普通高等教育“十一五”国家级规划教材

JISUANJI CAOZUO XITONG

计算机操作系统

许曰滨　孙英华　赵　毅　张慧敏　编

北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机操作系统

许曰滨　孙英华　赵毅　张慧敏　编

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书以现代操作系统的功能模块为主线，系统介绍了操作系统的原理与技术。内容包括：作业管理、进程管理、进程同步与通信、调度与死锁、存储管理、虚拟存储器技术、设备管理、文件管理、分布式系统、系统安全以及 Linux 系统实例等部分。

作为一本操作系统原理的基础教材，本书覆盖面广，内容丰富，技术性强，可读性好，可作为普通高等院校计算机科学与技术专业的教学用书，也可供广大计算机科学工作者和从事相关专业的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/许曰滨等编．—北京：北京邮电大学出版社，2007.4

ISBN 978-7-5635-1425-0

Ⅰ．计… Ⅱ．许… Ⅲ．操作系统--高等学校—教材 Ⅳ．TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 027495 号

书　　名：计算机操作系统

作　　者：许曰滨　孙英华　赵毅　张慧敏

责任编辑：王晓丹

出版发行：北京邮电大学出版社

社　　址：北京市海淀区西土城路 10 号(邮编：100876)

北方营销中心：电话：010-62282185　传真：010-62283578

南方营销中心：电话：010-62282902　传真：010-62282735

E-mail：publish@bupt.edu.cn

经　　销：各地新华书店

印　　刷：北京忠信诚胶印厂

开　　本：787 mm×1 092 mm　1/16

印　　张：22.25

字　　数：539 千字

版　　次：2007 年 4 月第 1 版　2007 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1425-0 /TP・278　　定　价：29.00 元

前　言

操作系统是现代计算机系统中不可缺少的系统软件。它处于硬件和应用软件的结合部，是最接近硬件的一层软件，其他软件都运行在操作系统所构筑的平台上。对于绝大多数用户来说，没有操作系统的计算机简直就是一堆“废铁”，根本无法使用。

如同操作系统在计算机系统中所处的地位那样，《操作系统》课程也在计算机科学教育中扮演着极其重要的角色。学好操作系统课程，掌握好操作系统的基本概念，学会操作系统的管理方法，对理解计算机系统的运作机制、建立整机概念具有不可替代的作用。我们编写本书的目的是奉献给读者一本注重系统整体描述的、内容新颖的教科书。

本书是我们参考了国内外有关操作系统的技术资料和论著，并结合多年来的教学实践与切身体会编纂而成的。书中对大多数操作系统普遍使用的基本概念和技术方法进行了全面、详细的介绍。内容共包括5个主要部分，分列为11章。

- 第1部分是绪论，对应书中第1章。其中概述了操作系统的发展过程、基本结构、功能与分类。为了帮助读者对整体概念的把握，书中详细描述了系统的启动过程和应用程序的运行过程。
- 第2部分是处理机管理，对应第2～4章。其中，第2章讲述作业概念及其管理方法；第3章讲述进程和线程概念、进程控制功能、进程调度原理；第4章讲述进程同步与通信方法、进程死锁的应对措施等。这一部分中对线程概念、线程与进程之间关系作了突出描述。
- 第3部分是资源管理，对应第5～8章及第10章。其中，第5章与第6章讲述存储管理和虚拟存储器的原理与技术，并专辟一节对目前较为流行的伙伴系统给予介绍；第7章介绍设备管理和虚拟设备的实现技术，详细说明了Spooling系统的原理和构造方法；第8章介绍文件管理的方法与技术；第10章介绍系统安全方面的基本概念。
- 第4部分是分布式操作系统，对应第9章，主要介绍通信体系结构的基

本概念，分布式系统中的一些关键技术：事件定序、任务管理、并发控制等，以及近年来发展起来的新技术：客户/服务器模式、中间件技术、网格计算技术等。

- 第5部分是操作系统实例，对应第11章。概述了Linux操作系统的功能特性，并简要介绍了进程管理、存储管理、设备管理以及文件管理等子系统的结构与实现方法。

本书力求把握操作系统的精华，突出原理与实例的结合。在写法上，既体现操作系统的完整性和严谨性，又注重深入浅出、简明扼要，力争全面地论述操作系统原理及其实现技术。书中涉及操作系统发展中多个具有历史影响的系统，特别是Unix和IBM 360系统，还有一些流行的操作系统例子。

