)
2.2.1 五状态进程模型	(37)

2.2.2	进程的挂起状态	(39)
2.2.3	Linux 的进程及其状态转换	(41)
2.3	操作系统对进程的控制	(43)
2.3.1	操作系统内核	(43)
2.3.2	进程的构成及进程的组织	(46)
2.3.3	进程控制块 PCB	(47)
2.3.4	操作系统对进程的控制	(49)
2.3.5	Linux 对进程的控制	(52)
2.3.6	Linux 的内核机制	(54)
2.4	线程——另一种并发实体	(56)
2.4.1	进程与线程	(56)
2.4.2	多线程并发	(57)
2.4.3	线程的类型	(59)
2.4.4	Linux 的进程与线程管理	(60)
2.5	进程调度	(61)
2.5.1	调度的目标、原则和方式	(62)
2.5.2	调度的类型	(63)
2.5.3	进程调度算法	(65)
2.5.4	实时系统与实时任务调度	(68)
2.5.5	Linux 的进程调度分析	(71)
2.5.6	Linux 下时钟中断与进程调度的关系	(74)
2.6	进程并发控制——互斥与同步	(77)
2.6.1	并发控制	(77)
2.6.2	互斥与同步的解决策略	(80)
2.6.3	互斥/同步问题：生产者/消费者问题	(89)
2.6.4	互斥/同步问题：读者/写者问题	(93)
2.6.5	Linux 通信实例	(96)
2.6.6	Linux 信号量分析	(99)
2.7	进程死锁	(100)
2.7.1	进程死锁的原因	(101)
2.7.2	解决死锁的方法	(103)
2.7.3	预防死锁	(103)
2.7.4	避免死锁	(104)
2.7.5	检测并解除死锁	(109)
2.8	死锁问题：哲学家进餐问题	(110)
	习题	(112)
第 3 章	存储管理	(115)
3.1	存储管理子系统概述	(116)
3.2	简单存储管理技术	(120)
3.2.1	简单存储分区技术	(121)

