

普通高等院校计算机专业 **特色** 教材精选

基于 S3C44B0X 嵌入式 μ CLinux 系统原理及应用

李 岩 荣盘祥 编著
满春涛 审

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

清华大学出版社



TP316.89
75

普通高校本科计算机专业**特色**教材精选

基于 S3C44B0X 嵌入式 μ CLinux 系统原理及应用

李 岩 荣盘祥 编著

满春涛 审

RJS 157/6

北方工业大学图书馆



00570276

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书着重介绍了目前流行的 S3C44B0X 微处理器及应用较为广泛的 μ CLinux 嵌入式操作系统。书中作者结合多年的研究和教学经验,介绍了基于 S3C44B0X 芯片的嵌入式系统的原理、程序设计方法以及实用性程序的开发。

本书共分为 12 章。第 1~第 3 章介绍了嵌入式系统的基本概念,常用的 ARM/Thumb 指令系统及编译工具 GNU GCC 的使用方法;第 4~第 5 章介绍了 S3C44B0X 芯片的体系结构,结合 MICETEK(上海祥佑数码, www.micetek.com.cn) EV44B0II 开发板介绍了 S3C44B0X 的接口电路设计方法及编程;第 6~第 10 章介绍了主流的 μ CLinux 操作系统的进程管理、文件系统管理、设备管理、以及用户接口的设计过程,其中包括了开发工具 Hitool for μ CLinux 的使用方法介绍及简单驱动程序的编写;第 11~第 12 章介绍了应用程序开发实例和 μ CLinux 在其他平台上的移植过程。

本书主要从嵌入式理论、方法和应用实践的角度出发,以 ARM 处理器 S3C44B0X 为基础,展现了嵌入式系统的基本理论的主要内容和实际应用开发方法。做到学术性、新颖性、可读性和使用性相结合。本书可作为有关嵌入式系统教学的本科生或研究生的教材使用,也可供嵌入式爱好者、从业人员和高等院校师生专业进修和教学之用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

基于 S3C44B0X 嵌入式 μ CLinux 系统原理及应用/李岩,荣盘祥编著. —北京:清华大学出版社,2005.1
(普通高校本科计算机专业特色教材精选)

ISBN 7-302-09725-9

I. 基… II. ①李… ②荣… 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(2004)第 105361 号

出 版 者:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

客户服务:010-62776969

责任编辑:汪汉友

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:26.5 字数:614 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-09725-9/TP·6723

印 数:1~4000

定 价:33.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

编 审 委 员 会

主 任：蒋宗礼

副主任：李仲麟 何炎祥

委 员：（排名不分先后）

王向东	宁 洪	朱庆生	吴功宜	吴 跃
张 虹	张 钢	张为群	余雪丽	陈志国
武 波	孟祥旭	孟小峰	胡金初	姚放吾
原福永	黄刘生	廖明宏	薛永生	

秘书长：王听讲

前言

PREFACE

随着半导体技术的发展和信息技术以及数字化产品的普及, Internet 被广泛深入地应用。从工业设计, 到 MP3、PDA 等消费类电子产品都使用着现代计算机的高新技术。目前, 嵌入式系统被应用到网络、手持通信设备、国防军事以及自动化控制等各个领域。面对巨大的机遇和挑战, 嵌入式系统异军突起, 作为信息时代的产业技术, 肩负重大的历史使命, 成为当今信息发展的主流技术。

嵌入式系统是一个涉及多门知识的研究领域, 包括操作系统(Linux)、微机原理(ARM 处理器)、C 语言/汇编语言程序设计、计算机网络及各种应用领域等。目前, 国内外同类图书主要从嵌入式系统理论、Linux 操作系统(或其他)、Linux 下的 C 编程、各种处理器结构和原理等方面分别进行描述。本书以当前最廉价(几十元)、接口最丰富、采用占有率最高(80% 以上)的 ARM 内核的处理器芯片(S3C44B0X)为基础, 将嵌入式系统理论和当前最流行、最适用的嵌入式应用的 Linux 操作系统整合到一起。并且在阐述理论知识的同时, 给出了简单明了的实验程序和综合实例。

本书主要从嵌入式理论和应用实践的角度展现嵌入式系统的基本理论、主要内容和实际开发应用方法, 特别注重理论和实践相结合, 既具有面向教学, 又具有面向开发与应用的特点。可供嵌入式爱好者、从业者和高等院校师生专业进修和教学参考之用。

本书特别对 GCC 使用方法、S3C44B0X 体系结构和接口结构原理、S3C44B0X 接口电路设计及编程进行了详细论述, 可以作为嵌入式编程的参考手册。

本书第 1 章~第 5 章和第 12 章由李岩编写, 第 6 章~第 10 章由荣盘详编写, 第 11 章和附录由孙永春编写, 并完成课件制作。全书由满春涛主审, 李岩负责全书统稿工作。孟晓英、崔永利和李妍老师完成资料收集、翻译和整理工作。计算机 00 级和 01 级学生刘键、朴宁、郭崇、石卫强、范东丽、杜鹏、孟驰、关庆香、赵良玉、华媛、符得海、刘芳等