作为计算机专业及其他相关专业的操作系统基础教材，本书可满足72学时的教学需要。与本书配套的《计算机操作系统习题解答与实验指导书》(北京邮电大学出版社)可作为本课程的实验用书。全部习题分析与解答均在该书中列出，供学生课外练习时参考。

本书编写过程中得到了山东大学计算机工程学院孟祥旭教授、集美大学计算机工程学院李咏梅教授、中国海洋大学信息工程学院王锐教授、青岛大学信息工程学院潘振宽教授的大力支持。他们对书中内容提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，加之时间仓促，书中必定存在一些阐述不当甚至疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

作者

2007年3月

目　录

第1章　绪　论

第 2 章　作业管理

第 3 章　进程管理

第 11 章 Linux 系统概述

第1章 绪 论

电子计算机系统分为硬件和软件两部分，其中，硬件部分称为“裸机”，由若干物理设备连接而成。现代计算机的硬件功能很强，用途很多。然而，硬件本身提供给外界的界面却是十分粗糙的，许多信息都令人费解、难以使用。为此，人们研制了一种能够管理和控制这种裸机的软件，这就是“操作系统”(OS，Operating System)。

本章主要介绍操作系统的形成与发展过程，操作系统的处理方式，操作系统的功能与构造，以及通用操作系统的特点等。

1.1 操作系统的形成与发展

计算机从1946年问世至今，已有半个多世纪的发展历程。它的应用从单纯的数值运算，发展到过程控制、数据处理及网络通信等各个方面，在工农业生产、国防建设、文化教育及社会生活的许多领域，发挥着重要的作用。

从1946年至20世纪50年代中期，计算机处于以电子管为特征的“第1代”发展时期。计算机的运算速度慢，存储容量小，软件功能低。当时的计算机主要用于数值计算方面，操作方式基本上采用手工操作方式，计算机上没有配置操作系统。

从20世纪50年代中、后期开始，计算机进入到以晶体管为特征的“第2代”发展时期。在这一时期内，除了硬件上的功能得到扩充外，软件方面也出现了高级程序设计语言和用于管理计算机的软件——“监控程序”(也就是操作系统前身)，操作系统的基本概念已经形成。此后，操作系统进入可快速发展时期。

从20世纪60年代中期开始，计算机又进入到以集成电路为特征的“第3代”发展时期。计算机开始向许多应用领域渗透，因而出现了大量适用于某些专业的高级语言。一些用于过程控制的实时系统和通用的操作系统开始在计算机上运行。

20世纪七八十年代，计算机进入“第4代”发展时期。超大规模集成电路的出现使得计算机的体积越来越小，功能越来越强，价格越来越低。计算机结构出现了微型化的趋势。微型机的出现促成小型化和结构化操作系统的研究。

20世纪80年代末，随着通信技术的发展以及大型数据库管理系统、远程处理系统和计算机网络的成熟与推广，操作系统的研究开始向并行计算与分布式方向发展。

从上述介绍来看，操作系统的发展大体经历以下5个阶段：

(1) 1946年至20世纪50年代中期为手工操作方式阶段；

(2) 20世纪50年代中期至60年代初期为单任务操作系统发展阶段；

(3) 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期为多任务和多用户操作系统发展阶段；

(4) 20 世纪 70 年代末期至 80 年代末期为规范化和微型化操作系统发展阶段；

(5) 20 世纪 90 年代开始至今，为并行与分布式操作系统发展阶段。

1.1.1 手工操作方式阶段

早期的计算机由于运算速度低、外部设备少，加之没有配置操作系统，用户使用计算机是相当困难的。用户编制好的程序被输入到计算机后，直接通过控制台上的一排排机械式开关和指示灯来监督控制程序的运行。当时，尚未研制出操作系统，用户使用计算机的烦锁程度可想而知。

这一阶段大体对应计算机诞生后的前 10 年(1946—1955 年)。这 10 年又可分为两个时期。前一个时期称为手工交互时期，后一个时期是手工批处理时期。

1. 手工交互时期

手工交互时期，程序设计者需要用机器语言，也就是由二进制数形式构成的指令系统来编制程序，一个程序的运行通常需要以下 3 个步骤：

(1) 通过控制台开关设定计算机的初始状态，将存有程序和数据的卡片装到输入设备上。设定程序和数据存放在内存的位置后，按下“作业装入”开关，使程序和数据由输入机输入。

(2) 通过控制台开关设定程序的开工地址，按下“作业运行”开关，作业开始运行。操作员可根据控制台上的状态显示灯确定运行是否正常，若出现错误则停机处理。

(3) 运行结束后，将结果存于某一存储位置上。通过控制台开关设定好结果的存储位置，按下“结果输出”开关，将该位置的运算结果从输出机(比如卡片机)输出，然后取出结果交给用户。

