轻松学编程

轻松学 Linux 编程

阎映炳　等编著

CD-ROM

720分钟多媒体教学视频

- **结构独特**：每个知识点按照“概念->例代码->运行结果->代码解析”
- **形式新颖**：用准确的语言总结概念、用直观的图示演示过程、用详细的注释解释代码、用形象的比喻帮助记忆
- **内容丰富**：重要知识点覆盖全面，实例丰富多彩
- **附赠光盘**：在随书附赠的光盘中配备了完整的视频教学讲座和本书所使用的全部项目文件与代码
- **技术支持**：读者可以直接登录www.rzchina.net获取更多的学习资料

化学工业出版社

轻松学

Linux编程

阎映炳　等编著

化学工业出版社
·北京·

前 言

Linux 操作系统是由芬兰 Helsinki 大学的 Linus Torvalds 于 1991 年开发的，经过二十年的发展，目前已经成为全球最受欢迎的操作系统之一。Linux 在服务器领域和桌面应用中都有杰出的表现，大至规模庞大的数据中心，小至可置于掌心的手持设备，都可以找到 Linux 的身影。掌握 Linux 系统下的程序设计技术，是一个优秀程序员的必修课。

要学好 Linux 平台下的编程，关键是选择一本合适的入门书籍。为了使 Linux 平台编程的初学者少走弯路，快速、熟练地掌握 Linux 编程技术，编者总结自身多年来的 Linux 应用开发经验，向广大读者奉献本书。书中结合大量生动翔实的代码实例，使读者在学习理论知识的同时，能够灵活地与实践相结合，以快速地掌握编程的技巧。

本书特点

1．内容翔实，重点突出

本书从初学者的角度出发，全面介绍了 Linux 环境下 C 语言编程的基础知识。书中涉及了 Linux 环境下编程的各个方面，在讲解的过程中并不是泛泛列举知识点，而是在对知识点进行介绍的同时，选择当前最热门、应用最广泛的一些技术进行了深入的探讨。

2．概念准确，易于理解

作为一本 Linux 环境下 C 语言编程的入门图书，书中概念描述准确，便于读者理解和掌握。本书对每个概念都使用准确而且精练的语言总结，并配以丰富的插图，使读者更好地理解相关概念。

3．实例丰富，强调实践

为了让读者易于掌握 Linux 环境下 C 语言编程的技巧，书中列举了大量的实例。通过这些实例，读者可以更加深入地理解相关概念，从而达到熟练掌握 Linux 环境下程序设计方法的目的。此外，本书重点强调实践性，书中大多数实例都源自编者的实际开发经历。通过对这些实例的学习，可以增强读者的动手能力。

4．代码规范，注释丰富

本书中程序源代码结构清晰，语句简洁，体现了良好的编码风格，有利于读者养成良好的代码编写习惯。

本书内容

本书共分为四篇，从理论介绍到具体实践，循序渐进地介绍了 Linux 系统下 C 语言的编程技术。

第一篇（第 1 章～第 2 章）介绍了 Linux 操作系统和 shell 编程环境。

第二篇（第 3 章～第 8 章）介绍了 C 语言及其编程环境，包括 C 语言简介、vi 编辑器、gcc 编译器、make 的使用、程序调试以及创建与使用库等内容。

第三篇（第 9 章～第 14 章）介绍了 Linux 系统下的输入输出及进程管理，包括文件操作、标准输入输出库，同时还介绍了两种界面程序设计方法——QT 和 GTK+，最后介绍了进程和信号等内容。

第四篇（第 15 章～第 21 章）介绍了 Linux 系统下的进程间通信及网络编程的相关知识，重点讲解了四种比较重要的进程间通信机制——管道、消息队列、共享内存和信号量，最后介绍了 Linux 网络环境、基本套接口编程和综合实例等内容。

本书配光盘一张，内容为本书教学视频、源代码、教学 PPT 及习题参考答案。

本书读者

- Linux 系统下 C 语言编程的初学人员。
- Linux 服务器领域的开发人员。
- Linux 桌面应用的开发人员。
- 想了解 Linux 系统下 C 语言编程的其他人员。

本书编者

本书主要由阎映炳编写，其他参与编写和资料整理的人员有刘成、马臣云、潘娜、阮履学、陶则熙、王大强、王磊、徐琦、许少峰、颜盟盟、杨娟、杨瑞萍、于海波、俞菲、曾苗苗、赵莹、朱存等。

