

教育部-LUPA开源软件应用实训教材
中国高等教育培训中心推荐教材
LUPA开放源代码软件职业技能认证指定教材

Linux

嵌入式工程师实用教程

LUPA 编著

LUPA®

教育部-LUPA 开源软件应用实训教材

中国高等教育培训中心推荐教材

LUPA 开放源代码软件职业技能认证指定教材

Linux 嵌入式工程师实用教程

LUPA 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统论述了在 Linux 环境下嵌入式系统设计的思想、设计方法及开发流程。通过大量的实例与设计项目,帮助读者尽快掌握嵌入式设计的关键知识,提高嵌入式设计技巧。本书共 16 章,论述嵌入式系统的基本概念, Linux 环境下如何搭建嵌入式开发平台, Linux 环境下嵌入式程序的调试方法,嵌入式基础程序的设计,嵌入式 I/O 与文件系统的开发,串口通信程序设计,嵌入式网络应用程序设计,图形图像程序与 QT 应用程序设计,设备驱动程序的设计与开发,数码字符驱动、SD 卡块驱动、LCD 驱动等驱动程序设计,AD/DA 程序设计及嵌入式项目设计与分析。

本书是一本技能型、工程型的教材,适合作为 Linux 环境下嵌入式工程技术人员、嵌入式工程师、高校嵌入式专业、计算机专业、软件专业、通信专业、电子专业的本科生、专科生的教材。本书是国家开放源代码高校推进联盟(LUPA)“Linux 嵌入式工程师”与“Linux 嵌入式技术员”认证考试指定用书。

图书在版编目(CIP)数据

Linux 嵌入式工程师实用教程/LUPA 编著. —北京:科学出版社, 2008
(教育部-LUPA 开源软件应用实训教材 中国高等教育培训中心推荐教材)
ISBN 978-7-03-023174-1

I. L… II. L… III. Linux 操作系统—高等学校—教材 IV. TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 157872 号

责任编辑:陈晓萍/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 10 月第一次印刷 印张:22 3/4

印数:1—4 000 字数:539 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135763-8003

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

教育部-LUPA 开源软件应用实训教材

编委会

- 主 任 张建华 开放源代码高校推进联盟主席
- 委 员 倪光南 中国工程院院士
中国科学院计算技术研究所研究员
- 张钊源 中国职业资格证书研究发展中心主任
- 宫 敏 中国开源软件推进联盟专家委员会委员
Linux 资深专家
- 陈 钟 北京大学软件与微电子学院院长
- 薛安克 杭州电子科技大学校长
- 俞仲文 深圳职业技术学院院长
- 陈丽能 浙江经济职业技术学院院长

本书编写人员

- 主 编 刘加海
- 副主编 赵 斌 李道流 唐云廷
- 参 编 孔美云 麻志勇 朱亮亮

序

开放源代码高校推进联盟（LUPA），秉承“开源、创新、创业、就业”的宗旨，致力于开源人才的培养和开源技术在高校的推广、应用，几年来在培养大批开源软件人才的过程中，积累了丰富的经验。最近，LUPA 应教育部高教司及浙江省教育厅的要求，邀请了国内知名大学的教授及企业资深专家编写了“教育部-LUPA 开源软件应用实训教材”。

“教育部-LUPA 开源软件应用实训教材”面向企业、强调实用、体系完整，重在培养应用型、技能型的开源人才，其模块化的课程体系和工程化的教学模式，容易适应当前流行的、以市场需求为导向，人才培养和需求单位之间实行订单式培养的方式，特别有利于培养企业所需要的各种开源岗位专业人才，从操作员、管理员、程序员、技术员到拥有各种专门技能的工程师，都能全面覆盖，从而能满足社会上对不同层次开源人才的需求。此外，本系列教材重视核心课程及实践环节，有利于提高学生自主创新及创业能力；内容全面、符合潮流，可以支持高等院校增设具有前瞻性、与国际国内开源软件产业相适应、市场潜力大的学科专业。