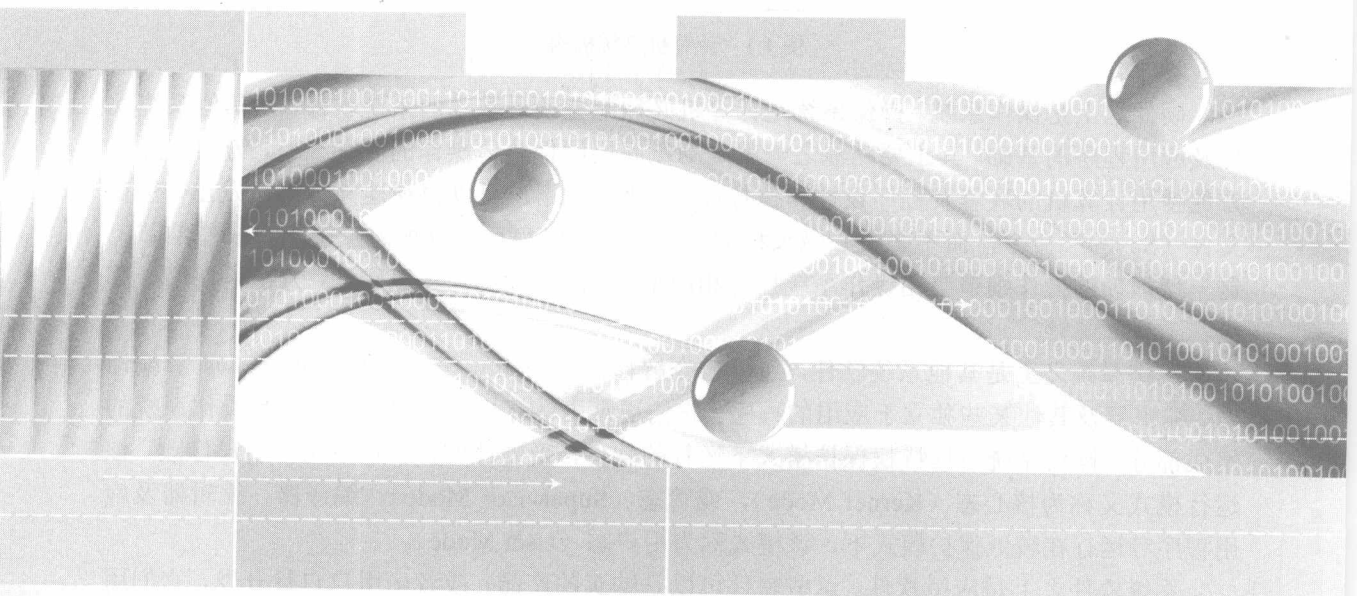
3.2.2	简单存储分页技术	(125)
3.2.3	简单存储分段技术	(129)
3.2.4	简单存储段页式技术	(131)
3.3	虚拟存储管理技术	(133)
3.3.1	虚拟存储技术概述	(133)
3.3.2	虚拟存储分页技术	(135)
3.3.3	虚拟存储分段技术	(136)
3.3.4	虚拟存储段页式技术	(138)
3.3.5	虚拟存储系统的软件策略	(139)
3.4	Linux 的虚拟内存管理	(148)
3.4.1	80386 分段机制在 Linux 系统中的实现	(149)
3.4.2	80386 的分页机制在 Linux 系统中的实现	(153)
3.4.3	Linux 虚拟内存管理的实现	(157)
3.5	Linux 存储器管理案例分析	(163)
3.5.1	共享存储分析	(163)
3.5.2	共享存储的修改与测试	(179)
习题		(182)
第 4 章	设备管理	(183)
4.1	设备管理子系统概述	(184)
4.1.1	设备管理的主要功能	(184)
4.1.2	设备管理分层模型	(185)
4.1.3	I/O 控制方式	(186)
4.2	设备分配	(187)
4.2.1	相关的数据结构	(187)
4.2.2	设备分配算法	(189)
4.3	I/O 缓冲技术	(191)
4.4	虚拟设备	(194)
4.5	磁盘设备的管理	(197)
4.5.1	磁盘设备	(197)
4.5.2	磁盘调度算法	(199)
4.5.3	磁盘高速缓存	(200)
4.6	Linux 的设备管理	(201)
4.6.1	Linux 驱动程序的设计框架	(202)
4.6.2	Linux 内核模块驱动程序设计	(207)
4.6.3	驱动程序测试	(212)
习题		(213)
第 5 章	文件管理系统	(215)
5.1	文件管理系统概述	(216)
5.2	文件目录	(217)

5.3	文件的逻辑组织与访问	(220)
5.4	文件的物理组织	(223)
5.4.1	预分配与动态分配	(223)
5.4.2	分区大小	(224)
5.4.3	文件存储空间的分配技术	(225)
5.4.4	空闲空间的管理	(229)
5.5	Linux 的虚拟文件系统	(232)
5.5.1	VFS 文件系统的作用	(232)
5.5.2	VFS 文件系统中的数据结构	(233)
5.5.3	主要数据结构间的关系	(241)
5.6	文件系统分析与设计	(241)
5.6.1	文件系统的操作集	(242)
5.6.2	物理文件系统的注册	(246)
5.6.3	文件系统的安装	(249)
5.6.4	文件系统的设计与测试	(252)
习题		(256)
参考文献		(257)

第 1 章 概 述

操作系统是计算机系统中最重要的系统软件。从用户环境的观点看，操作系统为用户提供使用了计算机的接口，终端用户利用命令接口操作计算机，程序员利用程序接口编写程序；从资源管理器的观点看，操作系统的任务是高效地管理整个系统的所有软硬件资源，实现资源的有效和高效利用；从虚拟机的观点看，操作系统的任务是为用户提供一台比物理计算机更易于使用的虚拟计算机；从作业组织的观点看，操作系统是作业流程的组织者，控制批量作业进入计算机内存执行。计算机硬件的发展和新功能服务的要求等因素推动着操作系统的发展，操作系统的发展经历了单道批处理系统、多道批处理系统，直到分时系统和实时系统。操作系统包括分布式操作系统、网络操作系统和嵌入式操作系统等类型。

