



操作系统原理 及应用 (Linux)

王 红 主编



清华大学出版社

013032542

21世纪高等学校规划教材 | 计算机

TP316.89-43
28

操作系统原理及应用 (Linux)



清华大学出版社
北京



北航

C1640141

TP316.89-43
28

内 容 简 介

本书系统地介绍了操作系统的基本概念和基本原理,并在各章中结合 Linux 实例加以讲解。本书主要内容包括:操作系统概论、进程管理、处理机调度与死锁、内存管理、文件管理、设备管理、现代操作系统实例,以及操作系统的安全性。

本书是结合作者多年从事操作系统教学及科研工作的实践,根据操作系统课程的特点编写而成。本书概念准确,层次清晰,重点突出,系统性强,算法采用 C 语言描述。书中提供的例题典型部分,便于初学者对操作系统原理进行理解、掌握和运用。

本书可以作为高等学校及应用型本科、成人高教、高职高专等院校计算机类专业的教材,也可以作为从事计算机和信息科学类相关工作人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理及应用(Linux)/王红主编. —北京:清华大学出版社,2013.4

21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术

ISBN 978-7-302-31237-6

I. ①操… II. ①王… III. ①Linux 操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 001681 号

责任编辑:魏江江 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:白 蕾

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:15.75

字 数:382 千字

版 次:2013 年 4 月第 1 版

印 次:2013 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:041572-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授

北京信息工程学院

赵 宏 副教授

北京科技大学

孟庆昌 教授

石油大学

杨炳儒 教授

天津大学

陈 明 教授

复旦大学

艾德才 教授

吴立德 教授

吴百锋 教授

同济大学

杨卫东 副教授

苗夺谦 教授

徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学

扬州大学

南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学

南京邮电学院

苏州大学

江苏大学

中国矿业大学

武汉大学

华中科技大学

中南财经政法大学

华中师范大学

江汉大学

国防科技大学

中南大学

湖南大学

西安交通大学

长安大学

哈尔滨工业大学

吉林大学

山东大学

厦门大学

厦门大学嘉庚学院

云南大学

电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

李 云 教授

骆 斌 教授

黄 强 副教授

黄志球 教授

秦小麟 教授

张功萱 教授

朱秀昌 教授

王宜怀 教授

陈建明 副教授

鲍可进 教授

张 艳 教授

何炎祥 教授

刘乐善 教授

刘腾红 教授

叶俊民 教授

郑世珏 教授

陈 利 教授

颜 彬 教授

赵克佳 教授

邹北骥 教授

刘卫国 教授

林亚平 教授

沈钧毅 教授

齐 勇 教授

巨永锋 教授

郭茂祖 教授

徐一平 教授

毕 强 教授

孟祥旭 教授

郝兴伟 教授

冯少荣 教授

张思民 教授

刘惟一 教授

刘乃琦 教授

罗 蕾 教授

蔡 淮 教授

于 春 副教授

曾华燊 教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup. tsinghua. edu. cn

前言

操作系统在计算机系统中起着举足轻重的作用。操作系统课程是计算机科学与技术、计算机网络、通信等专业的必修课,也是计算机类考研的四门通考课程之一。掌握操作系统原理,并在此基础上提高实践能力,是操作系统课程教学需要完成的主要任务。为提高教学质量,保证教学效果,本书总结作者多年从事操作系统课程教学与科研的经验,依据新的操作系统课程本科教学大纲,在写作过程中注重突出以下特色:

(1) 提出问题,由浅入深。在写作过程中对一些典型的概念及原理,从提出问题入手,由浅入深地对操作系统的原理进行阐述,使初学者尽快进入操作系统的学习研究状态,更好地掌握操作系统原理。

(2) 突出重点,强理解。操作系统课程的一个特点是内容宽泛,知识的广度和深度都比较高。本书针对应用型本科的教学要求和学生的特点,做到对重要知识点加以强调突出,注重对这些知识的深入理解;同时内容方面也兼顾知识的系统化要求。

(3) 注重理论,联系实际。操作系统课程的另一个特点是理论性较强,对于一些概念和原理,学生在学习过程中不太容易理解。本书对重要的知识点都写了一些典型的例题,便于老师上课使用和同学们对知识的掌握;本书以 Linux 系统作为操作系统实例对操作系统原理进行了讲解,算法使用了 C 语言描述。