为了改变过去我国软件教学中偏重于私有软件的倾向，近年来，教育部采取了一系列举措，旨在逐步改变这种状况。例如，在全国 40 所高等院校中设置 Linux 培训中心等，支持出版这套教材也是这种努力的一部分。众所周知，中国软件产业的前途取决于我们所培养的软件人才，因为人才的知识技能的倾向将决定未来中国软件产业的走向。因此，强化开源软件的教学，不仅是提高软件人才素质的需要，而且是增强中国软件自主创新能力、建设中国自主软件产业的需要。在这个意义上，我们欢迎“教育部-LUPA 开源软件应用实训教材”的出版，希望这套教材能有力地推进开源软件在中国的推广和应用。

倪光南

“教育部-LUPA 开源软件应用实训教材” 出版说明

一、本套教材书目

“教育部-LUPA 开源软件应用实训教材” 包括以下书目：

- 《Linux 系统操作员实用教程》
- 《Linux 网络管理员实用教程》
- 《Linux 信息安全管理实用教程》
- 《Linux 程序员（C 语言）实用教程》
- 《Linux 程序员（JAVA 语言）实用教程》
- 《Linux 嵌入式技术员实用教程》
- 《Linux 系统维护工程师实用教程》
- 《Linux 软件工程师（C 语言）实用教程》
- 《Linux 软件工程师（JAVA 语言）实用教程》
- 《Linux 数据库工程师实用教程》
- 《LAMP 系统工程师实用教程》
- 《Linux 嵌入式工程师实用教程》

二、本套教材特点

本套教材具有如下特点。

（1）系统性

本套教材从国家推广 Linux 要求与企业需求出发，从职业化与技能化出发，从生产实践过程的各项要求出发，设计 LUPA 课程体系。

（2）实用性

本套教材根据行业特色，结合 IT 行业的开发经验，采用工学结合原则，应用大量的应用实例与对实例的思考，使读者系统地、快速地掌握 Linux 在各职业方向上的主要知识点和实用技巧。

（3）完整性

本套教材从 Linux 基本操作的认知开始到程序设计、网站建设、网络服务、网络安全、嵌入式系统应用与设计，均做了较为全面的规划。

（4）层次性

本套教材适合于不同的读者层次需求。所规划的 Linux 课程有适合于扩大 Linux 的认知群的 Linux 推广目标的，有适合于高职院校推广 Linux 的应用技能的，也有适用于本科与研究生层次所需的应用与设计技能的。

1) 适合中职、高职、广大公务员等对 Linux 认知的课程：《Linux 系统操作员实用教

程》。

2) 适合高等职业院校与技术员的课程:

- 《Linux 网络管理员实用教程》
- 《Linux 信息安全管理实用教程》
- 《Linux 程序员 (C 语言) 实用教程》
- 《Linux 程序员 (JAVA 语言) 实用教程》
- 《Linux 嵌入式技术员实用教程》
- 《Linux 系统维护工程师实用教程》
- 《LAMP 系统工程师实用教程》

3) 适合本科生或研究生的课程:

- 《Linux 网络管理员实用教程》
- 《Linux 信息安全管理实用教程》
- 《Linux 系统维护工程师实用教程》
- 《Linux 软件工程师 (C 语言) 实用教程》
- 《Linux 软件工程师 (JAVA 语言) 实用教程》
- 《Linux 数据库工程师实用教程》
- 《Linux 嵌入式工程师实用教程》

三、“Linux 信息安全管理职业技能资格”认证考试课程设计

目前的“Linux 信息安全管理职业技能资格”认证考试的课程设计如下。

- Linux 系统操作员职业技能
- Linux 网络管理员职业技能
- Linux 安全管理员职业技能
- Linux 程序员 (C 语言) 职业技能
- Linux 程序员 (JAVA 语言) 职业技能
- Linux 嵌入式技术员职业技能
- Linux 系统维护工程师职业技能
- Linux 网络工程师职业技能
- Linux 软件工程师职业技能 (C 语言)
- Linux 软件工程师职业技能 (JAVA 语言)
- Linux 数据库工程师职业技能
- LAMP 系统工程师职业技能
- Linux 嵌入式工程师职业技能