编　者

目 录

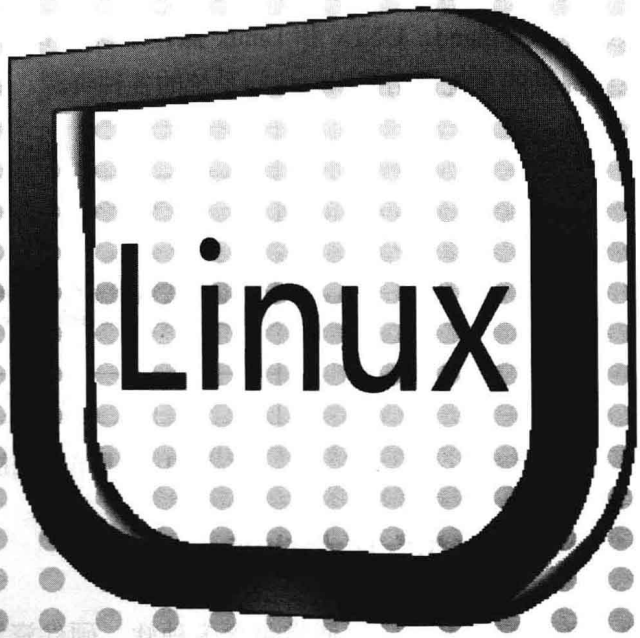
第一篇 系统环境

第二篇 C 语言及编程环境

第三篇 输入输出及进程管理

第四篇 进程间通信(IPC)及网络编程

第一篇　系统环境



第1章 Linux系统概述

自上世纪90年代初，Linux操作系统以其强大的功能和开源的特性快速占领了服务器市场和桌面应用领域。Linux被业界认为是最有前途的操作系统之一。本章将简要介绍Linux操作系统的功能和特点。

1.1 计算机操作系统简介

计算机系统由硬件和软件两个部分组成。操作系统是计算机中的底层软件，其他软件如数据库系统、编译系统以及各种应用软件等都依赖于操作系统的支持。

1.1.1 操作系统的概念

操作系统是用户与计算机硬件之间的接口，是用于控制和管理系统资源，方便用户使用计算机程序的集合。通过操作系统，用户可以安全、快捷地操纵计算机硬件系统并运行自己的程序。同时，使用操作系统也便于对计算机中的各项资源进行管理。

用户使用计算机操作系统主要通过两种方式进行：一种是通过执行shell命令进行，典型的如DOS操作系统的command，UNIX和Linux操作系统的bash、csh等；另一种则是编写程序，通过调用操作系统提供的系统调用接口，访问系统的各种资源。用户使用操作系统的两种方式如图1-1所示。

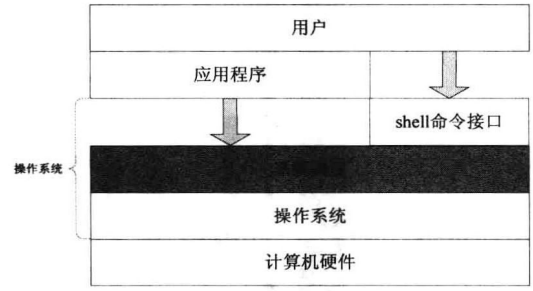


图1-1 操作系统接口

1.1.2 操作系统的基本功能

典型的计算机系统中，通常包含多种软、硬件资源，如处理器（CPU）、存储器（内存、

磁盘存储器）、输入/输出设备、数据或程序等，其结构如图 1-2 所示。

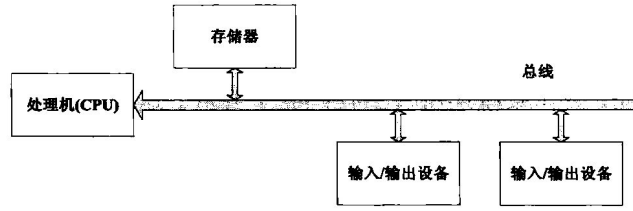


图 1-2　计算机系统的组织结构

操作系统的主要功能就是对上述这些资源进行有效的管理。简要地说，操作系统的基本功能包括以下几个方面。

- 处理器管理：对处理器进行分配，并对其运行进行有效的控制和管理。通常情况下，处理器的分配是以进程为单位的，所以对处理器的管理也可以归结为对进程的管理。
- 存储器管理：负责内存的分配与回收。为程序的运行分配内存空间，提供其运行环境，方便进程合理使用存储器。
- 输入/输出设备管理：负责输入/输出设备的分配与控制，如打印机、键盘等。
- 文件管理：负责文件的存取。通常情况下，程序和数据总是以文件的形式存储在磁盘等介质中供用户使用。文件管理的主要任务就是对文件进行有效的管理，以方便用户使用。

