



计算机课程设计与综合实践规划教材

操作系统实验教程 及Linux和Windows 系统调用编程

张丽芬 刘昕 刘利雄 等 编著



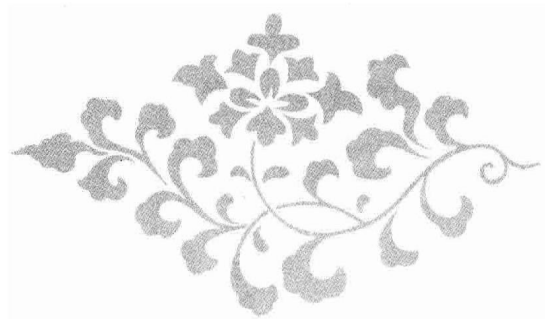
清华大学出版社



计 算 机 课 程 设 计 与 综 合 实 践 规 划 教 材

操作系统实验教程 及Linux和Windows 系统调用编程

张丽芬 刘昕 刘利雄 等 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

《操作系统实验教程及 Linux 和 Windows 系统调用编程》是根据操作系统课程教学大纲的要求,比较系统地介绍对于理解和掌握现代操作系统的功能技术应该进行的一些基本实验。全书分成 4 篇共 19 章。第 1 篇共 5 章,介绍 Linux 的安装和使用。第 2 篇共 7 章,描述理解操作系统原理实现所涉及的基本算法的模拟,结合操作系统理论给出实现操作系统基本功能所涉及的各种数据结构和算法的描述和实现流程,有的算法还给出了实现的源程序示例。第 3 篇共 3 章,介绍 UNIX 和 Linux 操作系统中进程和线程控制、进程同步和通信及文件系统所涉及的系统调用的 API,以及相应的源程序示例。第 4 篇共 4 章,介绍 Windows 2000/XP 操作系统涉及的各部分基本概念和相应的数据结构,包括应用程序基础和进程控制、线程同步和调度、存储器管理中的虚拟内存的系统调用及文件系统的系统调用等的 API,以及相应的源程序示例。本书内容丰富,覆盖面广,是一本很好的计算机操作系统实验指导教材。

本书既考虑本科生的实验要求,又兼顾专科生的实验环节,也可作为研究生对 UNIX、Linux 和 Windows 2000/XP 这些操作系统进行熟悉和编程的参考教材,同时对从事系统软件开发的人员也是一本较好的参考书。

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

操作系统实验教程及 Linux 和 Windows 系统调用编程/张丽芬,刘昕,刘利雄等编著. —北京:清华大学出版社,2010.9

(计算机课程设计与综合实践规划教材)

ISBN 978-7-302-22726-7

I. ①操… II. ①张… ②刘… ③刘… III. ①操作系统—高等学校—教材 ②Linux 操作系统—高等学校—教材 ③窗口软件, Windows—高等学校—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 088274 号

责任编辑:张瑞庆 张为民

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

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

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:22

字 数:546 千字

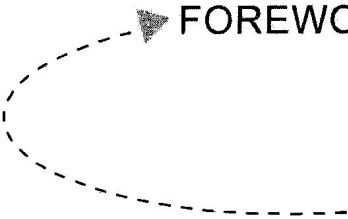
版 次:2010 年 9 月第 1 版

印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.80 元

产品编号:034696-01



前言

根据多年的教学实践和科研的总结,并吸取国内外操作系统方面的相关内容,以及根据几年来的教学实际使用,在 2006 年出版的《操作系统实验教程》基础上,对内容进行了修改和充实,编写了此书。其目的是为了更便于学生的学习,使学生通过实验,理解和掌握操作系统的基本理论和功能技术,提高分析问题和解决问题的能力,增强编写和开发系统程序的能力。本教程仍分为四大部分。

第 1 篇是 Linux 系统的安装和使用。主要介绍双引导系统的配置和安装,了解 Linux 系统的 GUI 平台,熟悉 GNOME 桌面系统、GNOME 应用程序和使用 Linux 的 shell 和全屏编辑程序 vi 以及 Linux 的文件系统。通过实验,使学生熟悉和掌握 UNIX 和 Linux 系统的常用键盘操作命令。内容力求简单明了,以便为进行操作系统实验提供必要的手段。