四、部分课程的技能要求与职业规划

(1) Linux 系统操作员

熟悉 Linux 系统的基本操作, 掌握菜单和窗口的操作, 文件和文件夹的创建, 文件的移动、删除、复制、更名以及属性设置, 系统的属性设置等; 掌握 OpenOffice.org Writer

字符格式设置、段落设置、页面设置，表格制作、属性设置，对象及图形的插入；OpenOffice.org Calc 工作表的基本操作、计算、格式化以及图表的应用、数据的管理；OpenOffice.org Impress 基本操作，演示文稿的编辑、插入及修饰，设置演示文稿的放映效果；OpenOffice.org Draw/Math 的基本操作，Linux 下使用光盘和优盘、播放音频和视频，以及一些常用命令的使用。精通 Linux 操作员职业技能，可以从事政府机构和企事业单位的办公自动化，文字处理等工作。

（2）Linux 网络管理员职业技能

掌握 Linux 常用安装方法，常用命令的使用方法，掌握基本的 shell 编程，了解对 TCP/IP 局域网的构建和架设，掌握 Linux 操作系统的使用与管理；熟练掌握 DHCP 服务器、SAMBA 服务器、数据库服务器、DNS 服务器、APACHE 服务器、邮件服务器、FTP 服务器、流媒体服务器等的配置，掌握动态站点和虚拟主机的搭建。精通 Linux 网络管理员职业技能，可以从事中、小型企业的 Linux 服务器的日常维护、性能调整、系统架设、服务器安装、网络管理和维护等工作。

（3）Linux 安全管理员职业技能

熟悉 Linux 系统的引导过程，掌握系统监视、进程管理、日志查看及管理，精通 Linux 系统下的用户管理，掌握 Linux 系统文件的安全，掌握加密文件数据并保护数据。掌握 Linux 系统安全管理技能，可以从事有关网络游戏服务器的维护，在大型企业中实现网上交易平台的维护及管理，电信、金融、经贸、商场、宾馆、饭店计算机系统的安全维护工作及机密文件的安全管理工作。

（4）Linux 程序员（C 语言）职业技能

熟悉 Linux 操作系统下的 C 编程环境，掌握 gcc 编译工具及 gdb 调试方法，学习 C 语言编程的基本概念，掌握分支程序设计、循环程序设计、一维数组的应用、一维数组与指针、指针数组、标准 I/O 库等。使学生掌握 Linux 操作系统下 C 程序开发的方法和技巧，并具备开发应用程序的能力。

（5）Linux 嵌入式技术员职业技能

了解嵌入式在日常生活中的应用；了解嵌入式主流芯片与嵌入式操作系统、各厂商主流产品；掌握嵌入式系统的开发流程与嵌入式系统调试方法、嵌入式硬件开发平台的搭建；了解 Linux 系统调用及用户编程接口，掌握不带缓存的文件 I/O 操作与嵌入式 Linux 串口应用程序开发；了解 Linux 下进程及进程通信与进程控制；熟悉 Linux 守护进程；掌握管道通信和信号通信；了解 Linux 内核结构和 Linux 操作系统移植；会编译 Linux 内核；掌握 Linux 文件系统；掌握内核移植的方法；了解 Linux 下设备的驱动；掌握设备驱动的模块化编程；掌握字符设备驱动、键盘驱动、鼠标驱动、LCD 驱动、音频输入/输出驱动等程序的设计。精通 Linux 嵌入式技术员职业技能，可以在嵌入式生产流程线上从事生产、测试、组装等工作，也可以从事嵌入式实验室平台搭建与嵌入式实验室维护工作，从事嵌入式模块化设计与生产。