这种操作方式的特点是：

- 没有“源程序”概念，提交给计算机的程序都是直接可运行的目标程序；
- 用户自己设计程序，自己上机操作，一个用户同时也兼作程序员和操作员；
- 操作过程以交互方式进行，用户可通过控制台的指示灯观看运行状态，并及时通过控制台按钮对内存的目标程序进行修改；
- 程序的执行过程得不到系统的任何帮助，每个作业都通过自己的引导程序装入计算机。

2. 手工批处理时期

自从 1951 年出现汇编语言以后，汇编、连接、装入等软件使计算机的操作发生了变化。程序设计者利用汇编语言编制的程序，经编译和连接后就可以运行。这样一来，作业的装卸次数比以前增加了。一个程序的运行通常需要以下 5 步：

(1) 将存有汇编语言的磁带和存有用户程序的磁带装入输入设备上，按启动开关将它们装入。

(2) 运行汇编程序，编译用户程序生成目标磁带，而后卸下汇编磁带和源程序磁带。

(3) 安装连接程序磁带，装入连接程序。启动连接程序，生成可执行的目标磁带。

(4) 安装数据磁带，装入初始数据。

(5) 装入可执行目标程序,启动可执行目标程序开始运算。产生结果磁带后,用户卸下结果磁带。

这种操作方式的特点是:

- 目标程序不是程序设计者直接设计的,而是由汇编语言产生的。这样,程序设计人员避免了与机器语言打交道之苦。因为用汇编语言设计程序,相对要简单一些。
- 用户设计了程序,不必自己直接上机操作,装卸磁带和人工干预,都可以让操作员来完成,程序设计人员可以不必参与进去。
- 程序的执行过程可以得到系统的帮助,比如,系统的标准装入程序(Loading Program)可从磁带机上装入程序和数据,不必用户自带装入程序。
- 由于程序运行中的一些环节由机房的操作员完成,程序员与程序的运行失去了交互性。

手工操作的主要缺点是操作较麻烦。操作员要了解计算机各部分的技术细节才能准确地控制作业运行,而这样做极容易出错,维护工作比较复杂。另一个问题是资源浪费。计算机的所有软硬件资源全部被一个作业独占,不用的资源也不能给其他作业使用。特别是,当一个作业完成,另一个作业开始,作业切换过程中的上机、下机将浪费大量时间。

1.1.2 单任务操作系统发展阶段

提起操作系统,现在几乎无人不知、无人不晓。关于操作系统概念的第一次讨论,是1953年在华盛顿召开的IBM 701计算机用户会议上展开的。到计算机诞生10年后的1955年,计算机上已出现了第一个操作系统,当时称为监控程序(monitor)。该系统是美国通用动力研究实验室(GMRL,General Motors Research Laboratory)为IBM 701计算机研制的,主要目的是实现作业的自动转换,向用户提供方便的操作接口,尽可能高效率地利用计算机。这就是单任务操作系统。

这一时期中,计算机语言的研究也开始萌动。1951年兰宁(J. Halcombe Laning)和齐勒尔(Neal Zierler)建立了一个翻译程序,内含算术和代数语句。其后,苏黎士联邦高等技术学院的卢狄豪斯(H. Rutishauser)设计了一个供科学计算用的相当完善的语言。但终因所用的计算机太小,未能真正实现翻译工作。到1954年,国际商业机器公司开始在纽约研制Fortran语言。

受IBM 701计算机上成功运行监控程序的鼓舞,北美航空公司开始与GMRL实验室合作,共同开发了运行于IBM 704计算机上的操作系统。该系统就是一个支持Fortran语言的监控程序,简记为FMS(Fortran Monitor System)。该系统的研制成功使操作系统达到了一个阶段性高潮。与此同时,计算机硬件也进入了第2代发展时期,计算机的硬件处理能力有了显著的提高,主要表现在:CPU的运行速度明显加快;内存容量有了很大增长;外部设备数量增多。计算机硬件的提高为软件发展奠定了基础。在程序设计方面,人们研制出了一些高级程序设计语言及编译软件,如著名的算法语言Algol、商业通用语言Cobol、工程师代数语言Sale等。硬件和软件的发展,促使操作系统进一步完善。直到20世纪60年代初,已有多个自行研制的操作系统在IBM 704计算机上运行,对后来的计算机系统发展产生了良好的影响。