■信息技术大平台系列教材

操作系统引论

CAOZUO XITONG YINLUN

黄上滕　刘　宏　高　英　范文峰　编著

上海交通大学出版社

信息技术大平台系列教材

操作系统引论

黄上腾　刘宏　高英　范文峰 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书立足于介绍操作系统基本的概念和技术，并简要地介绍现代操作系统涉及的重要内容。

全书分四个部分。第一部分介绍操作系统的定义、目标和主要的组成部分，以及操作系统的运行平台和使用操作系统的方式。第二部分介绍进程、线程和 SMP 的概念，进程的描述与控制、进程的互斥与同步及死锁与饥饿、进程调度。第三部分介绍内存管理技术，重点是虚拟内存的管理。第四部分介绍 I/O 设备管理、文件管理，以及安全和保护问题。本书的各个部分用 Linux 的相关内容作为所介绍的各种概念和技术的实例。每一章后均附习题，便于读者加深对书中内容的理解。本书内容丰富，通俗易懂，便于自学，可作为非计算机专业的本科生或研究生的教科书和参考书，也可以作为大学程度的继续教育的教材。

图书在版编目（CIP）数据

操作系统引论 / 黄上腾等编著 . —上海：上海交通大学出版社，2003
（信息技术大平台系列教材）
ISBN 7-313-03459-8

Ⅰ. 操… Ⅱ. 黄… Ⅲ. 操作系统—教材
Ⅳ. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 069035 号

操作系统引论

黄上腾 刘宏 高英 范文峰 编著
上海交通大学出版社出版发行
（上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030）
电话：64071208 出版人：张天蔚
上海书刊印刷有限公司印刷 全国新华书店经销
开本：787mm × 1092mm 1/16 印张：21 字数：520 千字
2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷
印数：1—3050
ISBN 7-313-03459-8/TP · 568 定价：29.50 元

序

信息技术（IT）的发展推动着经济和社会的发展，并且渗透到社会的各个领域中，乃至各家庭中。新的世纪是个信息的世纪，未来的社会是个信息的社会。这必将驱使人们去了解信息技术，掌握信息技术，最大限度地去运用信息技术，以求发展自己，并且与社会发展同步。

信息技术涵盖了信息获取、加工、传输、存储及控制，涉及到计算机、通信、测控、控制等专业，因此，不只是非信息专业的学生希望拓宽自己的专业面，掌握信息技术，即使信息领域各专业的学生也希望打破各自专业的局限性，全面掌握信息技术，促进学科间的交叉融合。但是信息领域各专业有着各自的专业基础和课程体系，课程总量相当大，这种教育消费无疑是种“豪华消费”，在四年级的有限时间里是难以完成的。

为此，我们筹划了一套信息技术的系统教材，它们是：通信概论、数字信号处理、计算机网络、数据库、操作系统引论、计算机组成和体系结构、工程控制理论、现代检测技术与系统。这些教材基本覆盖了信息技术的基础内容，以不长的篇幅、不多的课时数、不提先修课要求即内容上自封闭作为教材编写要求，以便为其他专业的学生介入信息领域提供方便。前七种教材将由上海交通大学出版社出版，争取年内出齐。

为统筹协调这套教材的写作和出版，我们组成了这套系列教材的编委会，其成员是：侯文永、田作华、张冬荣、马伟敏、蔡萍、胡越明、黄上腾、张尧弼、翁惠玉、蒋建伟、王唯一、刘兴钊、施文康。

这是一种尝试，不仅涉及课程上的整合、内容上的整合，而且还涉及先修课预备知识的整合，并且只能在有限的篇幅中完成，这对作者而言是极大的风险、极大的挑战，毋庸而言，无论是教材的选题还是内容，错误和疏漏在所难免，恳请批评指正。