适应的岗位主要有：

- 1) 在电子技术开发公司从事嵌入式系统的应用与开发工作。
- 2) 在 IT 通信及网络行业从事嵌入式系统的管理、维护工作。

3) 在嵌入式系统消费电子、数字家庭和移动通信服务终端从事产品测试、技术支持等工作。

4) 在金融系统从事嵌入式系统的电子设备部门管理、维护工作。

5) 在汽车电子、医疗仪器、信息家电、航空航天、军事国防等行业从事嵌入式系统技术支持工作。

6) 在嵌入式系统工业控制领域从事相关工作。

(6) Linux 系统维护工程师职业技能

掌握对 Linux 的安装, 包括虚拟机、双系统及大型实验室的批量安装以及内核的升级, 熟悉主流的网络产品和技术、企业的基本应用系统及其框架, 精通对常用软件的安装和卸载, 有较强的动手能力和硬件技术服务能力, 并懂得对常用的外围设备进行安装, 如打印机、数码相机、扫描仪等, 掌握常用的 Internet 接入方法和常用的 Linux 命令, 懂得计算机系统和网络系统的安装和维护技术, 以及对网络安全、数据备份、大型数据库的配置等操作。精通 Linux 系统维护工程师职业技能, 可以从事大、中型企业的 Linux 的系统维护等工作, 担任系统维护工程师及大型数据维护工程师等工作, 并可作为公司或学校的机房管理员。

(7) Linux 软件工程师职业技能 (C 语言)

掌握 Linux 环境下程序调试方法, 例如 gcc 编译器、gdb 调试器、make 的使用, 掌握 Linux 环境下用 C 语言实现的文件操作、标准 I/O 库、进程控制、进程间的通信、Linux 的图形编程、网络编程以及数据库编程, 掌握 Linux 操作系统下 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。精通 Linux 软件工程师职业技能, 可以从事软件测试、软件编程, 软件架构等工作。

(8) LAMP 系统工程师职业技能

掌握 Linux 下常用命令的使用方法, 初步掌握 shell 编程, 掌握 Linux 下的 APACHE 服务器的安装与配置、MySQL 服务器的安装与配置, PHP 的基础知识包括数据类型、变量、常量、运算符、函数、表达式等, PHP 的 MySQL 数据库的编程, 构建 PHP 动态网页以及 PHP 的网络编程。精通 LAMP 系统工程师职业技能, 可以从事网页制作、网站建设售前工程师、专业网站设计人员、PHP 网站程序开发工程师等工作。

(9) Linux 嵌入式工程师职业技能

了解嵌入式系统的基本概念, 能搭建嵌入式 Linux 环境与开发平台, 掌握嵌入式 Linux 的 I/O 与文件系统的开发、进程与进程控制开发、进程间通信开发、网络应用开发、设备驱动程序的开发与嵌入式 Linux 图形用户界面的开发。精通 Linux 嵌入式工程师职业技能, 可以在制造工业、过程控制、通信、仪器、仪表、汽车、船舶、航空、航天、军事装备、消费类产品等方面从事嵌入式计算机的应用与开发等工作。

前 言

Linux 操作系统从第一个内核诞生到现在，其开放、安全、稳定的特性得到越来越多用户的认可，它具有自由开放的 Linux 源代码、真正的多用户多任务系统、良好的用户界面、强大的网络功能、可靠的系统安全性、良好的可移植性、完整的开发平台，Linux 自由软件的低成本、安全性，促使各国政府纷纷对 Linux 采取强有力的支持。应用领域逐步扩展，从最早的 Web、FTP、邮件服务开始，逐步扩展到诸如个人桌面应用、网络安全、电子商务、远程教育、集群运算、网格运算、嵌入式系统等各个领域。

目前嵌入式系统已经成为最热门的领域之一，已逐渐由原来仅限于工业用计算机普及到家电领域。嵌入式系统具有特定的功能、体积小、稳定性强等特点，应用于系统控制、监视或辅助设备、机器、工厂运作的装置、日常生活等。它已一点一滴地融入人们的日常生活里，全世界的厂商都看好这一块市场，并且都投入大量人力、物力、财力进行研发。

嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，采用可剪裁软、硬件，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统。

在新兴的嵌入式系统产品中，常见的有 MP3 播放机、智能型手机、数字视讯录像机、游戏机、家庭网络网关器、网络电话（VoIP）、掌上电脑、GPS、机顶盒、嵌入式服务器及瘦客户机等。嵌入式系统是未来生活的一个基础平台，将会大大影响人们的生活方式。嵌入式系统的热门的生活应用主要表现在以下几个领域应用。

1. 消费电子

消费电子是指围绕着消费者应用而设计的与生活、工作娱乐息息相关的电子类产品。消费电子主要侧重于个人购买并用个人消费的电子产品。比如掌上电脑、MP3、MP4、数码相机及可视电话等。