1.1.3　主要操作系统简介

操作系统从诞生至今已有近 50 年的历史。上世纪 60 年代至 70 年代是操作系统发展的活跃时期。到上世纪 80 年代，操作系统已发展得比较成熟。经过多年的发展，操作系统的功能日趋完善，性能更加优异。按照通常的划分方法，操作系统可以划分为以下几种。

- MS-DOS 操作系统：提到 MS-DOS，读者可能会立即回忆起那熟悉的“C>:”提示符。MS-DOS 是在 1981 年推出的，随 IBM 公司的 IBM-PC 计算机一起发行。随着 IBM-PC 计算机的畅销，同时也由于 MS-DOS 强大的功能，MS-DOS 成为 16 位微型计算机上操作系统的标准。
- Windows 系列操作系统：1990 年，Microsoft 推出了 Windows 3.0 版本，它以其友好的图形界面征服了广大计算机用户。该操作系统同时具有支持多任务、易学好用的特点，因而在微机领域迅速流行。1993 年推出的 Windows NT 是真正的 32 位多任务的操作系统，在服务器操作系统领域占有了很大市场。后来从 Windows 95、Windows 98、Windows XP、Windows Vista，一直发展至现在的 Windows 7，Windows 系列操作系统在微型机领域仍然是绝对的主流。
- UNIX 操作系统：UNIX 操作系统是由美国 Bell 实验室开发的多用户、多任务的操作系统。本书将介绍的 Linux 操作系统也是在 UNIX 系统的基础上发展而来的。UNIX 操作系统不仅可以在微型计算机上使用，也支持小型计算机乃至大型计算机。同时，UNIX

操作系统具有优良的性能、强大的安全控制机制，到目前为止仍然是服务器领域最重要的操作系统。

- Linux 操作系统：Linux 实际上是 UNIX 操作系统的变种。除继承 UNIX 操作系统的全部优点外，Linux 操作系统还将其源代码完全开放。这使得 Linux 操作系统在服务器领域大行其道，占据了部分本属于 UNIX 操作系统的市场。除此之外，Linux 操作系统一改 UNIX 操作系统单一的字符界面，提供了不亚于 Windows 操作系统的华丽的图形界面，这也吸引了大量桌面办公领域的用户由 Windows 操作系统转向 Linux 阵营。本书将介绍的内容，就是在 Linux 操作系统下进行程序设计的方法与技巧。

1.2 Linux 操作系统介绍

Linux 操作系统源自于荷兰 Helsinki 大学的学生 Linus Torvalds。他当时想要开发一个 Minix 系统的替代品，可用于 x86 体系结构的个人计算机上，并具有 UNIX 操作系统的全部功能，这就是 Linux 系统的开端。

1.2.1 Linux 的来源

Linux 的起源最早要追溯到 UNIX 操作系统。1969 年，Bell 实验室的 Ken Thompson 利用一台闲置的 PDP-7 计算机开发了一个多用户、多任务的操作系统。后来，另一个研究人员 Dennis Richie 加入了该项目，在他们的共同努力下诞生了最早的 UNIX 操作系统。UNIX 操作系统最早是用汇编语言实现的。

由于 UNIX 操作系统强大的功能和优良的性能，很多商业公司和研究机构纷纷加入到该系统的研发之中。如此一来，产生了大量的 UNIX 版本，如 AT&T 的 System V、加州大学的 BSD、IBM 的 AIX 等。这些操作系统版本之间互不兼容，只支持基于各自硬件体系结构的计算机系统，不支持个人计算机。这一情况成为 Linux 操作系统诞生的重要因素。

1991 年，荷兰 Helsinki 大学的学生 Linus Torvalds 需要一款多用户、多任务的操作系统。但财力有限，他能买得起的只有 Minix 操作系统。而 Minix 系统的功能简单，在当时是一个被用于教学的类似于 UNIX 的操作系统。Linus Torvalds 对 Minix 很不满意，决定自己编写一款新的操作系统。

由于 UNIX 操作系统具有优良的性能，Linus Torvalds 决定以 UNIX 操作系统为原型开始进行开发工作，并且进展很快。到 1991 年，这个操作系统的 0.02 版已经编写完成，被命名为 Hobby。受开放源码思想的影响，Linus Torvalds 将他新编写的操作系统放置到互联网上并开放源码与其他开发人员共享。随着大量开发人员的加入，使得这个新的系统发展很快，并最终成为一个真正意义上的操作系统。这个操作系统就是 Linux 的最早版本。

