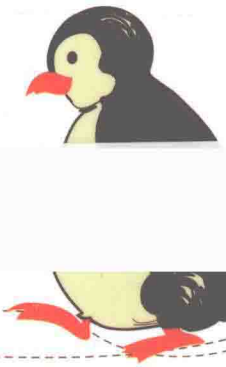
苏嵌教育 嵌入式技术与应用丛书

高质量嵌入式 Linux C编程

梁庚 陈明 马小陆 编著



内外兼修
涵盖“内功”和“外功”涉及的知识点
令您成为一个能够写出高质量程序的程序员

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

嵌入式技术与应用丛书

高质量嵌入式Linux C编程

梁 庚 陈 明 马小陆 编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从嵌入式开发角度出发，以 Linux 操作系统为开发平台，将隐藏在系统开发背后的关于 C 语言、计算机组成原理、计算机操作系统等方面的机制和知识娓娓道来，不仅能让读者知其然，更要让读者知其所以然，揭开嵌入式 Linux C 系统开发背后鲜为人知的秘密，并让这些知识再反作用于编程实践，从而帮助读者写出高质量的嵌入式 Linux C 代码。具体说来，本书主要讨论了包括嵌入式 C 语言高级编程、嵌入式 Linux 系统编程、多任务解决机制、网络编程等多个方面的话内容。

本书既可作为大专院校相关专业师生的教学参考书，也可供计算机及其相关领域的工程技术人员查阅之用。对于普通计算机爱好者，本书也不失为帮助他们掌握高质量嵌入式 Linux C 系统开发的一本深入浅出的嵌入式开发读物。

图书在版编目（CIP）数据

高质量嵌入式 Linux C 编程 / 梁庚，陈明，马小陆编著. —北京：电子工业出版社，2015.1
（嵌入式技术与应用丛书）
ISBN 978-7-121-25383-6

I. ①高… II. ①梁… ②陈… ③马… III. ①Linux 操作系统—程序设计 ②C 语言—程序设计
IV. ①TP316.89 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 313674 号

责任编辑：田宏峰
印　　刷：北京京科印刷有限公司
装　　订：三河市华成印务有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　　邮编　100036
开　　本：787×1 092　1/16　印张：23.5　　字数：600 千字
版　　次：2015 年 1 月第 1 版
印　　次：2015 年 1 月第 1 次印刷
印　　数：3000 册　　定价：68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前　言

在这几年的项目开发和担任苏嵌教育培训讲师的过程中，作者发现一个能够写出高质量程序的程序员需要“内外兼修”：“内功”就是精通数据结构和算法，并且拥有庞大的代码量，这是决定程序员写出高质量程序的根本因素；而“外功”就是程序员是否明白计算机组织机制和原理，写出的程序是否能符合计算机系统的“口味”，是否能够最大程度地调动和运用系统的资源，是否能够像一件艺术品一样供其他人欣赏。

一些程序员通常都认为具备“内功”就足可以写出高效率的程序，常常忽略“外功”的作用，只能说他所写出的代码是“伪高效代码”，并不是一个高质量的程序。就作者个人的经历而言，自己手底下带的人和培训过的学员大多是半路出家，没有系统化地学习过计算机相关的理论知识，写出代码也只是简单地对需求进行模拟，并不能够很好地利用计算机系统资源。

需要指出的是，很多计算机专业科班出身的学生也未必能够领悟“外功”的含义。就目前国内的计算机教育来说，大部分学校设置的计算机相关课程仅仅是将各项知识独立地对待，这样对于悟性不是非常高的学生来说，在没有被点化的情况下就没有办法有机地将这么多课程串接起来。一个不能形成完整系统性的知识结构是空洞和脆弱的结构。就拿现在畅销的《C 程序设计语言》来说，好多在校大学生在阅读这本书之后都说看不懂，觉得讲得很难，是因为这本书并不像国内很多 C 语言教材一样去单纯地介绍 C 语言的语法，这本书结合了计算机操作系统和计算机组成原理，以及 Linux 操作系统来阐述 C 语言的开发。

现在开发人员和学员间流行着这样一句话：“大学老师教的企业不用，企业用的大学老师不教”。其实我个人并不是很赞同这句话，毕竟大学让大学生们掌握了做开发所需要的一些基础理论知识，这为以后继续学习和工作都奠定了很好基础。现在的大学生急需去解决自己“内功”和“外功”修炼的问题，而本书可以帮助到你，让你成为一个“内功”深厚，“外功”强大的程序员。