(4) 资源开放,方便教学。作者配合本书制作了 PPT 教学课件,方便教学使用。

本书内容共有 8 章,第 1 章操作系统概述,介绍操作系统的概念、分类、结构及操作系统的发展方向;第 2 章进程管理,介绍进程的概念、控制及进程同步;第 3 章处理机调度与死锁,介绍调度的概念、过程、算法、死锁的概念及死锁的解决方案;第 4 章内存管理,介绍内存管理的概念、基本内存管理方法和虚拟内存管理方法;第 5 章文件管理,介绍文件的概念、逻辑结构、物理结构,以及文件系统实现按名存取的方法;第 6 章设备管理,介绍设备管理的方法,以及在设备管理中如何提高进程的并发性,进而提高系统的效率;第 7 章现代操作系统实例,以目前较为流行的 Windows 系统、经典的 UNIX 系统,以及分布式系统作为实例,阐述对操作系统原理的运用;第 8 章操作系统的安全性,论述操作系统安全性的概念及实现方案。

本书由王红任主编。在本书的编写过程中,侯刚、张风云、杨德芳提供了很多帮助,在此表示感谢。

由于作者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 12 月

目 录

第 1 章 操作系统概论	1
1.1 操作系统的地位	1
1.2 操作系统的功能	2
1.2.1 提供人机接口	2
1.2.2 管理计算机资源	3
1.3 操作系统的发展过程	6
1.3.1 推动操作系统发展的主要动力	6
1.3.2 操作系统发展的初级阶段	7
1.3.3 单道批处理系统	7
1.3.4 多道批处理系统	9
1.3.5 分时系统	9
1.3.6 实时系统	10
1.3.7 微机操作系统	11
1.3.8 网络操作系统	12
1.3.9 分布式操作系统	12
1.4 操作系统的特性	13
1.5 操作系统的体系结构	14
1.5.1 层次结构	14
1.5.2 微内核结构	14
1.6 Linux 简介	15
1.6.1 Linux 简介	15
1.6.2 Linux 的内核特征	16
1.6.3 Linux 的发展及展望	17
本章小结	20
习题 1	20
第 2 章 进程管理	22
2.1 进程的引入	22
2.1.1 程序的顺序执行	22
2.1.2 程序的并发执行及其特征	23
2.1.3 进程的定义与特征	25
2.1.4 进程的基本状态及转换	26

2.1.5	Linux 进程的状态	28
2.2	进程的描述	28
2.2.1	进程控制块 PCB	29
2.2.2	进程控制块的组织方式	30
2.2.3	Linux 进程的 PCB	31
2.3	进程控制	32
2.3.1	进程的家族关系	33
2.3.2	进程的创建与终止	33
2.3.3	进程的阻塞与唤醒	34
2.3.4	Linux 系统调用	35
2.4	进程的同步与互斥	36
2.4.1	临界资源的概念	36
2.4.2	进程的互斥与同步	37
2.4.3	锁机制	38
2.4.4	信号量机制	39
2.5	进程同步问题举例	42
2.5.1	两个简单的例子	42
2.5.2	生产者-消费者问题	43
2.5.3	读者-写者问题	45
2.5.4	哲学家进餐问题	47
2.6	进程通信	48
2.6.1	共享存储器系统	48
2.6.2	消息传递系统	49
2.6.3	管道通信系统	51
2.7	信号通信机制	52
2.8	线程	53
2.8.1	线程的基本概念	54
2.8.2	线程的状态与转换操作	54
2.8.3	引入线程的好处	55
2.8.4	多线程的实现	55
2.8.5	Linux 系统的线程	56
	本章小结	57
	习题 2	57
第 3 章	处理机调度与死锁	59
3.1	作业管理	59
3.1.1	作业的概念及分类	59
3.1.2	作业的状态	60
3.1.3	作业管理的功能	60

3.1.4	作业与进程的关系	62
3.2	分级调度	62
3.3	作业调度	64
3.3.1	作业调度的功能	64
3.3.2	调度算法的评价准则	65
3.4	进程调度	66
3.4.1	进程调度的功能	66
3.4.2	进程调度的时机	67
3.4.3	进程上下文的切换	68
3.4.4	Linux 系统中进程调度发生的时机	68
3.5	调度算法	69
3.5.1	先来先服务调度算法	69
3.5.2	短作业(进程)优先调度算法	70
3.5.3	高响应比优先调度算法	71
3.5.4	优先级调度算法	71
3.5.5	时间片轮转法	74
3.5.6	多级队列调度算法	75
3.5.7	多级反馈队列优先算法	76
3.6	Linux 系统的调度算法	77
3.6.1	Linux 系统的进程调度策略	77
3.6.2	Linux 系统的优先级调度策略	78
3.6.3	实时进程的调度策略	80
3.7	死锁问题	80
3.7.1	死锁的概念	80
3.7.2	解决死锁问题的基本方法	81
3.7.3	产生死锁的原因及必要条件	81
3.8	死锁的预防	82
3.8.1	摒弃占有且申请条件	82
3.8.2	摒弃不可抢占条件	83
3.8.3	摒弃环路条件	83
3.9	死锁的避免	83
3.9.1	系统的安全状态	84
3.9.2	由安全状态向不安全状态的转化	84
3.9.3	银行家算法	84
3.10	利用银行家算法避免死锁	85
3.10.1	银行家算法中的数据结构	85
3.10.2	银行家算法的实现	85
3.10.3	银行家算法的应用	87
3.11	死锁的检测与解除	88

