Linux 专家之路

Linux 下的 C 编程

贾明 严世贤 编著

雨人科技 策划

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目（CIP）数据

Linux 下的 C 编程 / 贾明，严世贤编著．—北京：人民邮电出版社，2001.11
（Linux 专家之路）

ISBN 7-115-09788-7

I．L… II．①贾… ②严… III．C 语言—程序设计 IV．TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 074382 号

Linux 专家之路

Linux 下的 C 编程

◆ 编　　著　贾　明　严世贤
策　　划　雨人科技
责任编辑　张瑞喜
执行编辑　郭立罡

◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编　100061　　电子函件　315@ pptph.com.cn
网址　http://www.pptph.com.cn
读者热线：010-67129212　010-67129211（传真）
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京　　厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本：787×1092　1/16
印张：27.75
字数：669 千字　　2001 年　月第 1 版
印数：1 – 0 000 册　　2001 年　月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09788-1/TP

定价：45.00 元（附光盘）

内 容 提 要

本书系统地介绍了在 Linux 平台下用 C 语言进行程序开发的过程，并通过列举大量的程序实例，使读者很快掌握在 Linux 平台下进行 C 程序开发的方法和技巧，并具备开发大型应用程序的能力。

本书内容详实，主要包括：Linux 平台下 C 语言编程环境的介绍，C 语言编译器、调试工具和自动维护工具的使用方法，Linux 系统提供特有的函数调用，在 C 程序中访问文件的方法，进程的概念、进程间通信以及多进程同步运行的实现手段，C 语言网络编程方法等。

本书结构合理、概念清晰、实例丰富，并具有很强的启发性和实用性， 适用于在 Linux 系统下进行 C 语言编程的程序员和广大爱好者阅读。

前　言

近年来，Linux 操作系统是发展最快、影响最大的操作系统，并成为了操作系统领域最耀眼的一颗明星。

Linux 操作系统是由 UNIX 发展来的，它同 C 这种具有多平台、移植性好的编程语言的完美结合，为用户提供了一个功能强大的编程环境。正因如此，Linux 平台下的 C 语言编程的重要性日益突出，我们编写了这本书献给广大的编程爱好者。

本书分为 3 篇，第 1 篇是基础篇，先简要介绍 Linux 操作系统和 C 语言的基本知识，为以后的熟练编程打好基础，然后将介绍 Linux 中的 C 程序的编程环境（包括 Emacs 编辑器、C 语言的编译器 gcc、调试工具 gdb 和程序自动维护工具 make 的使用方法）和基本的系统调用（包括文件系统的操作、标准输入输出的操作、内存管理和进程操作），这些丰富的系统调用将为以后的深入研究打下坚实的基础。第 2 篇是提高篇，对一些高级编程知识做出阐述。具体内容包括信号及信号处理、进程间的通信（IPC）、网络 Socket 编程、底层终端编程。鉴于网络和 Linux 的紧密联系，本部分将对网络编程作重点讲解。第 3 篇为实例篇，列举了综合性的例子，使大家对所学的知识拥有一个感性的认识。

本书语言简练、阐述清晰、实例生动，能很好地帮助读者掌握 Linux 平台下使用 C 语言编程的基本方法和技巧，具备开发大型应用程序的能力。光盘中附有各章的程序源代码，读者可以把程序代码拷贝到 Linux 编辑环境下的 Emacs 中进行编译、调试和运行。

本书各章还附有习题，而且在书后给出部分习题答案 ，以方便读者学习。

本书还使用到两个特殊的标志：

：表示提示内容，需要大家注意。

：表示补充说明的内容。

贾明负责编写了全书的第 1、2、3、4、5、12、13、14 章，并负责相关章节实例的测试；严世贤负责编写第 6、7、8、9、10、11 章和相关章节实例的测试。最后对关心、支持和帮助过本书编写工作的“雨人”工作人员表示诚挚的谢意！

由于编者水平有限，本书难免有疏漏之处，希望广大读者批评指正。

联系邮件地址：yurennet@263.net

雨人科技网站：www.yurennet.com

编著者

2001 年 8 月

目　录

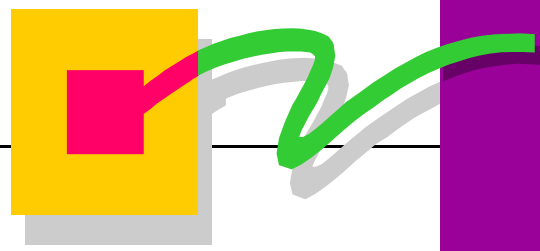
第 1 篇　基 础 篇

第 2 篇　提 高 篇

第 3 篇　实 战 篇

第1篇 基础篇

本篇导读



本篇是全书的基础部分，在此部分我们将结合程序实例详述 Linux 平台下 C 语言的编程环境，如 Linux 环境下 C 语言编辑器 Emacs、C 语言的编译器 gcc、程序调试工具 gdb 和程序自动维护工具 make，在此基础之上我们将对系统的基本调用做出阐述。