本书从嵌入式开发角度出发，以 Linux 操作系统为开发平台，将隐藏在系统开发背后的关于 C 语言、计算机组成原理、计算机操作系统等方面的机制和知识娓娓道来，不仅能让读者知其然，更要让读者知其所以然，揭开嵌入式 Linux C 系统开发背后鲜为人知的秘密，并让这些知识再反作用于编程实践，从而帮助读者写出高质量的嵌入式 Linux C 代码。具体说来，本书主要讨论了包括嵌入式 C 语言高级编程、嵌入式 Linux 系统编程、多任务解决机制、网络编程等多个方面的内容。本书大量案例都在苏嵌课堂教学实践过多年，既可作为大专院校相关专业师生的教学参考书，也可供计算机及其相关领域的工程技术人员查阅之用，对于普通计算机爱好者，本书也不失为帮助他们掌握高质量嵌入式 Linux C 系统开发的一本深入浅出的嵌入式开发读物。

作　者

2014 年 12 月

目　录

第 1 章

嵌入式 Linux C 语言开发工具

开发工具和操作系统之间是相互促进、相互发展的，操作系统离不开软件开发工具的支持，软件开发工具也离不开操作系统这个平台。Linux 操作系统下 Linux 开发工具的开源方式，可以让大家拥有更多的资源，得到更多的信息，对软件工具的发展起到了更大的促进作用。在这其中开发工具起到了至关重要的作用，开发工具作为生产软件的软件，有如神兵利器一般为 Linux 的发展保驾护航。

1.1 嵌入式 Linux C 语言开发概述

在自然界中不论多复杂的问题都是由两部分组成的，一是问题处理的对象；二是处理问题的具体方法。例如，用布匹做衣服的问题，衣服就是问题的对象，具体的剪裁工艺就是做衣服的方法。由于现实生活中的问题是无穷无尽的，所以人们发明了很多计算工具来帮助处理问题，如古老的沙漏计时器、算盘等。但直到电子计算机的出现，人们才真正从繁重的计算任务中解脱出来。

电子计算机之所以具有强大的计算能力，除了运算速度快之外，根本原因在于计算机具有自动运行程序的能力。因此，计算机能否正确高效地处理问题取决于程序能否客观正确地描述问题。而程序要把问题客观正确地描述清楚，最基本的要求是使用具有一套正确合理的语法机制的编程语言。这也就说明，学习编程语言的主要内容之一就是学习其语法规则和运行机制。

在众多的编程语言中，C 语言是一门历史悠久但生命力很强的高级语言。据最新的调查数据显示，目前 C 语言的使用率依旧保持在 30%以上。C 语言之所以能够久盛不衰，主要原因有以下几点。

- C 语言具有出色的可移植性，能在多种不同体系结构的软/硬件平台上运行。
- C 语言具有简洁紧凑、使用灵活的语法机制，并能直接访问硬件。
- C 语言具有很高的运行效率。

鉴于以上原因，很多操作系统的内核、系统软件等都是使用 C 语言编写的。在嵌入式 Linux 开发领域，C 语言同样是使用最广泛的语言之一。

1.2 嵌入式 Linux C 开发环境

编辑工具：在 Linux 下编程，你不再拥有集成化环境，你可以使用类似于 EDIT 的工具——经典的 vi 来编辑源程序。当然，还有更高档一些的，如 joe、emacs 等。总之，编辑程序与编译工作是分开的。

编译工具：在 Linux 下支持大量的语言，有 C、C++、Java、Pascal、Fortran、COBOL 等，本书以 C/C++语言为主。在使用这些编译工具时，是使用命令行方式的，也就是说，先用编辑工具输入源程序，然后执行一长串的命令（参数比较复杂）进行编译。例如，“gcc–o hello hello.c”就是将 hello.c 编译为 hello，然后还需要为其赋予可执行的权限，这样才能完成整个工作。

调试工具：GDB 是 GNU 开源组织发布的一个强大的 UNIX 下调试程序工具。或许大家比较喜欢那种图形界面方式的，像 VC、BCB 等 IDE 的调试，但如果是在 UNIX 平台下编写软件，就会发现 GDB 这个调试工具有比 VC、BCB 的图形化调试器更强大的功能。所谓“寸有所长，尺有所短”，就是这个道理。