第 2 篇是操作系统模拟算法。主要结合操作系统原理给出了实现操作系统基本技术所涉及的数据结构和算法实现流程,以及一些算法的实现示例。内容主要有处理机管理、存储器管理、文件系统管理和设备管理等。凡学过操作系统原理课程的学生都可以参考本教程进行上机实验。这部分的实验环境没有限制,与具体的硬件环境无关。本书中给出的示例都是在 Microsoft Visual C++ 6.0 环境下实现的。

第 3 篇是 UNIX 或 Linux 操作系统中常用的系统调用的 API 以及利用 API 进行编程的一些示例。主要介绍进程和线程控制、进程同步和通信以及文件系统的系统调用。线程这部分主要采用 pthread 线程库实现。所给出的示例都是在 Linux 系统的 fedora 11 的内核版本为 2.6.x 环境下实现的。

第 4 篇是 Windows 2000/XP 的系统调用编程。主要介绍 Windows 2000/XP 操作系统中常用的系统调用的 API 以及相应的编程示例。内容包括:应用程序基础、进程管理、进程控制以及线程同步和调度,存储器管理中的虚拟内存的使用,文件系统的系统调用以及有名管道和邮件槽等。

通过这些知识的学习,理解 UNIX、Linux 和 Windows 等提供的系统调用的实现功能,熟悉系统调用命令的编程技巧,提高操作系统编程和系统软件开发能力。

本书既可以作为本科生和专科生的实验教材,也是研究生对这些操作系统进行熟悉的实验参考教材,对从事系统软件和应用的开发人员也是一本较好的参考书。

本教程已经进行多次修改和充实,力求简单明了,使学生在较短时间内通过实验,既对操作系统的基本原理和实现机制有深入的理解和掌握,又能提高在 UNIX、Linux 和

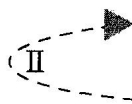
Windows 环境下进行系统编程和开发的能力。

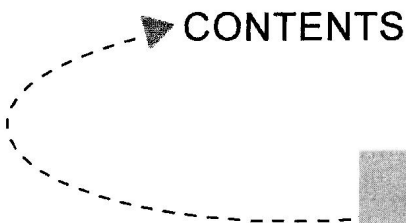
本书的第 1、2 章主要由刘昕编写,第 3~15 章主要由张丽芬编写,第 16~19 章主要由刘利雄编写。王全玉参与了第 1、4 章的编写,刘昕参与了第 3、4、7、8、17、19 章的部分内容的修改和补充,刘美华参与了第 13~15 章的部分内容的修改。张丽芬对全书进行了统稿。

由于编者水平有限,书中难免会有不足之处,敬请读者提出宝贵意见。

作 者

2010 年 8 月于北京





CONTENTS

目 录

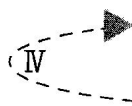
第 1 篇 Linux 系统的安装和使用

第 1 章 Linux 系统的安装和启动	3
1.1 Linux 的安装	3
1.1.1 安装前的准备工作	3
1.1.2 创建虚拟机	3
1.1.3 安装 Linux	4
1.2 系统启动和用户管理	6
1.2.1 系统的启动	6
1.2.2 系统的关闭	7
1.2.3 用户管理	8
1.3 用户界面	10
1.3.1 字符虚拟终端	10
1.3.2 图形用户界面	12
1.4 获取系统帮助信息	13
1.4.1 man 命令	13
1.4.2 info 命令	14
1.4.3 apropos 命令	15
第 2 章 编译 Linux 内核	16
2.1 Linux 内核及 gcc、gnumake 版本	16
2.2 准备内核源代码	17
2.3 配置内核编译选项	18
2.4 编译内核和模块	19
2.5 修改启动设置	19
第 3 章 UNIX/Linux 文件系统的 shell 命令	22
3.1 文件系统的安装和卸载	22

