

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



操作系统实验教程 (Linux版)

潘景昌 刘杰 编著

6.89



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



操作系统实验教程 (Linux版)

潘景昌 刘杰 编著



1086004

清华大学出版社
北京

1141790

内 容 简 介

本书共有 15 章,分为三大部分。第 1 部分介绍了 Linux 的基本原理、安装及使用方法。第 2 部分是 Linux 基础实验部分,涉及了 Shell 编程、处理机调度、进程的控制与通信、文件管理、设备管理等基础实验,部分章节还设计了多个实验,可根据实际情况选做。第 3 部分是基于 Linux 的综合实验,用以提高综合实验能力。

编者根据多年的教学和实践经验,设计了本书的一整套实验,涵盖了操作系统所有重要的原理和机制。本书的内容具有自含性,通过自学和上机实验便可掌握操作系统的原理和实现方法。每个实验都给出了具体的实验要求、实验原理、实验指导,并附实验参考源代码。

本书可作为高等院校计算机及相关专业“操作系统”课程的实验教材,也可供相关专业技术人员参考。

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

操作系统实验教程:Linux 版/潘景昌,刘杰编著. —北京:清华大学出版社,2010.11
(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-23643-6

I. ①操… II. ①潘… ②刘… III. ①Linux 操作系统—教材 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 160166 号

责任编辑:梁 颖

责任校对:李建庄

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:12.5 字 数:304 千字

版 次:2010 年 11 月第 1 版 印 次:2010 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:21.00 元

产品编号:038295-01

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

赵 宏 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

上海大学

陆 铭 副教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学

吴朝晖 教授

扬州大学	李善平	教授
南京大学	李云	教授
	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
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
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐勇	教授
长安大学	巨永峰	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
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	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	讲师
西南交通大学	曾华荣	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、教学内容和教学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·财经管理与计算机应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,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

操作系统是现代计算机系统最基本的系统软件,针对它所开设的“操作系统”课程具有很强的理论性和实践性。该课程的实验环节一直是教学的重点和难点。要掌握操作系统的原理和实现方法,除了听课、看书、做习题外,更重要的是实验。本书提供了实验的编程实例,包括使用操作系统、阅读和分析已有操作系统的源代码、自己设计小型系统/模块或模拟算法等,以此加深对操作系统工作原理的领会和对操作系统实现方法的理解,并且在程序设计能力方面得到训练和提高。

本教程安排的实验内容按深度分为三个层次:

(1) 观察性实验或验证性实验。这是实验的基础部分,目的是尽快熟悉 Linux 的基本操作,为后面的设计性和综合性实验做好铺垫。

(2) 设计性实验。这是实验的关键部分,用以锻炼和培养设计和动手实践能力。

(3) 综合性实验。本部分注重综合设计和实践,不仅能验证掌握知识的程度,而且能培养和锻炼自学及创新能力。

本教程共有 15 章,分为三大部分。第 1 部分包括 4 章,介绍了 Linux 的基本原理、安装及使用方法。第 2 部分包括 9 章,是 Linux 基础实验部分,涉及了 Shell 编程、处理机调度、进程的控制与通信、文件管理、设备管理等基础实验,部分章节还设计了多个实验,可根据情况选做。第 3 部分包括 2 章,是基于 Linux 的综合实验,用以提高综合实验能力。

本教程作为“操作系统”课程的实验指导教材,是编者在长期的操作系统教学与实践过程中逐渐积累而成的。本教程十分注重理论和实践的结合,重点培养学生的分析和设计能力,每个实验都给出了具体的实验要求、实验原理、实验指导,并附实验参考源代码。教师在使用时,可对本教程的实验进行拓展或改进,以便更好地开展实验。

本教程可以指导学生独立完成基于 Linux 操作系统下的实验,有助于对操作系统原理的理解和掌握,既可作为“操作系统”课程的实验教材,又可自成体系,独立作为 Linux 实验课的指导教材。

本教程的第 1~4 章由刘杰编写,第 5~15 章由潘景昌编写,全书由潘景昌主编和统稿。同时感谢李晓龙、汪惺惺及杜鹏在代码编写与程序的调试、资料搜集与整理等方面所作的贡献。

本教程可作为大专院校、计算机职业专科学校电子类各专业操作系统实验教学的指导教材,也可供相关专业技术人员参考。鉴于编者水平有限,不妥之处恳请读者批评指正并提出宝贵意见。