软件工具：一个大型软件总是由多个源程序组成的，为了能够将大量的编译命令作一次完成，Linux 中提供了 make 各 autoconf 的工具，分别用于大型软件的编译，以及编译前根据机器当前状态作相应配置。

开发工具包：在 Linux 下提供了优秀的 GNU C 库函数、Motif 函数库、GTK 函数库、QT 函数库等工具包，为你的编程提供大量的支持。

项目管理工具：在 Linux 下还有 CVS 这样优秀的用于版本控制、管理的软件配置管理工具。

Linux 作为一个自由软件，同时来提供了大量的自由软件，这些自由软件不仅可执行文件自由，而且源程序也自由。你可以通过研习这些优秀的源码来提高自己的编程技艺。

1.3 嵌入式文本编辑器

Linux 上最常用的文本编辑器是 vi（或 vim）。文本编辑器是所有计算机系统中最常使用的一种工具。用户在使用计算机的时候，往往需要创建自己的文件，无论是一般的文字文件、资料文件，还是编写源程序，这些工作都离不开编辑器。

vi 是 Visual Interface 的简称，它在 Linux 中的地位就像 Edit 程序在 DOS 上一样。它可以执行输出、删除、查找、替换、块操作等众多文本操作，而且用户可以根据自己的需要对其进行定制，这是其他编辑程序所没有的。

vi 不是一个排版程序，它不像 Word 或 WPS 那样可以对字体、格式、段落等其他属性进行编排，它只是一个文本编辑程序。vi 没有菜单，只有命令，且命令繁多。vi 有 3 种基本工作模式：命令行模式、插入模式和底行模式。

vi 命令可以说是 UNIX/Linux 世界里最常用的编辑文档的命令了，很多人不喜欢 vi 就因为它有太多的命令集，但是我们只需要掌握基本的命令然后灵活地加以运用，相信您一定会喜欢它的。

1.3.1 基本模式

基本上 vi 可以分为三种状态，分别是命令行模式、插入模式和底行模式，各模式的功能区分如下。

（1）命令行模式。控制屏幕光标的移动，字符、字或行的删除，移动复制某区段及进入插入模式或者底行模式。

（2）插入模式。只有在插入模式下，才可以输入文字，按「ESC」键可返回命令行模式。

（3）底行模式。将文件保存或退出 vi，也可以设置编辑环境，如寻找字符串、列出行号等。不过一般我们在使用时把 vi 简化成两个模式，就是将底行模式也算入命令行模式。

1.3.2　基本操作

1．vi 的进入与退出

（1）在系统提示符号输入 vi 及文件名称后，就进入 vi 全屏幕编辑画面。

```
$ vi myfile
```

不过有一点要特别注意，就是进入 vi 之后，是处于「命令行模式」，要切换到「插入模式」才能够输入文字。初次使用 vi 的人都会想先用上下左右键移动光标，结果计算机一直哔哔叫，把自己气个半死，所以进入 vi 后，先不要乱动，转换到「插入模式」再说吧！

（2）切换至插入模式编辑文件。在「命令行模式」下按一下字母「i」就可以进入「插入模式」，这时候你就可以开始输入文字了。

（3）插入模式的切换。您目前处于「插入模式」，你就只能一直输入文字，如果你发现输错了字！想用光标键往回移动，将该字删除，就要先按一下「ESC」键转到「命令行模式」再删除文字。

（4）退出 vi 及保存文件。在「命令行模式」下，按一下「：」冒号键进入「底行模式」。例如：

```
: w filename              (输入 「w filename」将文章以指定的文件名 filename 保存)
: wq                      (输入「wq」，存盘并退出 vi)
: q!                      (输入 q!，  不存盘强制退出 vi)
```

2．vi 的复制、删除

（1）删除。

「x」：每按一次，删除光标所在位置的“后面”一个字符。

「#x」：例如，「6x」表示删除光标所在位置的“后面”6 个字符。

「X」：大写的 X，每按一次，删除光标所在位置的“前面”一个字符。

「#X」：例如，「20X」表示删除光标所在位置的“前面”20 个字符。

「dd」：删除光标所在行。

「#dd」：从光标所在行开始删除#行

（2）复制。

「yw」：将光标所在之处到字尾的字符复制到缓冲区中。

「#yw」：复制#个字到缓冲区。