3.2	了解 Linux 文件系统的目录结构和文件属性	25
3.3	shell 中的特殊字符	27
3.4	目录操作	28
3.4.1	创建目录和删除目录	28
3.4.2	列出某个目录下的内容	29
3.4.3	改变工作目录和确定当前所在的目录位置	29
3.4.4	显示特定目录的大小	29
3.4.5	复制目录和文件	30
3.4.6	目录和文件的改名和移动	30
3.4.7	改变文件或目录的存取权	31
3.4.8	改变文件的所有者和同组用户	32
3.5	文件管理	32
3.5.1	连接和显示文件内容	32
3.5.2	统计文件中包含的行、字和字符数	34
3.5.3	分类命令	34
3.5.4	建立链接的命令	34
3.5.5	在文件中寻找正文模式	35
3.5.6	查找指定的文件	36
3.5.7	查找文件的路径命令	37
3.6	输入输出重定向和管道操作命令	37
3.6.1	输入输出的重定向	37
3.6.2	管道操作命令	38
3.7	文件压缩命令	40
3.8	与进程有关的命令	40
3.9	网络命令	41
3.9.1	向特定主机发送 ICMP 包的命令	41
3.9.2	与其他主机建立连接的命令	41
3.9.3	远程文件传输命令	42
3.9.4	邮件命令	42
3.10	编译和运行程序命令	43
3.11	其他常用命令	45
3.11.1	清屏命令	45
3.11.2	Linux 环境下支持的 DOS 软盘命令	45

第 4 章 shell 的程序设计 46

4.1	了解 Linux 系统的 shell	46
4.2	运行 shell 程序的方法	46



4.3	shell 程序使用的环境变量和相关命令	48
4.3.1	变量的定义命令	48
4.3.2	用户定义的常用环境变量	49
4.3.3	输出环境变量命令 export	50
4.3.4	位置参数	51
4.3.5	shell 预定义变量	51
4.4	shell 语言的控制结构	53
4.4.1	测试条件表达式命令	53
4.4.2	循环语句	56
4.4.3	case 命令	57
4.4.4	无条件控制语句 break 和 continue	57
4.5	一个典型的 .profile 文件	58
第 5 章	屏幕编辑程序 vi	60
5.1	进入和退出 vi	60
5.2	在屏幕上设置光标	61
5.3	在文件中设置光标	62
5.4	编辑文本文件	63
5.4.1	修改文本文件命令	63
5.4.2	检索、移动和复制文本文件	64

第 2 篇 操作系统模拟算法

第 6 章	处理机管理	69
6.1	实验目的和要求	69
6.2	实验内容	69
6.2.1	设计一个按先来先服务的调度算法实现处理机调度	69
6.2.2	设计一个按时间片轮转法实现处理机调度的程序	70
6.2.3	设计一个按优先级调度的算法实现处理机调度	70
6.3	按时间片轮转法进行 CPU 调度的程序示例	71
第 7 章	死锁的避免	76
7.1	实验目的和要求	76
7.2	用银行家算法和随机算法实现资源分配	76
7.3	资源分配算法的示例	80

第 8 章 主存空间的分配与回收	91
8.1 实验目的和要求	91
8.2 可变式分区管理的主存的分配与回收	91
8.2.1 采用首次适应算法管理内存	91
8.2.2 采用最佳适应算法实现内存的分配与回收	97
8.3 分页管理的主存分配与回收	97
8.3.1 使用位示图管理主存空间	97
8.3.2 采用主存分块表管理主存	98
8.4 Linux 系统内存的分配与回收	99
8.5 程序示例	100
8.5.1 可变分区管理示例	100
8.5.2 页式管理示例	104
8.6 实验题目	113
第 9 章 虚拟存储器管理	114
9.1 实验目的和要求	114
9.2 实验内容	114
9.2.1 模拟请求分页存储管理中的硬件地址变换的过程	114
9.2.2 采用先进先出(或 LRU)算法实现分页管理的缺页调度	116
第 10 章 磁盘存储空间的管理	118
10.1 实验目的和要求	118
10.2 实验内容	118
10.2.1 用位示图管理磁盘空间实现磁盘块的分配与回收	118
10.2.2 采用空白文件目录管理磁盘空间	119
10.2.3 模拟 UNIX 系统 V 的空闲块成组链接法实现磁盘 存储空间的管理	120
10.3 实验题目	123
第 11 章 文件系统	124
11.1 实验目的和要求	124
11.2 实验内容	124
11.2.1 采用二级目录结构实现对磁盘文件管理	124
11.2.2 模拟设计 MS-DOS 操作系统中磁盘文件的存储结构	131
11.2.3 模拟设计便于直接存取的索引文件结构的操作	134
11.3 索引文件的示例	135

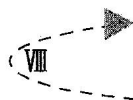
第 12 章 SPOOLING 假脱机输入输出技术模拟实验	140
12.1 实验目的和要求	140
12.2 SPOOLING 假脱机输出的程序模拟	140
12.3 SPOOLING 的模拟程序示例	144