2. 信息家电

信息家电是利用计算机、电信和电子技术与传统家电相结合带有 PC 主要功能的创新产品，是价格低廉、操作简便、实用性强的家电产品。信息家电主要侧重于 PC、电冰箱、洗衣机、微波炉等和黑色家电，如电视机、录像机、音响、机顶盒、HPC、DVD、超级 VCD、无线数据通信设备、视频游戏设备、WebTV、Internet、电话等，是为数字化与网络技术更广泛地深入家庭生活而设计的新型家用电器。

3. 汽车电子

汽车电子简而言之就是半导体和汽车的结合，主要分为两类。一类是汽车电子控制装置，要和机械系统配合使用，如电子燃油喷射系统、制动防抱死控制、防滑控制、悬

架控制、动力转向等。另一类是车载汽车电子装置，是在汽车环境下能够独立使用的电子装置，与汽车本身性能无直接关系，包括导航、娱乐系统及车载通信系统等。

4. 工业控制

嵌入式系统在工业控制中的应用是最为广泛的，数控机床、智能仪器仪表、制造工厂、污水处理系统、发电站和电力传输系统、自动化工厂、控制系统开发/维护和调试的工具、石油提炼和相关的储运设施、建筑设备、计算机辅助制造系统、智能控制系统、核电站、机器人系统等。

5. 通信网络

嵌入式系统在通信网络中的应用主要是电话交换系统、电缆系统、卫星和全球定位系统、数据交换设备等。

6. 医疗电子

嵌入式系统越来越多的高科技手段开始运用到医疗仪器的设计当中。心电图、脑电图等生理参数检测设备，各类型的监护仪器，超声波、X 射线成影设备，核磁共振仪器，以及各式各样的物理治疗仪都开始在各地医院广泛使用。远程医疗、HIS、病人呼叫中心、数字化医院等先进理念的出现和应用，使医院的管理比以往任何时候都更加完善和高效，同时病人享受到更加快捷、方便和人性化的服务。

7. 灯光

舞台与家居灯光的设计也成为嵌入式系统重要应用之一，照明设计、舞台灯光设计成为了传媒、室内设计最重要的部分，因为它不仅是自然光的延续，还能通过明暗搭配、光影组合营造出特技、舒适、优美的氛围。运用美学手法，强调点、线、面的完美结合，使整个空间更富立体感。而嵌入式照明则是指将灯具镶嵌到地面或者墙面，充分利用灯光的布局变幻，营造出千变万化的个性空间大量应用到舞台、家居照明中来。

8. 商业金融

嵌入式系统在商业金融方面的应用主要在自动柜员机、信用卡系统、售货端系统、安全系统等。

今天，嵌入式系统带来的工业年产值已超过 1 万亿美元，它正在成为信息技术 (IT) 产业争夺的重点之一。据统计，每年只有 6% 左右的计算机芯片用于台式机或笔记本电脑等，94% 的芯片用于嵌入式系统，可见嵌入式系统市场非常巨大，每年有 10 亿~20 亿块 CPU 是为了嵌入式系统设计和制造的；每年有超过 1 万个新的嵌入式系统计划产生，其发展为几乎所有的电子设备注入了新的活力。在传统产业和传统产品中嵌入微计算机芯片，就可大大提高产品的数字化、网络化、智能化水平，不仅有助于提高传统产品的技术含量，更成为产品增值的关键因素。嵌入式软件广泛应用于国防、工控、家用、商用、办公、医疗等领域，如我们常见的移动电话、掌上电脑、数码相机、机顶盒、MP3

等都是用嵌入式软件技术对传统产品进行智能化改造的结果。目前嵌入式软件工程人才严重匮乏,严重制约了中国未来嵌入式软件产业的发展。

针对如此巨大的市场,围绕嵌入式系统展开研究和开发也就成了计算机软、硬件技术发展最活跃的方向之一。嵌入式系统的研发和生产也给我国信息产业实现跨越式发展提供了良好的机遇。本书理论结合实践,通过实验设计、案例分析、综合设计、培养嵌入式系统方向的专业人才,使学生掌握扎实的嵌入式系统知识。

