

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



操作系统实用教程

何 丽 主编
宋丽红 董林芳 饶俊 编著

清华大学出版社

操作系统实用教程



何 丽 主编
宋丽红 董林芳 饶俊 编著

内 容 简 介

本书全面介绍了操作系统的基本概念、原理和实现技术,并对 UNIX 系统和 Windows 系统的功能实现进行了具体阐述。全书共分 5 个部分,分别介绍了操作系统的硬件基础和发展、处理器管理、存储器管理、设备与文件管理,以及 UNIX 系统、Windows 系统的内核实现。

本书以适应计算机及相关专业操作系统的教学要求为编写目标,力求做到内容全面、结构合理、通俗易懂。本书内容丰富,强调理论与案例的结合,可以作为高等学校计算机及相关专业操作系统课程的教学参考书,也可以作为计算机相关专业的自学和考试用书。

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

操作系统实用教程/何丽主编. —北京:清华大学出版社,2012.5

(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-28193-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 037105 号

责任编辑:高买花 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:杨 艳

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 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20.25 字 数:503 千字

版 次:2012 年 5 月第 1 版 印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:32.00 元

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授

章 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

赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

同济大学

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	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
厦门大学	冯少荣	教授
厦门大学嘉庚学院	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	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

操作系统是计算机系统的重要组成部分,操作系统课程作为高等学校计算机相关专业的学科基础课,在计算机相关专业的教学中起着重要的作用。近年来,随着计算机技术的迅速发展和操作系统新概念和新技术的出现,国内很多操作系统教材也相继问世。本书是以计算机专业操作系统的教学大纲为参考,在吸收国内外经典操作系统教材和文献资料的基础上编写而成的。本书注重对操作系统基本概念和基本原理的深入介绍,并尽可能对其中的重要概念和原理进行实例化,以加深读者对操作系统课程理论和实现原理的理解。同时,为将操作系统课程的理论和常见操作系统的实现相结合,本书还专门设计了案例介绍部分。该部分以 UNIX 和 Windows 系统内核的实现为主线,力求将操作系统的抽象概念和理论具体化,以加深读者对操作系统理论的理解和掌握。

本书以满足高等学校计算机及相关专业操作系统课程教学为设计目标,力求做到:紧扣教学大纲要求,内容覆盖全面、取舍合理;知识结构层次清晰,概念描述深入浅出,以方便读者自学。全书分 5 个部分,共 11 章。第一篇概论,主要介绍操作系统运行的硬件基础和操作系统的功能、作用及发展;第二篇处理器管理,介绍操作系统的 CPU 管理功能,主要包括进程管理、进程控制、进程的同步与通信,以及调度和死锁等概念;第三篇存储器管理,阐述了实存管理的实现方法和虚拟存储器系统,重点介绍了分页和分段的主存管理模式;第四篇设备与文件管理,分别介绍了操作系统设备管理的方法和实现原理,文件管理的相关概念、文件系统的结构和功能,以及文件的共享方法等;第五篇案例介绍,分别介绍了 UNIX 系统和 Windows 系统各个内核模块的实现原理。

参与本书编写的人员全部为天津财经大学教学一线的老师。其中,何丽老师编写了本书的第 1~5 章,宋丽红老师编写了本书的第 6 章和第 7 章,董林芳老师编写了本书的第 8 章和第 9 章,饶俊老师编写了本书的第 10 章和第 11 章。为了本书能按期出版,参编老师都付出了艰苦的劳动,在此,表示衷心的感谢!与此同时,本书的编写也得到了清华大学出版社的大力支持,在此也表示感谢!

本书虽然进行了多次修改和校对,希望能为广大学习者奉献一本好书,但限于水平有限,书中难免会有错误和不当之处,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

第一篇 概 论

第 1 章 操作系统运行的硬件基础	3
1.1 中央处理器	3
1.1.1 寄存器	4
1.1.2 特权指令	5
1.1.3 处理器状态	5
1.2 中断技术	7
1.2.1 中断分类	8
1.2.2 中断向量	10
1.2.3 中断响应与处理	11
1.2.4 多重中断	14
1.3 系统调用	15
1.3.1 系统调用概念	15
1.3.2 系统调用处理过程	16
1.3.3 系统调用表	17
1.4 存储器	17
1.4.1 存储器的层次	18
1.4.2 主存储器与 MMU	18
1.4.3 高速缓存	19
1.4.4 磁盘存储器	21
1.5 I/O 端口寻址与访问控制方式	21
1.5.1 I/O 端口寻址	22
1.5.2 接口访问控制	22
1.6 习题	23
第 2 章 操作系统概述	24
2.1 操作系统的目标和作用	24
2.1.1 操作系统的目标	24
2.1.2 操作系统的作用	25
2.2 操作系统的发展	27
2.2.1 推动操作系统发展的主要动力	27