提示：

1991 年，Linus Torvalds 在 BBS 中发布了一个公告（如图 1-3 所示），成为 Linux 系统诞生的重要标志。其中文意思大致为：各位，我正在开发一款操作系统（只是个人兴趣，不会做得像 GNU 那么大、那么专业）。从这段公告可以看出，Linus Torvalds 也没有想到，Linux 会发展到今天这个程度。

这个新诞生的操作系统是基于 UNIX 操作系统的，所以被称为 Linus's UNIX，简称为 Linux。其标志是一个活泼可爱的企鹅形象，如图 1-4 所示。

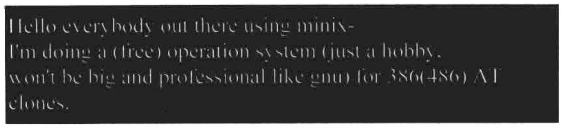


图 1-3　Linus 的 BBS 公告

图 1-4　Linux 的标志

1.2.2　什么是 Linux

Linux 是一个多用户、多任务的操作系统。它由 UNIX 操作系统发展而来，但又比 UNIX 操作系统功能更为强大，尤为重要的是它可以免费使用并自由传播。由于 Linux 的开源特性，自从 Linux 诞生以来，来自世界各地的程序开发人员不断对其功能进行丰富完善。发展到现在，Linux 已经成为服务器领域和桌面应用领域非常重要的操作系统之一。

Linux 具有十分重要的用途，它被广泛应用于服务器联机事务处理、办公自动化桌面应用以及个人工作站等领域。由于 Linux 是一种类似于 UNIX 的操作系统，这就使得其在服务器领域与 UNIX 操作系统具有同等的功能。加上 Linux 的开源特性，在服务器领域的联机事务处理方面，Linux 已经取得了非凡的成绩。在桌面应用方面，Linux 提供了 KDE、GNOME 等大量的图形操作环境供用户使用。其应用领域如图 1-5 所示。

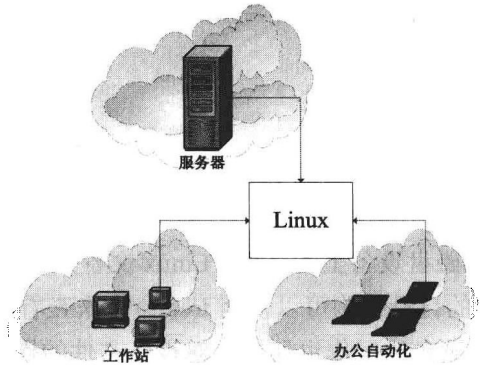


图 1-5　Linux 的应用领域

Linux 主要由四个部分内容组成：系统内核、shell、文件系统和实用工具。内核可以看做是操作系统的“心脏”，它对外提供一种称为“系统调用”的接口，供外部程序调用内核提供的

服务。其余的三个部分（shell、文件系统和实用工具）都是通过访问系统调用实现各自功能的。

系统内核是 Linux 操作系统的核心，它包含了诸如进程管理、存储管理等核心功能的处理。Linux 自诞生以来，产生了多种不同版本的内核，目前最新的内核是 3.3.6 版本。Linux 操作系统内核的版本在系统登录时可以看到，如图 1-6 所示，该系统的内核版本为 2.6.32。该版本号也可以通过 Linux 执行命令 uname –r 获得。

图 1-6 Linux 的内核版本

shell 是操作系统对用户提供的交互操作的接口，它的作用类似于 DOS 操作系统的 command。shell 接收用户输入的命令并提交给系统内核去执行。传统意义上的 shell 是基于字符界面的，较常见的 shell 如 Bourne shell、C shell、Korn shell 等。Bourne shell 的操作界面如图 1-7 所示。

图 1-7 Bourne shell 的操作界面

除这些字符界面的 shell 外，Linux 还提供了像 KDE、GNOME 等图形操作界面。这些图形操作环境提供了一种可视化的操作方式供用户使用，这与 Windows 操作系统颇为相似。如图 1-8 所示是典型的 KDE 图形操作界面。

图 1-8 KDE 图形操作界面

文件系统用于管理存储在磁盘设备上的文件。Linux 文件系统是基于树形结构的，支持文件和目录。Linux 操作系统基本的目录结构可以使用 tree 命令来查看，如图 1-9 所示。在 Linux 系统中，一切文件，包括对硬件设备的操作也抽象为对设备文件的操作。为保证安全性，Linux 提供了复杂的安全管理功能。它既支持传统的 UNIX 操作系统下的文件权限方式，也支持其独特的访问控制列表（ACL）方式。

实用工具是 Linux 系统提供给用户使用的各种工具软件。在不同厂商的操作系统中，这些实用工具各不相同，如编辑工具软件、计算器工具软件等。