本书主要内容如下。

第1章主要论述了嵌入式系统的一些基本概念、常用嵌入式操作系统与常用嵌入式处理器,嵌入式系统在嵌入式设备中所起的作用及嵌入式设备的应用。

第2章主要论述了在Linux环境下嵌入式软、硬件开发环境的搭建。

第3章主要论述了内核移植的基本概念,以及内核的配置编译,介绍了Linux根文件系统及其结构特点,根文件系统的基本制作方法。

第4章主要论述了交叉编译技术,重点讲解了GDBServer调试环境搭建及基本调试技术,掌握Makefile文件的功能与编写方法,Makefile文件中变量的使用,重点掌握使用make编译一个或者多个文件。

第5章主要论述了基于文件描述符的文件操作,这种操作在嵌入式字符设备驱动程序设计中是非常有用的。在嵌入式应用程序设计中通过对非缓冲I/O的操作,掌握Linux环境下嵌入式设备文件的读/写方法、串行通信程序的设计方法。进程是系统调度的单位,学习进程控制,掌握嵌入式系统中管道的读/写、消息队列的处理、共享内存的处理方法。

第6章主要论述了异步串口的传输标准及串口转换电路和异步串口通信流程,熟悉串口通信流程中的主要任务,分析串口的驱动程序结构,理解其工作原理,掌握嵌入式系统中串口传输的编程方法,并能够将其应用到具体的项目中。

第7章主要论述了TCP/IP网络通信原理及在嵌入式系统中如何理解socket各成员的含义,使用socket掌握TCP/UDP协议下网络通信的程序设计方法。

第8章简单论述了在嵌入式环境下图形图像程序的设计方法,基本图形函数的使用,动画的基本原理、图像的载入,用位图制作动画。

第9章主要介绍了Qt的安装、Qt环境的配置、Qt集成开发环境的使用及Qt应用程序的设计流程,用两个综合性的实例,使读者尽快掌握Qt图形程序的设计方法与设计技巧。

第10章主要论述了如何查看Linux环境下的设备,理解主设备号与次设备号的含义,理解设备的分类及不同设备所应用的数据结构,掌握不同设备驱动程序的设计方法与流程,掌握设备驱动程序的编译、加载模块与卸载模块的方法,掌握设备驱动模块的测试方法,掌握简单字符设备驱动程序的设计与GPIO驱动程序设计。

第11章主要论述了字符驱动设备的设计方法,以项目设计的形式讲解小键盘、LED字符设备驱动程序模块结构,字符设备驱动程序的编写流程及字符驱动程序的测试方法。

第12章主要论述了块设备驱动程序的设计方法,理解块设备的分类及数据结构,不同块设备驱动程序的设计方法与流程、块设备的测试、块设备加载与卸载,以SD卡驱动为例论述了简单块设备驱动程序的设计过程。

第 13 章主要论述了在 Linux 环境下 A/D 驱动程序的设计, 了解在 S3C2410 平台上通过 CPLD 控制 A/D 的工作方式和原理、A/D 驱动程序的设计与 D/A 驱动程序的设计方法。

第 14 章主要论述了 LCD 控制器的使用原理, LCD 控制器的配置, Frame Buffer 与显示屏的映射关系, 在 LCD 上实现图像和字符的显示方法。

第 15 章主要论述了常用嵌入式设备中的嵌入式系统的原理、硬/软件功能模块划分、设计流程与测试方法。

通过学习本书, 希望嵌入式技术员与嵌入式工程师能达到以下几个目标:

- 了解嵌入式系统的基本概念。
- 掌握搭建嵌入式 Linux 环境与开发平台方法。
- 掌握内核定制与内核编译、文件系统的制作。
- 掌握嵌入式 Linux 的程序调试与基础程序设计。
- 掌握嵌入式系统中串口通信程序的开发。
- 掌握嵌入式系统中网络应用程序开发。
- 掌握嵌入式系统中图形用户界面的开发。
- 掌握设备驱动程序的开发。
- 掌握字符设备、块设备、LCD 驱动程序的开发。
- 掌握嵌入式 A/D、D/A 程序设计。
- 掌握常用嵌入式系统的分析、设计、开发。

