

操作系统实验指导

——基于Linux内核（第三版）

徐虹 主编
何嘉 王铁军 编著



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

操作系统实验指导

——基于Linux内核（第三版）

徐虹 主编
何嘉 王铁军 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

计算机操作系统原理是一门非常重要的专业课程,本教材所介绍的“基于 Linux 内核的操作系统实验体系”可引导学生与操作系统内核进行交互以理解其原理。整个实验体系构架在 Linux 内核的基础上,按“系统基本构架”“系统五大功能”和“综合应用”三方面分为 9 个实验。

本书共 12 章,从内容上分为 3 个部分。第 1 部分包括第 1~3 章,介绍了基于 Linux 内核的实验系统、Linux 内核分析和使用方法。第 2 部分是对 7 项基本实验的指导:进程管理实验、存储器管理实验、用户接口实验、模块编程实验、设备管理实验、文件系统实验和时钟管理实验。第 3 部分是两项综合实验的指导:系统信息显示实验和操作系统构成实验。这些实验很好地解决了如何配合操作系统课程教学来指导学生进行实践的问题。

本书所介绍的实验涵盖了所有的操作系统重要原理和机制,本书及相关实验系统既可供大专院校、计算机职业专科学校电子类各专业“操作系统”的实验教学使用,也可供从事计算机操作系统研究的专业技术人员使用。

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

操作系统实验指导:基于 Linux 内核/徐虹主编.--3 版.--北京:清华大学出版社,2016

21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术

ISBN 978-7-302-43811-3

I. ①操… II. ①徐… III. ①Linux 操作系统 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100201 号

责任编辑:闫红梅 战晓雷

封面设计:傅瑞学

责任校对:胡伟民

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:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.75 字 数:495 千字

版 次:2004 年 11 月第 1 版 2016 年 8 月第 3 版 印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50 元

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”是计算机科学中一门重要的专业基础课,同时又是一门实践性很强的技术课程。掌握操作系统原理,熟悉操作系统的使用是各层次计算机软硬件开发人员必不可少的基本技能。然而,困扰学校“操作系统”教学的问题是讲授理论原理比较容易,而如何指导学生进行实践则相对较难。这样往往导致学生不能深刻地理解操作系统的本质,因而也不能在实际应用中将所学的“操作系统”课程知识以及操作系统所提供的功能用于解决实际问题。

目前,国内大专院校在讲授“操作系统”课程时,实验大多是在 Windows 或 UNIX 下练习操作系统的使用技巧和命令。这样的实验环境使学生既不能理解操作系统的内部机制和体系结构,也不能利用现有的内核生成一个令自己满意的操作系统,不清楚操作系统的工作原理,更不用说试图自己改变系统中的部分算法及资源分配方式了。

本实验教材提出的教学实验体系的研发是“操作系统”课程教学的一次变革,它能够改变“操作系统”课堂教学由于没有实验环境,只向学生讲解基本理论,从而造成理论与实践严重脱离的局面。该实验体系构架在 Linux 内核的基础上,分为“系统基本构架”“系统五大功能”和“综合运用”三方面。设计的实验分为基础实验和综合实验两部分,基础实验包括进程管理、存储器管理、用户接口、模块编程、设备管理、文件系统和时钟实验,综合实验包括系统信息显示实验和操作系统构成实验。让学生在实验体系的指导下学习理解操作系统的基本原理、内部机制和体系结构,并在此基础上能够亲自动手生成一个自己满意的操作系统。

本书第三版在内容上可以分为 3 个部分,共 12 章。第 1 部分是基础概念,包括 3 章,介绍了基于 Linux 内核的实验系统、Linux 内核分析和 Linux 系统的使用方法。第 2 部分是对 7 项基本实验的指导:进程管理实验、存储器管理实验、用户接口实验、模块编程实验、设备管理实验、文件系统实验和时钟实验。第 3 部分是两项综合实验的指导:系统信息显示实验和操作系统构成实验。第三版在第二版的基础上修改了第 1、7、8 章,增加了第 10 章时钟管理实验。

本书的第 1、2、3、4、6、10、11、12 章由徐虹编写,第 5、9 章由何嘉编写,第 7、8 章由王铁军编写。全书由徐虹主编和统稿。同时感谢薛筱宇和李代伟为实验系统所做的贡献。

本书及其实验系统可作为大专院校、计算机职业专科学校电子类各专业“操作系统”的实验教学课程。作为“操作系统”实验课程的一个尝试,本教学实验手册及实验软件系统难免有疏漏不妥之处,希望兄弟院校及同行给予指正帮助,以便继续修订。