第 3 篇 UNIX 和 Linux 系统调用编程

第 13 章 进程和线程控制	153
13.1 实验目的和要求	153
13.2 进程控制的 API	153
13.2.1 进程的创建和终止函数	153
13.2.2 给进程指定一个新的运行程序的函数 <code>exec()</code>	158
13.2.3 父进程等待子进程终止	160
13.3 UNIX 和 Linux 多线程控制的 API	162
13.3.1 线程控制接口的 API	162
13.3.2 多线程同步	166
13.3.3 线程同步的综合示例	170
第 14 章 进程之间的通信	177
14.1 实验目的和要求	177
14.2 进程之间管道通信机制	177
14.2.1 无名管道通信	178
14.2.2 有名管道的通信	181
14.3 IPC 通信	184
14.3.1 IPC 资源及其数据结构	184
14.3.2 信号量机制	185
14.3.3 消息缓冲机制	191
14.3.4 共享内存区机制	198
第 15 章 文件系统的操作命令	202
15.1 实验目的和要求	202
15.2 文件系统的 API	202
15.2.1 UNIX 和 Linux 支持的文件类型	202
15.2.2 顺序文件的系统调用	205
15.2.3 文件的随机存取	211
15.3 目录操作的系统调用	212

第4篇 Windows 2000/XP 的系统调用编程

第16章 Windows 应用程序基础和进程控制	219
16.1 实验目的和要求	219
16.2 应用程序基础	219
16.3 进程控制	222
16.3.1 进程控制相关的 API	222
16.3.2 进程对象相关的函数	227
16.3.3 运行进程	233
16.3.4 进程终止和进程同步等待	238
第17章 Windows 线程控制与同步	244
17.1 实验目的和要求	244
17.2 线程控制	244
17.2.1 线程的创建与终止相关的 API	245
17.2.2 线程的恢复与挂起	249
17.2.3 线程的调度优先级	252
17.3 线程同步	256
17.3.1 事件	256
17.3.2 互斥体和临界区	261
17.3.3 信号量	269
17.4 综合举例	273
第18章 Windows 存储器管理	284
18.1 实验目的和要求	284
18.2 虚拟内存机制	284
18.2.1 Windows 系统机制	284
18.2.2 虚拟内存处理的 API	287
18.3 程序示例	291
第19章 Windows 文件系统	298
19.1 实验目的和要求	298
19.2 文件的输入输出	298
19.2.1 与文件相关的 API	298
19.2.2 异步读写文件	306
19.2.3 创建临时文件	309



19.3	目录操作.....	312
19.4	文件映射对象.....	318
19.5	邮件槽和命名管道的数据通信.....	324
19.5.1	邮件槽和命名管道通信的基本概念.....	324
19.5.2	利用邮件槽实现数据通信.....	326
19.5.3	采用命名管道实现数据通信.....	332
参考文献.....		338

第 1 篇



Linux 系统的安装和使用

Linux 是一个类 UNIX 计算机操作系统,由于其源代码对公众开放,用户可以对系统进行改进,因此在科学研究和教学中被广泛使用。一个典型的 Linux 发行版包括内核、一些 GNU 程序库和工具、命令行 shell、图形界面的 X Window 系统以及相应的桌面环境,并包含办公软件和软件开发等数千种应用软件。

本篇的主要目的是为了熟悉 Linux 操作系统,内容包括 Linux 操作系统的安装及其 shell 命令的使用。Linux 命令的详细使用方法可以通过 man 和 info 命令查看系统帮助文档。

中國經濟史綱

本書係根據作者多年教學經驗，參照國內外有關經濟史之研究，力求系統、簡明、扼要地敘述中國經濟發展之概況。全書共分五編，第一編為緒論，第二編為農業經濟，第三編為牧畜經濟，第四編為手工業與商業，第五編為貨幣與金融。本書適合於高中、大學及一般讀者閱讀。