本章概述操作系统的概念、发展及体系结构，并分析操作系统的设计过程。本书将以 Linux 操作系统为例，基于操作系统设计原理，深入分析 Linux 操作系统设计的关键技术，以及 Linux 操作系统各子模块的核心系统调用。本章将简要介绍 Linux 操作系统，以及 Linux 操作系统中的系统调用的分析与设计方法。





1.1 计算机系统资源与操作系统

计算机系统资源包括硬件资源和软件资源两大类，其中，硬件资源是计算机的基础，为计算机软件提供了运行平台；计算机软件进一步丰富了计算机硬件的功能，为用户提供使用计算机的环境。图 1.1 示意了计算机系统资源的结构。最底层是计算机硬件，由处理器、内存、输入/输出设备和系统总线 4 部分组成。其中，处理器控制计算机的操作，执行数据处理功能，对于单处理器系统，它通常称为中央处理器（处理器）。内存用于存储数据和程序，由于内存的数据不是永久保存，常称为随机存储器（RAM）或主存储器。输入/输出设备包括外存（磁盘、磁带、光盘等）、键盘、显示器、打印机、绘图仪，以及通过 I/O 接口与外界通信的设备。处理器和内存是计算机运行的核心部件，二者合称为主机。系统总线为处理器、内存和输入/输出设备间的通信提供一些结构和机制。

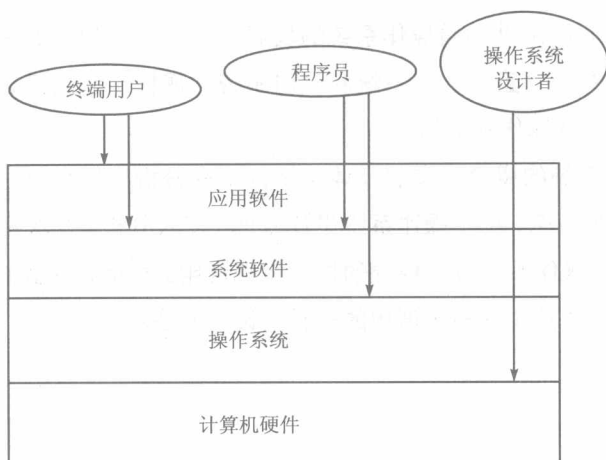


图 1.1 计算机系统机构

硬件之上是操作系统。操作系统是计算机必须配置的最基本的系统软件，是其他系统软件及应用程序的基础。其主要功能之一就是隐藏底层硬件具体操作的复杂细节，为用户提供方便使用计算机的环境及程序设计和执行环境。例如，用户可以直观地向计算机发出“保存文件（Save）”命令，而不必关心磁头移动、查找空闲磁盘块、分配磁盘空间等操作细节。这一切烦琐的操作细节全由操作系统控制相应部件完成，使用户可以轻松、方便地使用计算机。

操作系统之上是其他系统软件，包括命令解释器（Shell）、窗口系统（Windows）、编译器、编辑器及其他某些独立于应用的程序。它们通常由计算机厂商提供，并不是操作系统的组成部分。操作系统专指特权保护模式下运行的软件，受硬件保护，且不允许用户修改。该运行模式又称为核心态（Kernel Mode），或管态（Supervisor Mode）。编译器、编辑器及应用程序等运行在较低保护模式下，该模式称为用户态（User Mode）。

系统软件之上是应用软件。这些软件可以是购买的产品，或者由用户自行开发，它们用

来解决特定的问题,如字处理、表格处理、工程计算、数据库管理、电子邮件收发或电子游戏等。

可见,操作系统是计算机硬件和其他软件及计算机用户之间的联系纽带。如果没有操作系统,用户几乎是无法使用计算机的。那么,操作系统究竟是什么?对于现代操作系统,人们常用以下四种观点来描述:用户环境的观点、虚拟机的观点、资源管理观点和作业组织观点。