编 者

2016 年 2 月

目 录

第 1 章 Linux 概述	1
1.1 Linux 操作系统简介	1
1.1.1 Linux 操作系统的发展	1
1.1.2 Linux 操作系统的特点	2
1.1.3 目前流行的 Linux 版本	3
1.2 基于 Linux 内核的操作系统实验体系	4
1.2.1 操作系统实验的现状	4
1.2.2 选择 Linux 的原因	5
1.2.3 实验设计思想	6
1.2.4 实验体系的构成	7
第 2 章 Linux 内核分析	9
2.1 Linux 内核结构概述	9
2.2 Linux 进程管理	9
2.2.1 描述进程的数据结构	10
2.2.2 进程调度	12
2.2.3 创建进程	15
2.2.4 进程通信机制	15
2.3 Linux 存储管理	19
2.3.1 物理内存管理器	20
2.3.2 内核内存管理器	23
2.3.3 虚拟内存管理器	29
2.3.4 Linux 的高速缓存机制	38
2.4 Linux 设备管理	39
2.4.1 Linux 设备管理结构	39
2.4.2 I/O 控制方式	40
2.4.3 Linux 设备驱动程序	41
2.4.4 字符设备驱动程序	44
2.4.5 块设备驱动程序	47
2.5 Linux 文件系统	51
2.5.1 Linux 文件系统概述	51
2.5.2 虚拟文件系统	52

2.5.3	EXT2 文件系统	57
2.5.4	Linux 的几个重要文件系统	62
第 3 章	Linux 的使用	64
3.1	安装 Red Hat Linux	64
3.2	Linux 文件系统结构	65
3.2.1	Linux 目录结构	65
3.2.2	目录功能简介	66
3.2.3	Linux 文件系统的装载和卸载	67
3.3	Linux 系统的基本操作	69
3.3.1	Linux 系统的启动与退出	69
3.3.2	Linux 系统对文件和目录的操作命令	70
3.3.3	文档备份与压缩命令	76
3.3.4	权限改变命令	79
3.3.5	Linux 与用户有关的命令	81
3.3.6	Linux 系统管理命令	82
3.3.7	Linux 磁盘管理命令	82
3.3.8	进程管理命令	85
3.3.9	Linux 其他命令	87
3.4	vi 的使用	89
3.4.1	vi 的操作模式	89
3.4.2	vi 的进入与退出	90
3.4.3	vi 的常用命令	90
3.5	Linux 的编译器 gcc	94
3.6	shell 程序设计	95
3.6.1	shell 程序的编写和执行	95
3.6.2	shell 基础	96
3.6.3	shell 程序设计	99
3.6.4	shell 程序的调试	104
第 4 章	进程管理实验	110
4.1	实验目的	110
4.2	准备知识	110
4.2.1	基本概念	110
4.2.2	系统调用	110
4.2.3	相关函数	112
4.3	实验内容	116
4.3.1	编制程序实现进程的软中断通信	116
4.3.2	编制程序实现进程的管道通信	116

4.4	实验指导	116
4.4.1	进程的软中断通信	116
4.4.2	进程的管道通信	120
第 5 章	存储器管理实验	123
5.1	实验目的	123
5.2	准备知识	123
5.3	实验内容	123
5.4	实验指导	124
5.4.1	FIFO 页面置换算法	124
5.4.2	LRU 页面置换算法	125
5.4.3	NUR 页面置换算法	126
5.4.4	OPT 页面置换算法	127
5.5	参考源程序代码	128
5.6	程序运行	134
第 6 章	用户接口实验	135
6.1	实验目的	135
6.2	准备知识	135
6.2.1	控制台命令接口	135
6.2.2	添加系统调用	137
6.3	实验内容	138
6.3.1	控制台命令接口实验	138
6.3.2	系统调用实验	138
6.4	实验指导	139
6.4.1	控制台命令接口实验	139
6.4.2	系统调用实验	139
第 7 章	模块编程实验	143
7.1	实验目的	143
7.2	准备知识	143
7.2.1	模块的组织结构	144
7.2.2	模块的编译	145
7.2.3	模块的加载	147
7.2.4	模块的卸载	148
7.2.5	模块链接到内核的示意图	148
7.2.6	模块管理程序中的文件操作	148
7.2.7	i386 的寄存器	151
7.3	实验内容	152