随着计算机硬件和软件技术的发展,虚拟机软件能够在—台计算机上虚拟出—个或多个计算机。在虚拟机技术中,运行虚拟机软件的计算机叫宿主(Host),而被虚拟出来的计算机叫客户(Guest)。使用虚拟机技术可以在宿主计算机上配置多个客户虚拟机,并为每个虚拟机安装独立的操作系统(Guest OS)。使用虚拟机能够给操作系统实验带来极大的便利。首先,在虚拟机上安装操作系统不涉及对物理磁盘的分区,即使虚拟机崩溃也不会影响宿主机系统的运行;其次,已经安装好的虚拟机可以任意移动、复制到其他宿主机上运行,而无需再重新安装。

由于 Linux 对计算机硬件的要求不高,在普通 PC 机上使用虚拟机软件创建出来的虚拟机已经能够满足 Linux 系统的基本需要。

常用的虚拟机软件包括 VMWare、VirtualBox 等。本章将以 Fedora 11 为例,说明 Linux 系统在 VirtualBox 虚拟机上的安装和使用过程。

1.1 Linux 的安装

1.1.1 安装前的准备工作

(1) 下载安装 VirtualBox 虚拟机软件,该软件可以从 VirtualBox 项目的官方网站 www.virtualbox.org 获得。

(2) 下载 Fedora 11 的 DVD 镜像文件 Fedora-11-i386-DVD.iso,该文件可以从 Fedora 项目的官方网站 www.fedoraproject.org 获得。

(3) 将 Fedora 11 的 DVD 镜像文件刻成光盘插入 DVD 驱动器,或者使用虚拟光驱软件将镜像文件导入虚拟光驱。

1.1.2 创建虚拟机

使用 VirtualBox 创建虚拟机的过程如下:

- (1) 运行 VirtualBox 软件,单击按钮 New,弹出新建虚拟机向导,单击 Next 按钮。
- (2) 输入虚拟机的名字,选择操作系统 Linux,版本 Fedora,单击 Next 按钮。
- (3) 设置虚拟机的内存大小为 1024MB,单击 Next 按钮。虚拟机内存大小可根据实际可用物理内存的大小调整,建议设置为 512MB 以上。

(4) 勾选 Boot Hard Disk, 选择 Create new hard disk, 单击 Next 按钮进入 Create New Virtual Disk 界面, 单击 Next 按钮。

(5) 在 Storage Type 界面中选择 Dynamically expanding storage, 单击 Next 按钮。

(6) 设置虚拟磁盘的路径, 将磁盘大小设置为 16GB。磁盘大小可以根据计算机可用磁盘空间调整。由于编译 Linux 内核代码需要使用大量磁盘空间, 建议将磁盘大小设置为 15GB 以上, 单击 Next 按钮。