本篇包括以下章节：

第 1 章主要介绍 Linux 操作系统和 C 语言编程的基本语法知识，使大家认识到 Linux 操作系统的良好发展趋势，增强大家的学习动力。C 语言部分只做简要的介绍，如有这方面的疑问，大家可以查阅有关的书籍。

第 2 章介绍 Linux 中的一个功能强大的编辑器 Emacs，它的 C 模式功能丰富，使用方便，是在 Linux 上进行 C 程序集成开发的优良环境。

第 3 章主要讲述 Linux 平台上的 C 语言编译器 gcc，包括 gcc 编译器的安装和 gcc 的使用，最后还会介绍一些其他的编译工具。

第 4 章讲述 C 语言的调试工具 gdb 中的常用命令的使用格式和基本使用方法，分别阐述 gdb 符号调试器、gdb 命令详解及其简单应用实例，最后也会提到一些其他的调试工具。

第 5 章讲述 C 语言程序自动维护工具 make 和写 makefile 的知识和技巧，如 make 的简单使用、make 命令属性的控制、宏（macro）的使用、内部规则及库的使用。它是从 UNIX 系统继承下来的一个工具，能自动生成和维护目标程序，根据程序模块的修改情况重新编译链接目标代码，以保证目标代码总是由最新的模块组成。

第 6 章讲述文件系统的操作，内容涉及顺序文件的操作、随机文件的操作、文件的共享、索引节点、文件层次结构、文件属性的控制、文件的链接和设备文件的操作。

第 7 章讲述基于标准输入输出库的标准输入输出的操作，内容包括标准输入输出的基本操作、非格式化输入输出的操作、格式化输入输出的操作以及临时文件的操作。

第 8 章讲述内存管理方面的操作，本章在内容上首先回顾基本的 C 内存管理，然后讲解 Linux 操作系统提供的一些附加功能。

第 9 章讲述有关进程的操作，包括进程的概括介绍、进程的基本操作（进程的创建、等待和结束等）和进程之间的关系。进程是操作系统和并发程序设计中的一个重要的概念。

以上内容是本书的基础，各章都附有大量的小程序，源代码也已给出，读者应多加练习，熟练掌握此篇内容。

第1章

Linux 系统和 C 语言简介

Linux 系统简介
C 语言简介
Linux 平台下 C 程序的开发
小结与练习

欢迎大家进入 Linux 平台下 C 语言编程的世界。本章将详细介绍 Linux 操作系统和 C 语言编程的基本知识，帮助大家对所要学习的知识建立清晰的认识，并掌握 C 语言编程的基本方法，为后续学习打下扎实的基础。

1.1 Linux 系统简介

对于 Linux 平台的初学者，本书有必要先介绍 Linux 系统的基本知识和一些重要特性。

Linux 系统是从 UNIX 发展来的。UNIX 是世界上最流行的操作系统之一，它是一种实时操作系统，可以运行于大型和小型计算机上的多任务系统。但由于它比较庞大，而且价格昂贵，所以不适合 PC 机用户使用。而 Linux 正好弥补了这些缺点，同时还继承了 UNIX 大多数优点。由于它是基于 PC 机上运行的操作系统，并且内核源代码是公开的，使得 Linux 成为时下最流行的操作系统。

1.1.1 Linux 系统的发展简介

Linux 是一种适用于 PC 机的计算机操作系统，它适合于多种平台，是目前唯一免费的非商品化操作系统。

Linux 诞生于 1991 年底，是一个芬兰大学生开发出来的。由于具有结构清晰、功能强大等特点，它很快成为许多院校学生和科研机构的研究人员学习和研究的对象。在他们的热心努力之下，Linux 逐渐成为一个稳定可靠、功能完善的操作系统。而一些软件公司也不失时机地推出以 Linux 为核心的操作系统，大大推动了 Linux 的商品化，使 Linux 的使用日益广泛，成为当今最流行的操作系统。

Linux 是由 UNIX 发展来的，它不仅继承了 UNIX 操作系统的特征，而且在许多方面还超过了 UNIX 系统，另外它还具有许多 UNIX 所不具有的优点和特性。如它的源代码是开放的，可运行于许多硬件平台，支持多达 32 种文件系统，支持大量的外部设备等。它包含人们所期待操作系统所拥有的特性，包括真正的多任务、虚拟内存、目前最快的 TCP/IP 驱动程序、共享库和理想的多用户支持；它还符合 X/Open 标准，具有完全自由的 X Window 实现方式；Linux 同 UNIX 一样，具有最先进的网络特性，且支持所有通用的 Internet 协议，既可作为客户端也可作为服务器。这些优异的性能，使 Linux 具有广泛的用途，它可用于：