2.2.2	手工操作时代	27
2.2.3	脱机输入/输出系统	27
2.2.4	单道批处理系统	28
2.2.5	多道批处理系统	29
2.2.6	分时系统	31
2.2.7	实时系统	31
2.2.8	操作系统的进一步发展	33
2.2.9	现代操作系统的特征	34
2.3	操作系统的主要功能	36
2.3.1	处理器管理	36
2.3.2	存储器管理	36
2.3.3	设备管理	37
2.3.4	文件管理	38
2.3.5	接口管理	38
2.4	操作系统的结构	39
2.4.1	传统操作系统结构	40
2.4.2	微内核操作系统结构	41
2.5	习题	43

第二篇 处理器管理

第3章	进程的描述与控制	47
3.1	程序的执行	47
3.1.1	程序的顺序执行	47
3.1.2	程序的并发执行	48
3.2	进程的概念与特征	50
3.2.1	进程的引入	50
3.2.2	进程的概念	50
3.2.3	进程的特征	51
3.3	进程的基本状态及其转换	52
3.3.1	进程的三态模型	52
3.3.2	进程的五态模型	53
3.3.3	进程的挂起	54
3.4	进程控制块 PCB	56
3.4.1	PCB 的信息组成	56
3.4.2	PCB 的组织	58
3.5	进程映像	59
3.5.1	进程映像的组成	59
3.5.2	进程上下文	60

3.6	进程控制	61
3.6.1	原语	61
3.6.2	模式切换	61
3.6.3	进程切换	62
3.6.4	进程的创建	63
3.6.5	进程的终止	65
3.6.6	进程的阻塞与唤醒	66
3.6.7	进程的挂起与激活	67
3.7	线程	67
3.7.1	线程的概念	67
3.7.2	线程的引入	68
3.7.3	进程和线程的比较	68
3.7.4	线程的描述与控制	69
3.7.5	多线程	72
3.7.6	线程的实现	73
3.8	习题	75
第4章	进程的同步与通信	77
4.1	进程之间的制约关系	77
4.1.1	进程之间的协作关系	77
4.1.2	进程之间的竞争关系	78
4.1.3	临界资源与临界区	78
4.2	进程同步	80
4.2.1	同步规则	80
4.2.2	互斥的软件解决方法	80
4.2.3	互斥的硬件解决方法	83
4.3	信号量	85
4.3.1	二元信号量	86
4.3.2	一般信号量	87
4.3.3	信号量的实现	88
4.4	经典进程同步问题的信号量解决方案	89
4.4.1	生产者-消费者问题	89
4.4.2	读-写问题	91
4.4.3	哲学家就餐问题	93
4.5	管程	94
4.5.1	条件变量	94
4.5.2	管程结构	95
4.5.3	管程在进程同步中的应用	96
4.6	进程通信	98

4.6.1	共享存储器通信	98
4.6.2	管道通信	99
4.6.3	消息传递通信	99
4.7	线程同步	102
4.7.1	互斥锁	102
4.7.2	条件变量	102
4.7.3	信号量	103
4.8	习题	103
第 5 章	调度与死锁	105
5.1	作业管理	105
5.1.1	基本概念	105
5.1.2	作业与进程的关系	106
5.2	处理器调度的层次	107
5.2.1	高级调度	107
5.2.2	中级调度	108
5.2.3	低级调度	109
5.3	单处理器调度算法	112
5.3.1	调度准则	112
5.3.2	常用的调度算法	113
5.4	实时调度	121
5.4.1	实时调度的条件	122
5.4.2	实时调度策略	122
5.4.3	常用的实时调度算法	124
5.5	多处理器调度	127
5.5.1	多处理器系统的分类	127
5.5.2	对称式多处理器系统中的处理器分配	128
5.5.3	多处理器中的线程调度算法	128
5.6	死锁	129
5.6.1	死锁产生的原因	130
5.6.2	死锁产生的必要条件	132
5.6.3	死锁的预防	132
5.6.4	死锁的避免	133
5.6.5	死锁的检测与解除	138
5.7	习题	141

第三篇 存储器管理

第 6 章	实存管理	145
6.1	存储器的基本概念	145

6.1.1	存储器的层次	145
6.1.2	存储管理的目的和功能	145
6.1.3	存储分配方式	146
6.2	单一连续分区存储管理	146
6.3	固定分区存储管理	147
6.4	可变分区存储管理	148
6.4.1	可变分区存储管理的思想和实现	148
6.4.2	记录主存分区的方法	149
6.4.3	分配算法	150
6.4.4	动态重定位的可变分区管理	153
6.5	多重分区管理	156
6.6	交换技术	157
6.7	基本分页的存储管理	157
6.7.1	分页存储管理的基本思想	157
6.7.2	分页系统中的地址转换	158
6.7.3	分页存储管理中的数据结构	161
6.7.4	页的共享	161
6.7.5	两级页表	162
6.8	基本分段存储管理	163
6.8.1	分段存储管理的基本概念	164
6.8.2	基本分段管理中的地址转换	164
6.8.3	段的动态链接	165
6.8.4	分段存储管理的优缺点	165
6.9	段页式存储管理	166
6.9.1	段式存储管理技术的基本要点	166
6.9.2	段页式系统的地址转换	167
6.9.3	段页式存储管理的优缺点	169
6.10	存储管理中的存储保护	169
6.11	习题	170
第7章	虚拟存储器系统	172
7.1	虚拟存储的思想	172
7.2	虚拟存储器概述	173
7.3	请求分页的存储器管理	174
7.3.1	请求分页的硬件机制	174
7.3.2	请求分页的地址转换	175
7.3.3	主存分配策略	175
7.3.4	页面置换算法	177
7.4	请求分段的存储器管理	180