本书在讨论以上这些主题时, 通过例子介绍嵌入式系统的设计方法, 通过大量的实例与清晰的设计流程帮助读者迅速掌握相关知识、编程技能与技巧, 使读者提高嵌入式系统的设计能力。

开放源代码高校推进联盟(LUPA)是中国开源运动的探索者与实践者, 是中国开源模式的缔造者, 是中国开源软件(OSS)推进联盟的常务理事单位, 是教育部-LUPA 开源软件实习实训基地建设单位。本书由 LUPA 组织各高校教师进行编写, 编写的作者对 Linux 有着丰富的研究经验和实践经验。在这里, 作者对在编定本书过程中给予大力支持的中国工程院院士倪光南、教育部高教司、中国高等教育培训中心、中国职业资格证书研究发展中心、浙江省教育厅表示衷心的感谢。

本书的作者对 Linux 有着丰富的研究和使用的经验。本书由浙江大学计算机学院刘加海任主编, 浙江大学软件学院赵斌、上海锐极电子有限公司李道流、浙江大学宁波理工学院唐云廷任副主编, 参加编写的人员还有浙江商业职业技术学院孔美云、LUPA 的麻志勇、朱亮亮, 全书由刘加海策划, 上海锐极电子有限公司审阅。

本书所有项目的设计程序都在上海锐极电子有限公司提供的嵌入式开发板上通过调试并运行, 相关设备问题可登录网站: <http://www.ruijitek.com/>。

本书配有教学大纲与教学课件, 以提供师生学习使用。由于时间仓促及作者水平有限, 书中难免存在疏漏和不妥之处, 敬请广大读者批评指正。批评与建议请发邮件到 book@mail.lupa.gov.cn, 以便及时修订。

目 录

第 0 章 开源文化概述	1
0.1 开源文化概述	2
0.1.1 开源文化	2
0.1.2 关于黑客	2
0.2 开源软件与自由软件	3
0.3 开源教育模式	3
0.3.1 开放教育资源	4
0.3.2 开放教育发展	4
0.3.3 开源教育模式	4
第 1 章 嵌入式系统基础	6
1.1 嵌入式系统概述	7
1.2 嵌入式处理器	7
1.3 嵌入式操作系统	8
1.4 嵌入式应用	10
思考与实验	13
第 2 章 嵌入式系统的硬、软件开发环境	14
2.1 嵌入式 Linux 系统开发硬、软件环境概述	15
2.2 嵌入式 Linux 开发环境的硬件连接	16
2.2.1 嵌入式硬件	16
2.2.2 PC 宿主机与嵌入式硬件设备的连接	16
2.3 嵌入式 Linux 开发环境的软件与设置	17
2.3.1 嵌入式开发软件环境配置流程	17
2.3.2 关闭防火墙	18
2.3.3 minicom 端口配置及使用	18
2.3.4 TFTP 服务配置及使用	24
2.3.5 NFS 服务的配置	28
2.3.6 交叉编译器安装	29
思考与实验	32
第 3 章 Linux 内核移植与 ramdisk 文件系统	33
3.1 Linux 内核移植	34
3.1.1 内核移植的基本概念	34
3.1.2 内核移植的准备	34
3.1.3 内核移植的基本过程	34

3.1.4 内核移植的具体操作	35
3.2 Linux 根文件系统的制作	40
3.2.1 根文件系统概述	40
3.2.2 建立根文件系统	42
思考与实验	45
第 4 章 嵌入式 C 程序调试技术	46
4.1 交叉编译技术	47
4.1.1 交叉编译器	47
4.1.2 GDBServer 调试器	48
4.2 make 工程管理器	53
4.2.1 Makefile 工程文件的编写	53
4.2.2 Makefile 变量的使用	58
4.2.3 Makefile 文件对其他 Makefile 文件的引用	61
4.2.4 Makefile 中的函数	62
4.2.5 运行 make	63
思考与实验	63
第 5 章 嵌入式系统基础程序设计	65
5.1 嵌入式 I/O 程序设计	66
5.1.1 不带缓存的文件 I/O 操作	66
5.1.2 带缓存的流文件操作	72
5.2 嵌入式进程与进程间通信程序设计	76
5.2.1 进程创建	76
5.2.2 进程通信——管道	81
5.2.3 进程通信——信号	83
5.2.4 进程通信——共享内存	92
5.2.5 进程通信——消息队列	95
思考与实验	98
第 6 章 串口通信程序设计	102
6.1 串行通信概述	103
6.2 串口的分类	103
6.3 常用串口的引脚功能	104
6.4 串口属性参数的设置	107
6.5 串口与 ARM 的连接方法	109
6.6 串行通信程序的设计	111
6.6.1 串行通信程序设计流程	111
6.6.2 串口通信程序设计主要函数	111
6.6.3 串口通信程序设计实例	112
6.7 基于串口的 GPRS 应用	123