3.11.1 死锁检测的时机	89
3.11.2 死锁的检测	89
3.11.3 死锁的解除	91
本章小结	91
习题3	92
第4章 内存管理	94
4.1 存储器管理概述	94
4.1.1 存储器的层次	94
4.1.2 用户程序的处理过程	95
4.1.3 存储管理的几个基本概念	95
4.2 分区存储管理方式	97
4.2.1 单道程序的连续分配	97
4.2.2 固定分区分配方式	98
4.2.3 动态分区分配	99
4.2.4 可重定位分区	101
4.3 页式存储管理	102
4.3.1 页式存储管理的思想	102
4.3.2 页式存储管理的数据结构	102
4.3.3 页式存储管理的重定位方法	103
4.3.4 快表	105
4.3.5 两级和多级页表	105
4.4 段式存储管理	107
4.4.1 段式存储管理的思想	107
4.4.2 段页式存储管理	109
4.5 虚拟存储器	111
4.5.1 局部性原理	111
4.5.2 对换	112
4.5.3 覆盖	113
4.5.4 虚拟存储器	113
4.6 请求分页内存管理方式	115
4.6.1 请求分页的实现	115
4.6.2 内存分配策略	116
4.7 页面置换算法	118
4.7.1 先进先出页面置换算法	118
4.7.2 最近最久未使用页面置换算法	119
4.7.3 最佳置换算法	120
4.7.4 时钟置换算法	120
4.7.5 与页面置换算法相关的问题	121

4.8	请求分段存储管理	122
4.8.1	请求分段的原理和硬件支持	122
4.8.2	段的共享与保护	124
4.8.3	段的共享与保护的实现	125
4.9	Linux 系统的内存管理方法	127
4.9.1	Linux 的分页管理机制	127
4.9.2	虚存段的组织与管理	127
4.9.3	内存的共享和保护	128
4.9.4	内存空间管理	128
4.9.5	空闲内存管理	128
4.9.6	内核态内存的申请与释放	128
4.9.7	用户态内存的申请和释放	128
4.9.8	交换空间	129
4.9.9	页交换进程和页面换出	129
4.9.10	缺页中断和页面换入	129
	本章小结	130
	习题 4	130
第 5 章	文件管理	133
5.1	文件管理概述	133
5.1.1	文件的概念	133
5.1.2	文件系统	134
5.1.3	文件的分类	135
5.1.4	文件存取方式	136
5.2	文件的逻辑结构	137
5.2.1	流式文件	137
5.2.2	记录文件	137
5.3	外存分配方式	140
5.3.1	连续分配方式	140
5.3.2	链接分配方式	141
5.3.3	索引分配方式	143
5.4	文件目录管理	145
5.4.1	文件控制块和索引节点	145
5.4.2	文件目录结构	147
5.4.3	按名存取	150
5.5	文件存储空间的管理	150
5.5.1	空闲空间表法	151
5.5.2	位示图法	151
5.5.3	空闲块链法	152

5.5.4	空闲块成组链接法	152
5.6	文件共享与安全性	154
5.6.1	文件的共享	154
5.6.2	文件的安全性	156
5.7	Linux 文件系统	157
5.7.1	文件类型	157
5.7.2	Linux 文件目录	158
5.7.3	虚拟文件系统 VFS	160
5.7.4	EXT2	161
5.7.5	Linux 常用系统调用	162
	本章小结	164
	习题 5	165
第 6 章	设备管理	166
6.1	I/O 系统组成	166
6.1.1	I/O 设备	166
6.1.2	设备控制器	168
6.1.3	I/O 通道	169
6.2	数据传输控制方式	171
6.2.1	程序直接控制方式	172
6.2.2	中断控制方式	172
6.2.3	DMA 方式	173
6.2.4	通道控制方式	173
6.3	中断技术	174
6.3.1	中断的概念	174
6.3.2	中断源	175
6.3.3	中断响应	175
6.3.4	中断处理	176
6.4	缓冲技术	177
6.4.1	缓冲的引入	177
6.4.2	缓冲区的设置	178
6.4.3	缓冲池	179
6.5	设备分配	180
6.5.1	与设备分配相关的因素	181
6.5.2	虚拟设备技术	182
6.6	SPOOLING 系统	183
6.6.1	SPOOLING 系统的简介	183
6.6.2	SPOOLING 系统的组成	184
6.7	I/O 控制过程	184