- 个人 UNIX 工作站。
- X 终端用户和 X 应用服务器。
- UNIX 开发平台。
- 商业开发。
- 网络服务器。
- Internet 服务器。
- 终端服务器、传真服务器、Modem 服务器。

1.1.2　Linux 系统的主要优异性能

- Linux 系统是真正的多用户、多任务、多平台操作系统。
- Linux 系统提供具有内置安全措施的分层的文件系统，支持多达 32 种文件系统。
- Linux 系统提供 shell 命令解释程序和编程语言。
- Linux 系统提供强大的管理功能。
- Linux 系统具有内核的编程接口。
- Linux 系统具有图形用户接口。
- Linux 系统具有大量有用的实用程序和通信、联网工具。
- Linux 系统具有面向屏幕的编辑软件。
- Linux 系统许多组成部分的源代码是开放的，任何人都能修改和重新发布它。
- Linux 系统不仅可以运行许多自由发布的应用软件，还可以运行许多商业化的应用软件。

1.1.3　Linux 系统的主要构成

1．存储管理

Linux 采取页面式存储管理机制，每个页面的大小随处理芯片而异。在 Linux 中，每一个进程都有一个比实际物理空间大得多的进程虚拟空间，每个进程还保留一张页表，用于将本进程空间中的虚地址变换成物理地址，页表还对物理页的访问权限作了规定，从而达到存储保护的目的。

Linux 存储空间的分配遵循的原则是不到有实际需要的时候决不分配物理空间，这样可以最大限度地利用物理存储器。

2．进程管理

在 Linux 中，进程是资源分配的基本单位，所有资源都是以进程为对象进行分配的。在一个进程的生命周期中，会用到许多系统资源，Linux 的设计可以准确描述进程的状态和资源的使用情况，以确保不出现某些进程过度占用系统资源而导致另一些进程无休止地等待的情况。

Linux 创建进程的方法是采用 Copy in write 技术，不拷贝父进程的空间，只是拷贝父进程的页表，使父进程和子进程共享物理空间，并将这个共享空间的访问权限置为只读，这样可以降低系统资源的开销。

3．文件系统

Linux 最重要的特征之一就是支持多种不同的文件系统。

在 Linux 中，一个分离的文件系统不是通过设备标志（驱动器号）来访问，而是把它合到一个单一的目录树结构中去，通过目录访问。Linux 把一个新的文件系统安装到系统单一目录树的某一目录下，则该目录下的所有内容将被新安装的文件系统所覆盖，当文件系统被

卸下后，安装目录下的文件将会被重新恢复。

为了支持多种文件系统，Linux 用一个被称为虚拟文件系统（VFS）的接口层将真正的文件系统同操作系统及其服务器分离开，它能掩盖不同文件系统之间的差异，使所有的文件系统在操作系统和用户程序看来都是相同的。

4．进程间通信

Linux 提供多种进程间的通信机制，管道和信号是其中最基本的两种，其他还有消息队列、信号灯及共享内存。为支持不同机器之间的进程通信，Linux 还引入了 Socket 机制。

1.1.4 现行 Linux 系统的主要版本

- Red Hat Linux（小红帽）。由 Red Hat Software 公司发行，最高版本为 Red Hat7.0，是当今最为流行的 Linux 套件。它支持的硬件平台多，安装界面友好，安全性能好，在线文档详尽，每一版本还会有一个 powertools，适合新手入门使用。
- Slackware。由 Walnut Creek CDROM 公司发行，是历史较长的发行版本，用作服务器时表现出较好的性能。但库中包含内容较少。
- Debian Linux。由 GUN 公司发行，特点是收集的软件非常齐全，是开放式的开发环境。

1.2 C 语言简介

1.2.1 C 语言概述

C 语言是国际上广泛使用的，且很有发展前途的计算机高级语言，时下流行的 C++语言和 C#（用于网络编程）都是从 C 语言发展而来的。它适合用来系统描述，既可用来写系统软件，也可用来写应用软件。C 是一种与 UNIX 密切相关的程序设计语言，它最初用于 DEC PDP-11 计算机 UNIX。从 70 年代以来，操作系统中的大部分内容和应用程序都是用 C 语言编写的。C 语言之所以能存在和发展，并具有生命力，与它的以下优点是分不开的。

- 语言简洁、紧凑（32 个关键字），使用方便、自由（书写形式自由），与 Pascal 和 Basic 语言比较起来，C 语言程序显得非常简练。
- 运算符丰富，共有 34 种，C 把括号、赋值、强制类型转换等都作为运算符处理。表达式类型多样化，灵活使用各种运算符可以实现在其他高级语言上难以实现的运算。
- 数据结构合理，具有现代化语言的丰富的数据结构能用来实现各种复杂的数据结构（如链表、树、栈等）的运算。
- 具有结构化的控制语句，是结构化的理想语言，符合现代编程风格。