1. 用户环境的观点

从图 1.1 可见,计算机的用户大体可以分为终端用户、程序员和系统设计者三类。除操作系统设计者需要直接面对计算机硬件以外,一般用户包括终端用户和程序员都工作在操作系统之上。用户环境观点认为操作系统是计算机用户使用计算机系统的接口(Interface,也称为界面),它为计算机用户提供了方便的工作环境。用户利用操作系统为他们提供的各种服务、功能接口及系统调用等来使用计算机系统及其各类系统资源,而不必知道各种系统资源的细节和控制过程。操作系统为计算机用户提供了两种接口,即用户接口(User Interface,也称为命令接口)和程序接口(API, Application Programming Interface,即操作系统提供的系统调用的集合,也称为应用编程接口)。终端用户通过鼠标、键盘等使用操作系统提供的用户接口。程序员利用操作系统提供的程序接口设计应用程序,这一类程序员常称为系统程序员,他们基于操作系统进行程序设计,如基于 UNIX、Windows 或 Linux 进行程序设计等。还有一类程序员称为应用程序员,他们利用操作系统之上的系统工具设计应用程序,通过系统工具获得操作系统的服务。用户通常以使用者或程序员的角度评判一个操作系统,评价标准一般包括使用方便性、稳定性、安全性、性价比高低等,这些也是推动操作系统发展的关键性因素。

用户可以通过这样几种方式使用操作系统:① 直接使用键盘命令或 Shell 命令语言;② 利用鼠标点击窗口中的图标,以执行相应的应用程序,如 Windows 操作系统的图形用户接口(GUI);③ 调用操作系统内部功能模块,即系统调用接口。这些接口和各种应用程序为用户开发和运行应用软件提供了便利的环境和手段。

操作系统的发展过程也是用户界面不断改进的过程。人机界面问题一直都是用户和系统设计者十分关注的问题。操作系统用户界面已经从字符界面、菜单界面、窗口界面发展到目前的图形界面和多媒体界面,智能、自然的人机界面是未来的发展方向,目前已日益成为领域研究热点。

2. 虚拟机的观点

虚拟机(Virtual Machine)的观点认为操作系统是建立在计算机硬件平台上的虚拟机器,它为应用软件提供了许多比计算机硬件功能更强的或计算机硬件所没有的功能。虚拟机的观点是基于程序设计人员的观点,也称为扩展机器的观点。安装有操作系统的计算机极大地扩展了原计算机的功能,把用户面对的一个包含有各种硬件部件的计算机系统的操作和使用由复杂变得简单,从低级操作上升为高级操作,把基本功能扩展为多种功能。

操作系统在虚拟机中充当管理员和协调员的角色,管理计算机的处理器、存储器、时钟、磁盘、网络接口和打印机等硬件设备,以及计算机中文件的存储、读/写等,并协调多任务、



多进程之间的运行。设想在一台计算机上运行的 3 个程序同时试图在一台打印机上输出计算结果,如果控制不当,那么可能头几行是程序 1 的输出数据,接下来几行是程序 2 的输出数据,然后又是程序 3 的输出数据,等等,最终打印结果显然不是用户所需要的。为了避免这种混乱,操作系统可以将打印输出首先缓冲到磁盘上,然后逐个打印每个输出结果。当前一个打印任务完成以后,操作系统将启动下一次打印任务,将那些暂存在磁盘上的输出结果送到打印机打印,同时其他程序可以继续运行,产生新的输出结果,而这些程序并不知道它们的输出有没有立即送至打印机。