(7) 单击 Finish 按钮, 完成虚拟机的创建, 如图 1-1 所示。

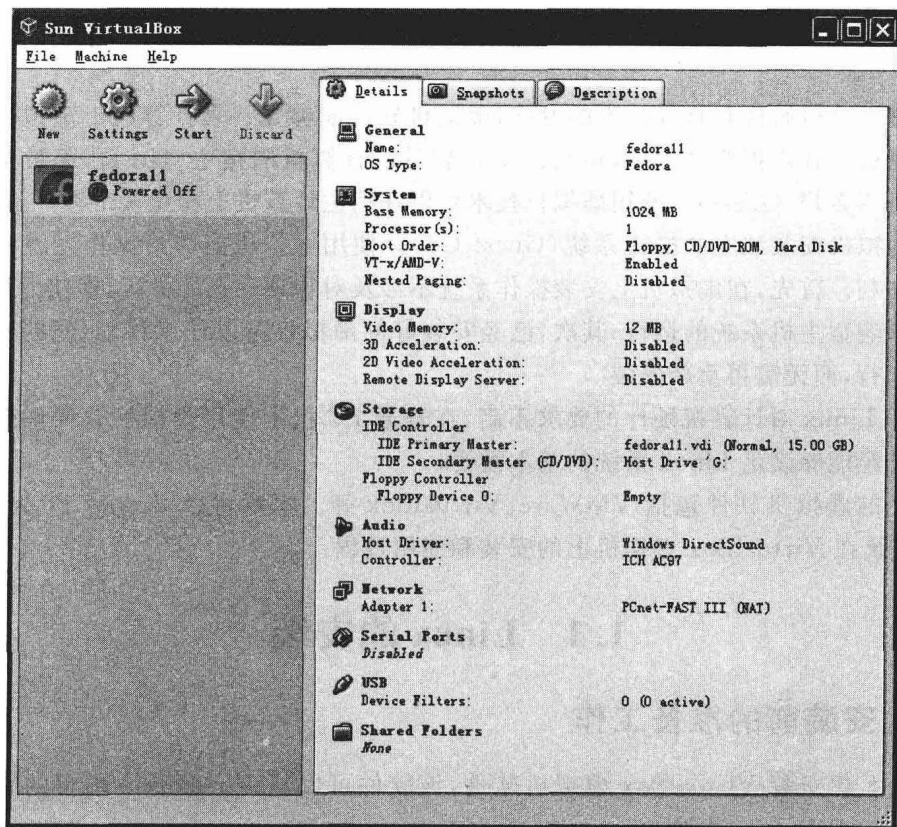


图 1-1 虚拟机设置

1.1.3 安装 Linux

1. 使用光驱启动 Linux 安装程序

单击 Start 按钮启动虚拟机。按 F12 键进入启动菜单, 在菜单里选择从光盘启动。随后会出现 Fedora 11 安装程序的欢迎界面, 可选项如图 1-2 所示。

在欢迎界面中选择第一项 Install or upgrade an existing system, 按回车键开始安装 Fedora 11。

随后将出现字符模式的 Disc Found 界面, 提示是否要进行介质检查。如果确认光盘或光盘镜像文件没有问题, 可选择 Skip 跳过介质检查。随后, 安装程序将重新切换回图

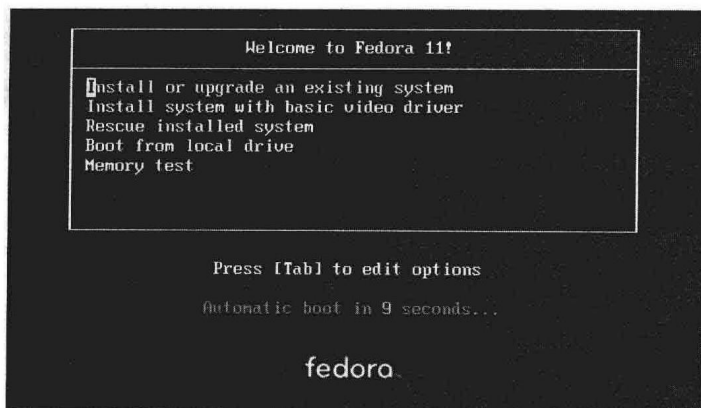


图 1-2 安装程序欢迎界面

形方式,单击 Next 按钮,进入语言选择界面。

2. 语言和时区设置

在语言选择界面中选择 Simplified Chinese(中文简体),单击 Next 按钮。

设置键盘布局,选择 U. S. English,单击“下一步”按钮。

设置主机名,默认为 localhost.localdomain,单击“下一步”按钮。

设置系统时区,选择 Asia/Shanghai,默认勾选“系统时钟使用 UTC 时间”,单击“下一步”按钮。

输入根用户 root 的密码,单击“下一步”按钮,进入磁盘分区设置界面。

3. 建立磁盘分区

在磁盘分区设置界面中,选择“使用整个驱动器”,选中“检验和修改分区方案”,单击“下一步”按钮,进入如图 1-3 所示的分区工具界面。

在虚拟磁盘驱动器上创建两个分区,大小分别设置为 14GB 和 2GB。将 14GB 的分区设置为使用 ext4 文件系统,挂载到根目录“/”下。将 2GB 的分区作为交换分区,设置为 swap 类型,无需挂载。

单击“下一步”按钮,将主分区格式化成 ext4 文件系统。

设置系统启动引导选项。Fedora 11 默认使用 GRUB 作为引导程序。选中“在/dev/sda 中安装引导转载程序”,将 GRUB 安装在磁盘主引导记录上。在下方的“引导装载程序操作系统列表”中可以添加、删除和编辑 GRUB 引导菜单选项。根据默认值,选中 Fedora 作为默认引导系统。单击“下一步”按钮。

4. 选择和安装软件包

Linux 的安装与 Windows 不太一样,在安装前可以选择安装软件包列表。选中“软件开发”,在安装所需存储库中选中 Installation Repo,选择“稍后定制”。在系统安装完成后,仍可通过图形用户界面的“添加/删除软件”菜单项或者使用命令行方式的 rpm 命令安装额外的软件包。单击“下一步”按钮,开始安装所选 Linux 软件包。