编委会

前　言

自 20 世纪 50 年代以来，操作系统一直伴随着计算机系统的发展而不断地发展着。进入 21 世纪，社会信息化的步伐进一步加快，计算机系统的应用深入到人类生活的各个领域，从琳琅满目的家用电器，到显示国家实力的设备和武器；从个人使用的微机和 PDA，到超级计算机，到处都有着与计算机共存的各类操作系统。

尽管操作系统本身及其应用领域正在不断地扩大，但是操作系统的许多基本概念和技术仍然被普遍采用，并构成了所有操作系统的基础。另一方面，现代操作系统的许多概念与技术是这些基本技术的扩展和延伸。因此，本书立足于介绍操作系统基本的概念和技术，并简要地介绍现代操作系统涉及的重要内容。为使读者对现代操作系统有更加直接的认识，本书的各个部分用 Linux 的相关内容作为所介绍的各种概念和技术的实例。每一章后均附习题，便于读者加深对书中内容的理解。

本书的第一部分介绍了操作系统产生的背景和它的定义、各种背景下的操作系统的目标、操作系统的主要组成部分，以及操作系统的运行平台；还简要地介绍了使用操作系统的方式和方法，以便于读者理解后续章节中涉及的概念和技术。

本书的第二部分引进了进程的概念，介绍了对进程的描述和控制的方法。为了进一步提高系统的并行性，引入了线程的概念，并简单介绍了更适合线程运行的 SMP 平台。互斥、同步和通信机制的实现是协调并行运行的进程时必须解决的问题，因此，详细介绍了实现和使用这些机制的技术。多进程并行时，难免会出现死锁或饥饿，这里介绍了它们的成因和解决它们引起的问题的各种方案。最后介绍了进程调度的目标和策略。

本书的第三部分在介绍了内存管理的需求之后，介绍了各种实内存和虚拟内存管理的技术，而以后者为主。对于虚拟内存管理，介绍了虚拟内存的概念，以及页式、段式和段页式三种虚拟管理方案的原理、硬件支持和管理策略。

本书的第四部分首先介绍了操作系统中 I/O 管理的目标和相应的逻辑结构，单独分析了 I/O 管理中的两项关键技术，即缓存技术和磁盘调度技术。然后，对文件管理做了一个概述，并介绍了文件的组织、目录的实现、文件的共享和辅存的管理。最后概述操作系统和计算机的安全性问题。为此，首先阐述安全威胁的总体情况，然后陈述计算机安全保护机制。在此之后考察对抗入侵者（包括非授权用户和试图执行非授权操作的授权用户）威胁的方法，接着是分析病毒，还讲述了一种复杂的计算机安全设计的方法，即可信任系统。最后介绍网络安全。

读者通过对本书的学习能够了解操作系统在整个计算机系统中的作用和地位，以及操作系统的各个主要组成部分的工作原理，为今后在更高的水平上开发和维护各类计算机系统和应用软件打好基础。

本书可作为非计算机专业的本科生或研究生的教科书和参考书，也可以作为大学程度的继续教育的教材。

本书的第 1，2，4 章由黄上腾编写，第 3，8，9 章由范文峰编写，第 5，6，7 章由高英

编写，第 10，11，12 章由刘宏编写。由黄上腾负责组织并作审核和定稿工作。

在本书的编写过程中得到了侯文永教授和张东茉老师的大力支持，以及上海交通大学计算机系的领导的关心和帮助。张骐、朱钦宇、石筠、封炜同学也做了一部分文字整理工作。在此对他们致以衷心的感谢！

由于时间仓促，水平有限，书中不妥之处，敬请专家和读者批评指正。

编　者

2003 年 6 月

目　　录

第一部分　引　论

第二部分 进 程

第三部分 内 存

第四部分 输入/输出和文件

第一部分 引论

操作系统是一种作为计算机用户和计算机硬件之间的中间媒介的程序，开发和利用操作系统的目的之一是为它的用户提供一个能够以方便和高效的方式执行程序的环境；另一方面，操作系统应该根据使用者对它的需求，合理与有效地管理计算机系统内的各类资源，在保证正确运行用户程序的前提下，尽可能地发挥所有资源的效用。