7.4.1 请求分段的硬件机制	180
7.4.2 请求分段的地址转换	181
7.5 请求段页式存储管理	181
7.6 习题	182

第四篇 设备与文件管理

第8章 设备管理	187
8.1 I/O 系统概述	187
8.1.1 I/O 系统的结构	187
8.1.2 I/O 设备的分类	188
8.1.3 设备管理的功能	190
8.1.4 设备控制器	190
8.1.5 I/O 通道	193
8.2 I/O 控制方式	195
8.2.1 程序查询 I/O 方式	195
8.2.2 中断 I/O 方式	196
8.2.3 DMA 方式	196
8.2.4 通道方式	198
8.3 I/O 缓冲管理	198
8.3.1 缓冲区的引入	198
8.3.2 单缓冲	199
8.3.3 双缓冲	199
8.3.4 循环缓冲	200
8.3.5 缓冲池	202
8.4 I/O 系统软件	203
8.4.1 I/O 软件的设计目标与层次模型	203
8.4.2 中断处理程序	205
8.4.3 设备驱动程序	207
8.4.4 设备独立性软件	209
8.4.5 用户层 I/O 软件	211
8.5 设备分配	211
8.5.1 设备分配中的数据结构	211
8.5.2 设备分配应考虑的因素	212
8.5.3 SPOOLing 技术	214
8.6 磁盘管理	215
8.6.1 磁盘的结构和性能	215
8.6.2 磁盘调度算法	217
8.6.3 提高磁盘 I/O 速度的方法	219

8.6.4 廉价冗余磁盘阵列 RAID	221
8.7 习题	223
第9章 文件管理	224
9.1 概述	224
9.1.1 文件	224
9.1.2 文件系统	225
9.1.3 文件操作	227
9.2 文件的组织和存取	228
9.2.1 文件的逻辑结构	228
9.2.2 有结构文件的类型	229
9.2.3 其他形式的文件逻辑结构	231
9.2.4 文件的存取方法	231
9.3 文件的物理结构	232
9.3.1 连续文件	232
9.3.2 链接文件	233
9.3.3 索引文件	234
9.3.4 多重索引文件	234
9.3.5 混合索引文件	234
9.4 目录管理	236
9.4.1 目录的内容	236
9.4.2 文件控制块和索引节点	236
9.4.3 目录结构	238
9.4.4 目录检索算法	240
9.5 文件存储空间管理	242
9.5.1 磁盘空闲空间的分配策略	242
9.5.2 空闲空间管理	245
9.6 文件的共享	248
9.6.1 基于索引节点的文件共享	248
9.6.2 基于符号链的文件共享	249
9.7 磁盘容错技术	249
9.7.1 第一级容错技术 SFT-I	250
9.7.2 第二级容错技术 SFT-II	250
9.8 习题	251

第五篇 案例介绍

第10章 UNIX 操作系统	257
10.1 UNIX 的发展历史	257

10.2	UNIX 的内核结构	258
10.3	UNIX 的进程管理	259
10.3.1	UNIX 进程描述	259
10.3.2	进程状态及其转换	262
10.3.3	进程调度	263
10.3.4	UNIX 进程的同步与通信	264
10.4	UNIX 的存储器管理	266
10.4.1	对换	266
10.4.2	请求调页	267
10.5	UNIX 设备管理	269
10.5.1	字符设备缓冲区管理	269
10.5.2	块设备缓冲区管理	270
10.5.3	内核与驱动程序的接口	272
10.5.4	磁盘驱动程序	273
10.5.5	磁盘读、写程序	273
10.6	UNIX 的文件管理	275
10.6.1	文件管理概述	275
10.6.2	索引节点和目录文件	276
10.6.3	文件的物理结构	277
10.6.4	磁盘存储空间管理	278
10.7	习题	279
第 11 章	Windows 操作系统	280
11.1	Windows 的发展历史	280
11.2	Windows 的对象管理	281
11.3	Windows 的进程/线程管理	282
11.3.1	进程对象	282
11.3.2	线程对象	284
11.3.3	进程与线程的状态及其转换	284
11.3.4	调度算法	286
11.3.5	同步与通信	288
11.4	Windows 的存储器管理	290
11.4.1	地址空间布局	290
11.4.2	主存空间分配	290
11.4.3	虚拟地址变换	292
11.5	Windows 的设备管理	295
11.5.1	Windows 设备管理的特点	295
11.5.2	系统结构和组件	295
11.5.3	数据结构	296

11.5.4 设备驱动程序	298
11.5.5 I/O 类型	299
11.6 Windows 的文件管理	299
11.6.1 概述	299
11.6.2 文件系统模型	302
11.7 习题	303
参考文献	304