7.3.1	编写一个简单的内核模块	152
7.3.2	用户空间和内核空间的比较	152
7.3.3	向模块中添加新函数	153
7.3.4	系统核心寄存器数值的获取	153
7.4	实验指导	153
7.4.1	一个简单的内核模块	153
7.4.2	用户空间和内核空间的比较	155
7.4.3	向模块中添加新函数	157
7.4.4	系统核心寄存器数值的获取实验	158
第8章	设备管理实验	168
8.1	实验目的	168
8.2	准备知识	168
8.2.1	设备驱动程序简介	168
8.2.2	设备驱动程序与外界的接口	169
8.2.3	设备驱动程序的组织结构	170
8.2.4	设备驱动程序的代码	170
8.3	实验内容	177
8.3.1	字符类型设备的驱动程序	177
8.3.2	块类型设备的驱动程序	177
8.4	实验指导	177
8.4.1	字符类型设备的驱动程序	177
8.4.2	块类型设备的驱动程序	187
8.5	参考源程序代码	196
8.5.1	字符设备驱动程序	196
8.5.2	块设备驱动程序	200
第9章	文件系统实验	208
9.1	实验目的	208
9.2	准备知识	208
9.2.1	外存管理	208
9.2.2	目录管理	209
9.2.3	文件系统的接口	210
9.2.4	Linux的EXT2文件系统	210
9.2.5	可能用到的编程技术	212
9.2.6	用内存来模拟外存	212
9.3	实验内容	213
9.4	实验指导	213
9.4.1	二级文件系统的设计与实现	213

9.4.2 EXT2 文件系统跟踪程序的设计与实现	233
第 10 章 时钟管理实验	244
10.1 实验目的	244
10.2 准备知识	244
10.2.1 GTK 图形库简介	244
10.2.2 Linux 的时钟函数	245
10.3 实验内容	246
10.4 实验指导	247
10.4.1 软件结构设计	247
10.4.2 数据结构设计	247
10.4.3 时间显示	249
10.4.4 时间设置	251
10.4.5 设置定时任务	252
10.4.6 闹钟功能实现	254
第 11 章 系统信息显示实验	256
11.1 实验目的	256
11.2 准备知识	256
11.2.1 proc 文件系统简介	256
11.2.2 proc 中的硬件信息	257
11.2.3 proc 中的软件信息	260
11.2.4 实验中使用的库函数	263
11.2.5 实验中使用的编程技术	265
11.3 实验内容	267
11.4 实验指导	267
11.4.1 系统信息显示实验	267
11.4.2 内存信息监测实验	275
第 12 章 操作系统构成实验	286
12.1 实验目的	286
12.2 准备知识	286
12.2.1 Linux 操作系统的启动流程	286
12.2.2 开机载入程序——引导软件 LILO	287
12.2.3 Linux 根文件系统简介	287
12.3 实验内容	289
12.4 实验指导	289
12.4.1 实验设计思想	289
12.4.2 配置新内核 bzImage	290

12.4.3	制作引导盘	291
12.4.4	制作根文件系统盘	293
12.4.5	系统整合	298
12.4.6	系统测试	298
参考文献		301

第 1 章

Linux概述

1.1 Linux 操作系统简介

1.1.1 Linux 操作系统的发展

Linux 操作系统核心最早是由 25 岁的芬兰大学生 Linus Torvalds 于 1991 年 8 月在芬兰赫尔辛基大学发布的, Linux 是 Linus 和 Minix 的混合称呼, 意为 Linus 编写的类似 Minix 的系统。Linus 将其发布在 Internet 上, 得到了积极的回应, 很快就有数百名程序员和爱好者通过 Internet 加入 Linux 的行列, 他们不断对程序进行修改和完善, 经过几年的努力, Linux 终于在全球普及开来, 成为当今最为流行的操作系统之一。

Linux 最初是针对 Intel 架构的个人计算机开发的, 但现在不仅个人桌面版的用户极多, 在服务器领域也得到越来越多的应用, 例如 Sun 公司的 Sparc 工作站和 DEC 公司的 Alpha 工作站等。此外, 在嵌入式开发方面 Linux 更是具有其他操作系统无可比拟的优势。