编者

2010 年 9 月

目 录

第 1 部分 Linux 基础及使用

第 1 章 Linux 概述	3
1.1 Linux 的诞生和发展	3
1.2 Linux 的内核及版本	4
1.2.1 常用 Linux 发行版本	4
1.2.2 内核版本的选择	4
1.3 Linux 的系统架构	5
1.3.1 进程调度 SCHED	5
1.3.2 内存管理 MMU	6
1.3.3 虚拟文件系统 VFS	6
1.3.4 网络接口	6
1.3.5 进程间通信	6
第 2 章 Red Hat Linux	7
2.1 Red Hat Linux 概述	7
2.2 Red Hat Linux 安装	7
2.3 Red Hat Linux 基本操作	22
2.3.1 登录和注销	22
2.3.2 术语介绍	24
2.3.3 Linux 的文件结构	24
第 3 章 Linux 编程基础	26
3.1 Linux 常用命令	26
3.1.1 文件管理	26
3.1.2 磁盘管理	29
3.1.3 文档编辑	31
3.1.4 文件传输	32
3.1.5 磁盘维护	33
3.1.6 网络通信	34
3.1.7 系统管理	35
3.1.8 系统设置	37

3.1.9 备份压缩	38
3.2 vi 编辑器	39
3.2.1 vi 简介	39
3.2.2 vi 使用方法	40
3.3 gedit 编辑器	44
3.4 gcc 编译器	45
3.4.1 gcc 基本规则	45
3.4.2 执行过程	46
3.4.3 基本用法	46
3.5 Shell 编程基础	47
3.5.1 Shell 程序编写与执行	47
3.5.2 Shell 基本操作	48
3.5.3 Shell 程序	48
3.5.4 Shell 程序调试	50
第 4 章 基于 Linux 的实验体系	52
4.1 操作系统实验分析	52
4.2 实验指导思想	53
4.3 实验体系的构成	54
4.4 实验要求	55
4.5 本教程实验平台的选择	55
4.6 实验环境的选择与构建	56
 第 2 部分 基于 Linux 的基础实验	
第 5 章 Linux 基本操作实验	59
5.1 实验目的	59
5.2 实验内容	59
5.3 准备知识	60
5.4 实验指导	60
第 6 章 Shell 编程实验	73
6.1 实验目的	73
6.2 实验内容	73
6.3 准备知识	75
6.4 实验原理	75
6.5 实验指导	76
6.6 参考代码及运行结果	76

第 7 章 进程控制实验	80
7.1 实验目的	80
7.2 实验内容	80
7.3 准备知识	80
7.4 实验原理	81
7.5 实验指导	81
7.6 参考代码及运行结果	82
第 8 章 处理机调度实验	84
8.1 实验目的	84
8.2 实验内容	84
8.3 准备知识	84
8.4 实验原理	84
8.5 实验指导	87
8.6 参考代码及运行结果	88
第 9 章 进程同步与死锁实验	104
9.1 读者-写者问题	104
9.1.1 实验目的	104
9.1.2 实验内容	104
9.1.3 准备知识	104
9.1.4 实验原理	104
9.1.5 实验指导	105
9.1.6 参考代码及运行结果	106
9.2 车辆行驶死锁问题	111
9.2.1 实验目的	111
9.2.2 实验内容	111
9.2.3 准备知识	112
9.2.4 实验原理	112
9.2.5 实验指导	113
9.2.6 参考代码及运行结果	113
第 10 章 进程通信实验	118
10.1 管道通信实验	118
10.1.1 实验目的	118
10.1.2 实验内容	118
10.1.3 准备知识	118
10.1.4 实验原理	119

10.1.5	实验指导	119
10.1.6	参考代码及运行结果	121
10.2	Socket 通信实验	123
10.2.1	实验目的	123
10.2.2	实验内容	123
10.2.3	准备知识	123
10.2.4	实验原理	123
10.2.5	实验指导	124
10.2.6	参考代码及运行结果	125
第 11 章	存储管理实验	131
11.1	Buddy heap 算法模拟实验	131
11.1.1	实验目的	131
11.1.2	实验内容	131
11.1.3	准备知识	131
11.1.4	实验原理	131
11.1.5	实验指导	133
11.1.6	参考代码及运行结果	135
11.2	页故障率反馈模型实验	143
11.2.1	实验目的	143
11.2.2	实验内容	143
11.2.3	准备知识	143
11.2.4	实验原理	143
11.2.5	实验指导	145
11.2.6	参考代码及运行结果	146
第 12 章	文件系统实验	151
12.1	实验目的	151
12.2	实验内容	151
12.3	准备知识	151
12.4	实验原理	152
12.5	实验指导	152
12.6	参考代码及运行结果	154
第 13 章	设备管理实验	161
13.1	实验目的	161
13.2	实验内容	161
13.3	准备知识	161
13.4	实验原理	161

13.5 实验指导	162
13.6 参考代码及运行结果	163

第3部分 基于Linux的综合实验

第14章 模块编程实验	173
14.1 实验目的	173
14.2 实验内容	173
14.3 准备知识	173
14.4 实验原理	173
14.5 参考代码及运行结果	175
第15章 建立远程FTP服务实验	177
15.1 实验目的	177
15.2 实验内容	177
15.3 准备知识	177
15.4 实验原理	177
15.5 实验指导	178
附录 实验报告参考格式	181
参考文献	182