6.7.1 用户进程的 I/O 请求	185
6.7.2 设备驱动	185
6.8 磁盘 I/O	186
6.8.1 磁盘存储格式	186
6.8.2 磁盘 I/O 性能	186
6.8.3 磁盘调度	186
6.8.4 磁盘高速缓存	188
6.9 Linux 系统的设备管理	189
6.9.1 Linux 系统设备管理概述	189
6.9.2 Linux 设备驱动程序的接口	190
6.9.3 Linux 的磁盘高速缓存	192
本章小结	193
习题 6	194
第 7 章 现代操作系统实例	195
7.1 UNIX 操作系统	195
7.1.1 UNIX 操作系统的发展	195
7.1.2 UNIX 操作系统的特点	196
7.1.3 UNIX 系统的内核结构	196
7.1.4 UNIX 系统的进程管理	197
7.1.5 UNIX 系统的内存管理	200
7.1.6 UNIX 系统的文件管理	202
7.1.7 UNIX 系统的设备管理	205
7.2 Windows 操作系统	206
7.2.1 Windows 系列概述	206
7.2.2 Windows 2000 中的进程和线程的特点	207
7.2.3 Windows 2000 中的进程	207
7.2.4 Windows 2000 中的线程	209
7.2.5 Windows 2000 的调度算法	210
7.2.6 Windows 2000 的内存管理	210
7.2.7 Windows 2000 的文件系统	212
7.2.8 Windows 设备管理	214
7.3 分布式操作系统	215
7.3.1 分布式操作系统的特性	215
7.3.2 进程迁移	216
7.3.3 分布式进程管理	217
本章小结	219
习题 7	219

第 8 章 操作系统的安全性	221
8.1 操作系统安全性概述	221
8.1.1 计算机系统安全性的内涵	221
8.1.2 计算机系统安全性评价基础	222
8.1.3 国内外计算机系统安全性评价准则	223
8.2 操作系统的安全机制	226
8.2.1 内存保护机制	226
8.2.2 用户身份认证机制	226
8.2.3 访问控制	228
8.2.4 加密技术	231
8.2.5 病毒及其防御机制	231
8.2.6 监控和审计日志	232
本章小结	233
习题 8	233
参考文献	234

第1章

操作系统概论

本章学习目标

操作系统是计算机系统中最基本的系统软件。一台计算机只有安装了操作系统之后才能正常使用,因此操作系统在计算机系统中占有非常重要的地位。通过本章的学习,读者应该掌握以下内容:

- 操作系统的地位和功能;
- 各种不同类型操作系统的特点及应用;
- 操作系统的特征;
- 操作系统的结构、层次结构的操作系统结构模型。

1.1 操作系统的地位

计算机系统由硬件和软件构成,硬件是计算机系统的物质基础,完成基本操作,软件通过对硬件基本功能的排列实现人们所需要的高级功能,如学习、游戏、娱乐、办公,人们在高层通过软件来使用计算机系统完成各种工作,软件是计算机系统的灵魂。正如人们弹奏钢琴一样,作为硬件的钢琴提供了固定数量的能发出基本音符的琴键,通过演奏者对这些固定数量的琴键的排列弹奏,就能奏出无限多的乐曲来。

计算机系统是分层次的,最低层是未配置任何软件的硬件裸机,硬件之上是软件,软件又分为若干层次,最低层是操作系统,如图 1-1 所示。

操作系统是覆盖在裸机上的第一层软件,它直接控制、管理各种硬件资源。在裸机上安装了操作系统后,就为其他软件 and 用户提供了工作环境。操作系统要为人们有效地使用计算机提供用户接口,首先要提供作业控制接口,使用户能通过终端输入一定命令来控制作业流程,如启动

一个应用程序;通过这个接口用户还可以完成一些基本操作,如文件操作,显示或设置系统日期、时间等;而且操作系统还为应用开发人员提供了系统功能调用,提高了应用开发效率。操作系统还要对系统资源进行统一管理,使各并发进程能按一定原则合理共享系统资源,并在保证各并发进程顺利运行的基础上提高资源利用率。所以操作系统是整个计算机

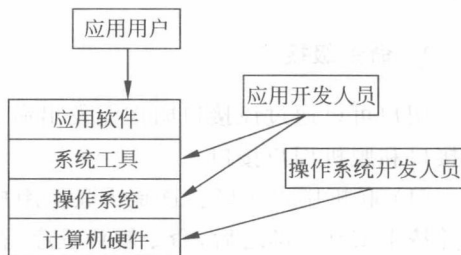


图 1-1 计算机系统层次结构