Linux 的源代码是自由分发的, 是完全公开的, 也是完全免费的, 可以很方便地从网上下载。Linux 与 Internet 同步发展壮大。Linux 的目标是 POSIX 兼容性。Linux 不仅涵盖了 UNIX 的所有特征, 而且融合了许多其他操作系统的特征, 这些特征包括真正的多任务、虚拟存储、快速的 TCP/IP 实现、共享库和多用户。Linux 运行在保护模式并且完全支持 32 位和 64 位应用。它能运行主要的 UNIX 工具软件、应用程序和网络协议。Linux 还拥有—个完全免费的、遵从 X/Open 标准的 X Windows 的实现。Linux 内核的版权归 Linus Torvalds 所有。这个版权受 GNU (Gnu is Not Unix) 通用公共许可证 (General Public License, GPL) 的保护。用户可以根据自己的需要对它进行必要的修改, 无偿使用它, 无约束地继续传播。

可以说 Linux 是一个高效和灵活的通用操作系统。采用 Linux 模块化的设计结构, 既能充分发挥不断提高了的硬件性能, 又能跨不同平台使用, 这使得在 Linux 上开发的应用软件可以以很低的代价在不同的硬件平台上使用。Linux 操作系统也是一个多用户和多任务操作系统, 它能保证 CPU 时刻处于使用状态, 从而保持 CPU 的最大利用率。

现在 Linux 已经成为一个完整的类 UNIX 操作系统, 它的核心版本在不断更新, 它有一个可爱的吉祥物——一只小企鹅(企鹅取自 Linus 家乡芬兰的吉祥物), 现在几乎每种版

本的 Linux 都带有这个标志。

事实上 Linux 的确稳定并富有竞争力。许多大学与研究机构都使用 Linux 来完成他们的日常计算任务,很多中小型网站也在他们的服务器上运行 Linux,家庭的应用就更多了。Linux 主要用来浏览 Web,管理 Web 站点,撰写与发送 E-mail,以及玩游戏,是一个具有专业水平的操作系统。

1.1.2 Linux 操作系统的特点

在使用方法上,Linux 与 UNIX 系统很像,但 Linux 系统无论从结构上还是应用上都有其自身的特点。Linux 的内核特点是短小精悍,具有更高的灵活性和适应性。Linux 最大的特色在于源代码完全公开。所有的原始程序源码都可得到,包括整个核心及所有的驱动程序、开发工具及所有应用程序。在符合 GNU GPL 的原则下,任何人皆可自由取得、传播甚至修改源代码。除此之外,与其他操作系统相比,Linux 还具有以下特色。

1. 多用户、多任务的操作系统

在 Linux 系统中,多个用户可同时在机器上操作(通过终端或虚拟控制台),每个用户对自己的资源(例如文件、设备)有特定的权限,互不影响,是真正的多任务操作系统。Linux 可同时执行多个进程,而且各个程序的运行互相独立;具有进程间内存地址保护,因此当某个进程出错时,不会波及整个系统;同时也提供了进程间的通信方式,使系统各进程能协同工作以满足用户的要求。

2. 支持多种文件系统

Linux 能支持多种文件系统,如 EXT3、EXT2、EXT、XIAFS、ISOFS、HPFS、MSDOS、UMSDOS、PROC、NFS、SYSV、MINIX、SMB、UFS、NCP、VFAT、AFFS 等。而且它自己还有一个先进的文件系统 EXT3,提供最多达 4TB 的文件存储空间,文件名可以长达 255 个字符。

3. 符合 POSIX 1003.1 标准

POSIX 1003.1 标准定义了一个最小的 UNIX 操作系统接口,任何操作系统只有符合这一标准,才有可能运行 UNIX 程序。Linux 完全支持 POSIX 1003.1 标准,能运行 UNIX 上丰富的应用程序。另外,为了使 UNIX System V 和 BSD 上的程序能直接在 Linux 上运行,Linux 还增加了部分 System V 和 BSD 的系统接口,使 Linux 成为一个完善的 UNIX 程序开发系统。

4. 具有较好的可移植性

Linux 系统核心只有小于 10% 的源代码采用汇编语言编写,其余均采用 C 语言编写,因此具备高度的可移植性。Linux 能够在从微型计算机到大型计算机的任何环境中 and 任何平台上运行。可移植性为运行 Linux 的不同计算机平台与其他任何机器进行准确而有效的通信提供了手段,不需要另外增加特殊的和昂贵的通信接口。

5. 支持多平台和多处理器

Linux 虽然最初是在 Intel x86 系列 CPU 上开发的,但随着它不断的发展,目前可在许多不同的 CPU 上执行,例如 x86, Sparc, AMD64, PPC, PPC64, Alpha, HPPA, MIPS, IA64, ARM 等。同时还支持多处理器的体系结构,如 SMP。