第 1 部分

Linux 基础及使用

第1章

Linux 概述

1.1 Linux 的诞生和发展

Linux 操作系统诞生于 1991 年 10 月 5 日(这是第一次正式对外公布的时间)。其版本从开始的 0.01 版本到目前的 2.6.28.4 版本经历了二十多年的发展,从最初的蹒跚学步的“婴儿”成长为目前在服务器、嵌入式系统和个人计算机等多个方面得到广泛应用的操作系统。

Linux 的诞生和发展与个人计算机的发展历程是紧密相关的,特别是随着 Intel 的 i386 个人计算机的发展而逐步成熟。在 1981 年之前没有个人计算机,计算机是大型企业和政府部门才能使用的昂贵设备。IBM 公司在 1981 年推出了个人计算机 IBM PC,从而造成个人计算机的发展和普及。刚开始的时候,微软帮助 IBM 公司开发的 MS-DOS 操作系统在个人计算机中占有统治地位。随着 IT 行业的发展,个人计算机的硬件价格虽然逐年在下降,但是软件特别是操作系统的价格一直居高不下。

在操作系统的发展受到版权限制的时候,出现了 Minix 操作系统。1991 年 4 月,芬兰赫尔辛基大学学生 Linus Benedict Torvalds 不满意 Minix 这个教学用的操作系统。出于爱好,他根据可在低档机上使用的 Minix 设计了一个系统核心 Linux 0.01,并于 1991 年年底首次公众于世。Linux 因其创始人 Linus Benedict Torvalds 而得名。

Linux 操作系统是 UNIX 的一种典型的克隆系统,但严格说来,Linux 是有别于 UNIX 的另一种操作系统。Linux 诞生之后,在 Linus 的带领下,Linux 通过 Internet 广泛传播,在全世界计算机爱好者的共同努力下,成为目前世界上使用者最多的一种 UNIX 类操作系统,并且使用人数还在迅猛增长。由于许多专业用户(主要是程序员)自愿地开发它的应用程序,并借助 Internet 拿出来让大家一起修改,所以其周边的程序越来越多,Linux 本身也逐渐发展壮大起来。

目前 Linux 已经成为主流的操作系统之一。Linux 逐步发展和完善,可以支持多用户、多任务环境,具有较好的实时性和广泛的协议支持。同时,Linux 操作系统在服务器、嵌入式等方面获得了长足的发展,在系统兼容性和可移植性方面也有上佳的表现,并在个人操作系统方面有着大范围的应用,这主要得益于其开放性。Linux 可以广泛应用到 x86、Sun Sparc、Digital、Alpha、MIPS、Power PC 等平台。

相对于 Windows 和其他操作系统,Linux 操作系统以其系统简明、功能强大、性能稳

定以及扩展性和安全性高而著称,是目前发展最快的操作系统。

1.2 Linux 的内核及版本

1.2.1 常用 Linux 发行版本

严格说来, Linux 实际上只定义了一个操作系统内核。这个内核由 `kernel.org` 负责维护。不同的企业和组织在此基础上开发了一系列辅助软件,打包发布自己的“发行版本”。各种发行版本可以“非常不同”,却是建立在同一个基础之上的。要在 Linux 环境下进行程序设计,首先要选择合适的 Linux 发行版本和 Linux 的内核。Linux 的发行版本众多,表 1-1 为经常采用的版本。可以去相关网址查找,选择适合的版本使用。

表 1-1 常用 Linux 发行版本及特点

版本名称	网 址	特 点	软件包管理器
Debian Linux	www.debian.org	开放的开发模式,并且易于进行软件包升级	apt
Fedora Core	www.redhat.com	拥有数量庞大的用户,优秀的社区技术支持,并且有许多创新	up2date(rpm), yum (rpm)
CentOS	www.centos.org	CentOS 是一种对 RHEL (Red Hat Enterprise Linux) 源代码再编译的产物,由于 Linux 是开发源代码的操作系统,并不排斥基于源代码的再分发, CentOS 就是将商业的 Linux 操作系统 RHEL 进行源代码编译后分发,并在 RHEL 的基础上修正了不少已知的 bug	rpm
SUSE Linux	www.suse.com	专业的操作系统,易用的 YaST 软件包管理系统开放	YaST(rpm), 第三方 apt(rpm) 软件库 (repository)
Mandriva	www.mandriva.com	操作界面友好,使用图形配置工具,有庞大的社区进行技术支持,支持 NTFS 分区的大小变更	rpm
KNOPPIX	www.knoppix.com	可以直接在 CD 上运行,具有优秀的硬件检测和适配能力,可作为系统的急救盘使用	apt
Gentoo Linux	www.gentoo.org	高度的可定制性,使用手册完整	portage
Ubuntu	www.ubuntu.com	优秀易用的桌面环境,基于 Debian 的不稳定版本构建	apt

1.2.2 内核版本的选择

内核是 Linux 操作系统的核心,是运行程序和管理硬件设备的核心程序。从最初的版本到目前的 2.6.28.4 版本, Linux 内核开发经过了近 20 年的时间,其架构已经十分稳定。Linux 内核的编号采用如下形式。