操作系统虚拟机是逻辑上的概念,它不是一台单独的机器,而是与计算机硬件紧密结合在一起的,在用户面前呈现的是一台比裸机功能丰富、操作简单的高级计算机。一台硬件配置完全相同的计算机,可以配置不同的操作系统,用于不同的环境。例如,一台硬件配置相同的个人计算机(PC)可以配置 Windows 操作系统及相关应用程序,用于文字处理或管理数据库,也可以配置实时操作系统,用于工业控制;或者配置多用户分时操作系统(如 UNIX),使多个人可以同时使用该计算机;还可以配置网络操作系统,管理网络资源等。可见,操作系统虚拟机不仅可以扩充系统功能,甚至还能“扩充”计算机数量,多个用户同时使用一台计算机,每个用户都感觉自己独占该计算机。这种操作系统即是本书介绍的重点,内容涉及如何实现多个任务同时执行,以及实现这类操作系统时所遇到的各类问题及解决技术。

3. 资源管理的观点

资源管理观点认为操作系统是计算机系统中各类资源的管理者,负责分配、回收和控制系统中的各种软、硬件资源。资源管理的观点是目前对操作系统描述的主要观点。本书按照资源管理的观点介绍操作系统的原理和操作系统如何管理系统资源。

当一台计算机(或网络)同时被多个用户使用,由于用户间可能相互影响,所以管理和保护存储器、I/O 设备及其他设备的需求随之增加。而且用户往往不仅需要共享硬件,还要共享信息(文件、数据库等)。此时,操作系统的首要任务是跟踪资源的使用状况、满足资源使用请求、提高资源利用率,以及协调各程序和用户对资源的使用冲突。

资源管理的主要功能如下。

① 监视资源:监视系统资源的使用情况,包括系统中各类资源的总数,资源的分配状态(已分配及未分配),资源的使用状态(正在被使用或空闲),谁在使用,统计资源的使用历史等。

② 分配资源:处理对资源的使用请求,调解请求中的冲突,确定资源分配策略。当多个进程或者多个用户竞争某个资源时,根据资源分配的条件、原则和环境,决定把资源分给谁,分配多少资源,何时分配资源(立即分配还是暂缓分配)等。同时,记录资源分配情况,更新相应的数据结构和表格的内容。

③ 回收资源:当使用者不需要某资源时,系统对该资源进行处理,如果是可重复使用资源,则进行资源回收,更新相应的数据结构和表格的内容,以备再次使用。

④ 保护资源:系统需要保护资源,防止它们被有意无意的破坏。防止非授权的操作,或非法用户的访问。例如,防止用户非法修改系统数据。在多用户系统中,要保护每个用户的数据及程序,防止彼此间的干扰和冲突。允许多个用户使用共享资源,并对共享资源进行保护。

4. 作业组织的观点

现在很少有计算机用户知道操作系统中作业(JOB)这个概念,然而它曾经却被广泛地使用。随着个人计算机的出现和普及,作业逐渐被新的名词取代。目前,在巨型机和大型服务器上,作业的概念仍然存在。在这样的服务器上(称为主机)安装了能支持多个用户程序运行的操作系统,用户通过与主机相连的前端机(一般为普通工作站或PC)以批文件方式提交作业,请求主机逐个运行。主机操作系统负责组织、协调各个作业的运行,报告执行的结果或错误信息。专门的作业控制软件将作业批量提交给主机,有效减少了作业间切换的人工干预,大大提高了系统的工作效率。这种工作方式有利于有效利用造价高且性能强大的主机资源。

由于主机系统中存在多道程序,会出现程序间并发执行和共享资源的情况,操作系统必须对用户作业和任务进行管理,组织并控制系统工作的流程,建立相关的数据结构、操作模式和管理程序。随着操作系统的发展,根据系统工作的层次和并发控制程度,在操作系统中引入了任务、进程、线程及对象等概念,操作系统需要对它们进行组织和管理,本书的后继章节将详细讨论这些概念及其原理。

综上所述,操作系统对计算机用户而言是一个用户环境,是一个工作平台,是人与机器交互的界面。对系统设计者来说是一种具有强大功能的系统资源管理器,一种包含各种数据结构和算法的集成式软件系统。据此,可以把操作系统定义为:操作系统是计算机系统的一种系统软件,管理和控制计算机系统上的硬件和软件资源,合理地组织计算机的工作流程,以便有效利用这些资源为用户提供一个功能强、使用方便的工作环境,从而在计算机与用户之间起到接口的作用。