6. 全面支持 TCP/IP 网络协议

Linux 具有较强的网络功能,包含 FTP、Telnet、NFS 等。同时支持 AppleTalk 服务器、NetWare 客户机及服务器、LAN Manager (SMB) 客户机及服务器。其他支持的网络协议有 TCP、IPv4、IPX、DDP 和 AX.25 等。

1.1.3 目前流行的 Linux 版本

内核是 Linux 的关键,Linux 内核主要包括进程管理、存储管理、设备管理、文件系统、网络通信以及系统初始化(引导)等功能。内核拥有自己的版本号,以版本 2.4.2 为例,2 代表主版本号,4 代表次版本号,2 代表改动较小的末版本号。在版本号中,次版本号若为偶数,表明这是一个稳定的版本;若为奇数,一般是指加入了一些新的东西,该内核只是开发过程中的一个快照,相当短暂,是一个测试版本。本书的实验系统就是基于 Linux 的 2.4.2 版本的内核实现的,部分实验升级到了 2.6 内核。

由于 Linux 本身只提供了操作系统的核心,并没有提供各种应用程序,如编译器、系统管理工具、网络工具、Office 套件、多媒体、绘图软件等,普通用户就无法在该平台上展开工作,因此以 Linux Kernel 为核心再集成搭配各式各样的应用程序或工具组成的一套完整的操作系统即称为 Linux 发行版。目前最流行的几个正式版本如下。

1. Red Hat

这是目前世界上最流行的 Linux 发行套件。Red Hat Linux(红帽 Linux)是 Red Hat 公司发行的,它安装简易,使用方便,功能强大,特别是图形用户界面非常适合初学者。Red Hat Linux 9.0 是 Red Hat 发布的最后一个桌面 Red Hat Linux 的版本。后来 Red Hat 只专注于发布企业版本 Red Hat Enterprise Linux,目前最新的版本是 Red Hat Enterprise Linux 7 服务器版。

2. Ubuntu

Ubuntu 是 2004 年 9 月首次公布的。虽然相对来说 Ubuntu 是发行较晚的 Linux 发行版,但在随后几年中,Ubuntu 成长为最流行的桌面 Linux 发行版,能够与市场上任何一款个人操作系统相竞争。它创造了一个优秀的以网络为基础的 Wiki 风格的文档,用专业的方法为最终用户创建了错误报告反馈机制。Ubuntu 是基于 Debian 的发行版,包含一些著名的软件包,如 GNOME、Firefox 和 OpenOffice.org 及其最新版本的更新。它有一个可预测的每 6 个月发布的时间表,不定期地发布有长期技术支持的 LTS 版,一般为 3~5 年期的安全更新支持。Ubuntu 的其他特殊功能还包括一个可安装的 live CD、美术创作和桌面主题、Windows 用户迁移助手、支持最新的技术,如 3D 桌面效果、易于安装的 ATi 和 NVIDIA 显

卡驱动以及无线设备驱动的支持等,并按需支持非免费或专利授权的媒体编解码器。

3. Fedora

Red Hat 在 2003 年发布了 Red Hat Linux 9 系统后不久,专注于企业版 Red Hat Enterprise Linux 的开发,也为“Linux 的爱好者”设计了 Fedora Core 桌面系统。Fedora 的正式推出在 2004 年 9 月,随后一系列高质量版本的发布为 Fedora 奠定了其市场上状态最好的操作系统的地位。目前的最新版本为 Fedora 23,这是一个可靠的、易用的、功能强大的操作系统,用户群为家庭用户、爱好者、学生和软件开发者。Fedora 23 Workstation 包含最新的来自 GNOME 社区的 GNOME 3.18。这个版本的 GNOME 包含了文件管理器的更新、新的日历和 Todo 程序。

4. OpenSUSE

SUSE 是德国最著名的 Linux 发行版,在全世界范围中也享有较高的声誉。SUSE 自主开发的软件包管理系统 YaST 也大受好评。SUSE 于 2003 年年末被 Novell 公司收购。OpenSUSE 项目是由 Novell 公司资助的全球性社区计划,这个计划提供免费的 OpenSUSE 操作系统。这是一个由普通用户和开发者共同构成的社区,开放源代码合作者希望创造世界上最好用的 Linux 发行版。今天,OpenSUSE 拥有大批满意的用户追随者。为 OpenSUSE 获得高分的是用户的满意和漂亮的(KDE 和 GNOME)桌面环境、优秀的系统管理工具(YaST),同时为那些购买盒装版的用户提供最好的印刷品与任何可用的文档。