设计或选用操作系统，必须首先根据用户的需求明确操作系统的目标，针对不同目标的操作系统，无论从功能到内部的实现都有很大的不同。操作系统的发展的历史也是一部不断适应用户的需求和计算机技术发展的历史。

可以从多种不同的角度认识操作系统。对大多数人，通常是从操作系统提供的服务，以及通过怎样的界面来提供这些服务认识操作系统的。此外，有些人希望通过了解操作系统管理计算机资源时应该达到的目标、操作系统的结构和设计方法来加深对它的理解，比如操作系统是由哪些主要部件组成的，每个部件的功能是什么，这些部件之间是如何相互联系的，等等。

计算机硬件系统是操作系统运行的平台，操作系统利用一个或多个处理器为系统用户提供一系列的服务。操作系统也以它的用户的名义管理辅助存储器和 I/O 设备。因此，当我们开始介绍操作系统时，对底层的计算机系统硬件有所了解是很有必要的。

操作系统是用户与计算机之间的接口，用户通过操作系统提供的操作员级和程序员级接口使用操作系统提供的服务和计算机的各类资源。初步了解这些接口的功能和使用方式有助于了解后续章节所介绍的关于操作系统实现中所采用的方法和技术。

1 操作系统概述

1.1 什么是操作系统

操作系统是现今计算机系统的主要组成部分。一个计算机系统可以粗略地分成四个组成部分：硬件、操作系统、应用程序和用户。见图 1.1。

硬件，即中央处理器（CPU）、内存、输入/输出设备（I/O），提供了基础计算资源。应用程序（application programs），例如文字处理程序、数据表处理程序、编译程序或 WEB 浏览程序等，定义了使用计算机资源的一些特定的方法，以解决用户的特定的问题。操作系统在用户的各种各样的应用程序之间控制和协调对硬件资源的使用。

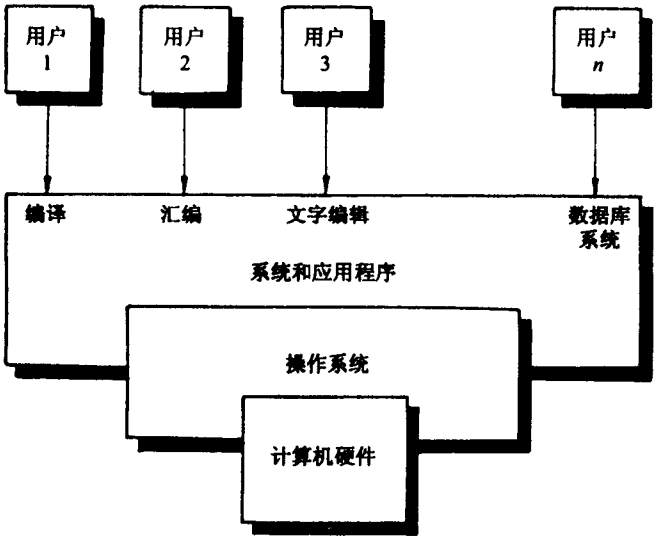

图 1.1 计算机的组成部分的抽象视图

硬件、软件和数据是计算机系统所包括的资源。操作系统提供在计算机系统的操作中恰当使用这些资源的手段。操作系统就像一个“政府”，它应该不谋求“私利”，也就是说，它所执行的操作和程序不是为它自己服务的，它仅仅是提供一种“环境”，在此环境中，其他程序能够方便和高效地完成预定的任务。因此，我们可以用两种观点来看操作系统，即用户的观点和系统的观点。有时，也从操作系统是由哪些部件组成的角度来认识操作系统。

1.1.1 从用户的观点看什么是操作系统

计算机的用户的观点随着被用户使用的界面的不同而不同。大部分的用户是坐在 PC 机前面的用户，面对的是显示器、键盘、鼠标和机箱，这样的系统被设计成以用户独占资源方式