6.7.1 应用简介	123
6.7.2 原理模块设计	123
6.7.3 在 PC 机平台上基于串口的 GPRS 应用	123
6.7.4 基于串口的程序设计模块分析	124
6.7.5 GPRS 一般故障排除	127
思考与实验	128
第 7 章 嵌入式网络应用程序设计	129
7.1 socket 简介	130
7.1.1 socket 的含义	130
7.1.2 socket 套接口的分类	130
7.2 socket 套接口的数据结构	130
7.2.1 sockaddr 数据结构类型	130
7.2.2 字节顺序转换函数	131
7.2.3 socket 编程中的常用函数	132
7.2.4 gethostbyname() 函数	134
7.3 TCP 编程	135
7.3.1 服务器端的实现	135
7.3.2 客户端的实现	136
思考与实验	152
第 8 章 图形图像程序设计	153
8.1 图形图像程序概述	154
8.2 graphic 接口函数说明	154
8.3 图形处理设计实例	155
8.4 图片显示设计实例	160
思考与实验	162
第 9 章 嵌入式 GUI-Qt 应用程序设计	163
9.1 Qt 简介	164
9.1.1 Qt 的安装	164
9.1.2 Qt 的编译器	164
9.1.3 Qt 的特征	164
9.2 Qt 环境的配置	165
9.3 Qt 集成开发工具的使用	167
9.4 Qt 实例一	172
9.4.1 应用程序代码编写	173
9.4.2 编译生成工程文件	177
9.5 Qt 实例二	179
9.5.1 服务器端代码编写	180
9.5.2 客户端程序代码编写	192

思考与实验	203
第 10 章 设备驱动程序设计基础	204
10.1 设备驱动程序的概念	205
10.1.1 设备文件的查看	205
10.1.2 主设备号与次设备号	206
10.1.3 与设备驱动相关的数据结构	206
10.2 驱动程序的组成	207
10.3 驱动程序的基本流程	207
10.4 Linux 字符设备驱动程序设计	208
10.4.1 字符设备驱动程序数据结构	208
10.4.2 字符设备驱动程序实例——虚拟字符设备	214
10.4.3 字符设备驱动程序实例——GPIO 的驱动程序设计	221
思考与实验	229
第 11 章 数码驱动程序设计	230
11.1 数码驱动原理	231
11.2 数码驱动硬件连接电路	232
11.2.1 LED 驱动电路相关器件的功能特性	232
11.2.2 驱动电路相关器件的电路连接	234
11.3 数码驱动程序设计实例	235
11.3.1 系统分析	235
11.3.2 系统硬件设计	236
11.3.3 系统软件设计	237
11.4 系统设计操作步骤	241
11.4.1 键盘驱动程序设计步骤	241
11.4.2 LED 驱动程序设计步骤	245
11.5 LED 数码显示测试程序设计	249
思考与实验	254
第 12 章 SD 驱动程序设计	255
12.1 SD 卡	256
12.1.1 SD 卡概述	256
12.1.2 SD 卡的辨别	256
12.1.3 SD 卡的接口定义及管脚功能	257
12.1.4 S3C2410 中的 SDI 接口	259
12.1.5 SD 的寄存器	260
12.1.6 SD 卡驱动	261
12.1.7 S3C2410 与 SD 的连接	261
12.2 块设备驱动程序概述	262
12.2.1 简单块设备驱动框架	262