5. 中标麒麟

红旗曾经是中国市场占有率最大的 Linux 操作系统,以前由中国科学院主办,现在被五甲万京收购,最新版本是 v8.0。

目前代替红旗的地位成为政府的主要购买的操作系统的是中标麒麟,它由民用的“中标 Linux”和国防科技大学的“银河麒麟”在 2010 年合并而来。中标麒麟操作系统采用强化的 Linux 内核,分成桌面版、通用版、高级版和安全版等,满足不同客户的要求,已经广泛使用在能源、金融、交通、政府、央企等行业领域。它提供多种访问控制策略的统一平台,是一款安全等级较高的操作系统产品。

1.2 基于 Linux 内核的操作系统实验体系

1.2.1 操作系统实验的现状

操作系统是运行于计算机硬件之上的第一层软件,是控制和管理计算机硬件和软件资源,合理地组织计算机工作流程以及方便用户的程序集合。

操作系统原理是计算机专业的核心必修课程。在教学过程中,一直存在这样的问题:学生感觉知识抽象而零散,不能理解操作系统的内部机制和体系结构;学生的实践动手能力较差,不能在实际应用中熟练地运用在课程中所学的知识,更无法使用操作系统本身所提供的功能来解决问题。造成上述缺陷的原因在于:缺少一个既能体现操作系统原理的

理论知识,又能与一个实际的操作系统紧密联系的教学实验系统。

A. S. Tanenbaum 开发的 Minix 系统是最早的教学实验操作系统,它结构清晰、简单,操作方便,在一定程度上解决了这个矛盾。然而,随着计算机系统体系结构的不断变化,元器件以及相应软件的飞速发展,早年开发出的 Minix 在很多方面已经不能适应当今操作系统教学的需要。目前,也有一些实验操作系统不断面世,如 OSP、BACI、NACHOS 等。其中 OSP、BACI 是基于裸机的操作实验系统,而 NACHOS、TOYOS 是基于模拟器的操作实验系统。国内这方面的研究相对滞后,缺少教学专用的实验系统,更多的是以某一个通用操作系统(多是 UNIX)为基础,在上面设计了几个可以在一定程度上反映操作系统工作机制的程序。现阶段该领域内存在的问题大致有以下几个方面:

(1) 大型系统容易使实验者歧路亡羊,分不清主次。普通的 Linux,小的有 100 多兆,大的有好几千兆,不过应用程序占据其中绝大部分容量,而这些程序与操作系统原理的演示几乎无关,它们的存在容易混淆实验者对操作系统各个基本模块作用的清晰理解。

(2) 大型系统不易维护。操作系统实验涉及很多基本的系统调用等内核操作,实验者的一个错误操作(这种错误操作屡见不鲜)完全有可能造成系统崩溃,对系统维护带来沉重的负担。

(3) 几个简单程序的调试容易使实验者把精力放在对计算机语言的使用上,而不是对操作系统内部机制的理解上。

编者在教学的同时也感到,如果有一套好的操作系统实验辅助课程,会大大提高教学质量。针对目前国内大学在操作系统理论教学上取得了很好的成果但实验教学还不够完善的情况,我们设计开发了“基于 Linux 内核的操作系统实验体系”。我们相信,这套实验有助于让越来越多的 Linux 爱好者和学习者更加深入地理解操作系统内部的工作机制;有助于他们更好地掌握和使用操作系统解决实际问题;有助于老师进行教学指导,对操作系统课程有一定促进作用。

1.2.2 选择 Linux 的原因

最开始选择开发对象的时候,有 3 个可供选择的操作系统:Microsoft 的 Windows 系列、A. S. Tanenbaum 的 Minix 以及 Linus Torvalds 的 Linux。可以说这三者各有优势和不足。

1. Windows 系列操作系统

在国内,Windows 的使用面非常广泛,特别是在小型应用开发和个人桌面领域。一般使用者对 Windows 系列的操作相对于 Minix 和 Linux 而言要熟悉一些,对相关的编译器、编程语言也要熟悉一些。国内从事 Windows 系列开发的人员众多,资料比较丰富,有利于设计过程中对一些难题的解决。这些都是 Windows 系列的优点。但和其明显的优点一样,Windows 系列的缺点也很致命:内核源代码不公开,内核运行机制缺少官方文档介绍。

2. Minix 操作系统

Minix 是 Tanenbaum 编写的小型“类 UNIX”操作系统。Minix 的优点就不用一一列举了,单看因它的产生而给计算机界带来的巨大变化就可见一斑了。然而 Minix 也有它自身