1.2 操作系统的发展



1.2.1 推动操作系统发展的关键因素

操作系统的形成与发展经历了漫长的时期。自20世纪50年代中期第一个简单批处理操作系统的诞生以来,随着计算机硬件的发展,操作系统得到了迅猛的发展。20世纪60年代中期产生了多道程序批处理系统,不久又出现了基于多道程序的分时系统。20世纪80年代因为微机和计算机局域网的迅速发展,形成并发展了微机操作系统和网络操作系统。

那么,是什么力量推动着操作系统的发展呢?这个问题可以归结到以下几个方面。

1. 计算机硬件升级和新硬件的出现

计算机硬件是操作系统运行的基础,硬件的发展推动着操作系统的发展。例如,字符界面终端发展到图形用户终端,后者允许用户通过屏幕上的窗口同时查看多个应用程序,这就要求操作系统提供更高级的支持。存储管理方面,当分页(Paging)硬件机制出现以后,操作系统也需要支持分页管理技术,从而解决了分区管理中存在的问题(后面的存储管理部分将有介绍)。



2. 提供新的服务，方便使用

推动操作系统发展的关键因素之一是为了满足用户不断增长的需求。方便使用是用户最广泛的需求，从批处理系统到分时系统，人机交互环境得到了极大改善，用户使用计算机更加直接、方便。个人计算机操作系统（如 Windows 系列）增加了“即插即用”功能，同样是为了满足用户对多种计算机外部设备的使用需要。

3. 提高计算机资源利用效率

在计算机发展的初期，计算机硬件资源特别昂贵，如何有效利用计算机的各种资源是研究和改进操作系统的一个非常重要的目标。所以，出现了批处理操作系统和多道程序设计技术。

4. 更正软件错误

任何一种软件包括操作系统都不可避免地存在一些错误和漏洞，在使用一段时间以后发现了错误，就需要进行更正。所以，操作系统公司常常需要发布“补丁”程序，或对操作系统进行升级，甚至开发新的操作系统。

5. 计算机体系结构的发展

计算机体系结构的发展也是推动操作系统发展的一个关键因素。单处理器操作系统发展到多处理器操作系统，是由于计算机体系结构由单处理器系统发展到了多处理器系统。当分布式系统和计算机网络出现以后，相应地又出现了分布式操作系统和网络操作系统。



1.2.2 操作系统发展的几个典型转变

早期的电子数字计算机是由成千上万的电子管和许多开关装置组成的庞然大物。用户在这种机器上操作和编程完全由手工进行，且编程只能使用机器语言，采用接插板或开关板控制计算机操作，由氖灯或数码管显示。显然，此阶段的计算机没有操作系统。

20 世纪 50 年代晶体管计算机出现了，卡片穿孔成为程序编制和记录的方法，不再使用插板，形成了一种可以“阅读”的程序。命令、程序和数据用汇编语言或 FORTRAN 语言描述出来，并制成卡片，通过读卡机输入计算机，计算机运行完当前卡片上的任务以后，将计算结果从打印机上输出，接着再接收下一个来自于卡片的任务。为了有效利用计算机资源，出现了能自动管理用户提交的各种应用程序的（单道）批处理程序，又称为监督程序，或管理程序，这种单道批处理控制程序被称为早期操作系统。其基本操作步骤为：首先收集一批作业（卡），然后用一台专用计算机，称为输入/输出计算机，将作业逐个读到磁带上保存起来，再将磁带装到磁带机上，然后由批处理程序将磁带上的第一个作业读入计算机，运算结束后将结果输出到输出磁带上，该计算机不负责打印输出。每当一个作业运行结束，批处理程序自动从输入磁带读入下一个作业并运行。当收集的这一批作业全部执行结束后，操作员取下输入磁带和输出磁带，用输入磁带录入下一批作业，将输出磁带送到专用输出计算机，