同学完成程序验证和录入工作。感谢洪国铭、谭怀生和董怀国老师给予大力帮助和指导。感谢上海祥佑数码公司的大力帮助。

由于涉及内容广泛，加之时间仓促，书中难免存在错误或疏漏之处，愿广大专家和读者予以斧正。

作 者

出版说明

INTRODUCTION

在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此,教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”,强调要以信息技术为手段,深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要,根据各行各业的具体人才需求,培养具有特色显著的人才,是我们共同面临的重大问题。具体地说,培养具有一定专业特色的和特定能力强的计算机专业应用型人才则是计算机教育要解决的问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要,培养具有特色的计算机人才,急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前,一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作,许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教研成果转化为教材的形式,向全国其他学校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件十分有意义的事。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上,决定组织出版一套“普通高校本科计算机专业特色教材精选”。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势,以社会对人才的需求为导向,主要以培养应用型计算机人才为目标,立足课程改革和教材创新,广泛吸纳全国各地的高等院校计算机优秀教师参与编写,从中精选出版确实反映计算机专业教学方向的特色教材,供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点:

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各地各学校办学特色的基础上,面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材,主要学习计算机科学与技术专业的基本理论和基本知识,接受利用计算机解决实际问题的基本训练,培养研究和开发计算机系统,特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系,本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践。学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂,易教易学,使学生不仅知其然,知其所以然,还要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

每种教材都增加了能力训练部分的内容,学生通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。

4. 注重教材的立体化配套

大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示,学生上机实验指导等辅助教学资源,有些教材还提供能用于网上下载的文件,以方便教学。

由于各地区各学校的培养目标、教学要求和办学特色均有所不同,所以对特色教学的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用教材的过程中,及时地给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材,同时,我们也希望通过本套教材的编写出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”作出贡献。

清华大学出版社

目 录

CONTENTS

第 1 章 嵌入式系统导论	1
1.1 概述	1
1.1.1 什么是嵌入式系统	1
1.1.2 嵌入式系统的特点及分类	2
1.2 嵌入式微处理器和嵌入式操作系统	4
1.2.1 嵌入式微处理器	4
1.2.2 嵌入式操作系统	6
1.3 嵌入式系统设计过程	9
1.3.1 需求分析	10
1.3.2 规格说明	14
1.3.3 体系结构设计	14
1.3.4 设计硬件构件和软件构件	16
1.3.5 系统集成	16
1.3.6 系统测试	17
小结	17
习题	17
第 2 章 ARM/Thumb 微处理器结构及指令系统	19
2.1 ARM 微处理器概述	19
2.1.1 ARM 处理器系列	20
2.1.2 RISC 体系结构	23
2.1.3 ARM 和 Thumb 状态	23
2.1.4 寄存器	24
2.1.5 ARM 指令集概述	24
2.1.6 Thumb 指令集概述	24
2.2 ARM 微处理器体系结构	25
2.2.1 数据类型	25

2.2.2	ARM 微处理器的工作状态	25
2.2.3	ARM 体系结构的存储器格式	25
2.2.4	处理器模式	26
2.2.5	寄存器组织	26
2.2.6	异常	31
2.3	ARM/Thumb 指令系统	37
2.3.1	ARM 处理器寻址方式	37
2.3.2	ARM 指令集介绍	40
2.3.3	Thumb 指令集介绍	59
小结	.....	60
习题	.....	60
第 3 章	程序设计基础	61
3.1	GNU GCC 简介	61
3.1.1	GCC 组成	61
3.1.2	GCC 编译程序的基本过程	63
3.2	C/C++ 交叉编译器 arm-elf-gcc	64
3.2.1	概述	64
3.2.2	命令使用	66
3.3	交叉连接器 arm-elf-ld	68
3.3.1	概述	68
3.3.2	命令使用	69
3.3.3	linkcmds 链接命令文件	70
3.4	工程管理器 make	76
3.4.1	概述	76
3.4.2	命令使用	77
3.4.3	编写一个 makefile	78
3.5	交叉汇编器 arm-elf-as	83
3.5.1	概述	83
3.5.2	命令使用	84
3.6	汇编语言编程	85
3.6.1	汇编语言	85
3.6.2	宏语句与条件汇编	90
3.6.3	模块化程序设计	92
3.6.4	内存模式	93
3.6.5	StrongARM & ARM7	93
3.7	简单程序设计	95
3.7.1	顺序程序设计	95

3.7.2 分支程序设计	95
3.7.3 循环程序设计	97
3.7.4 子程序设计	98
3.8 混合语言编程	99
3.8.1 如何在 C 语言内嵌汇编语言	100
3.8.2 C 与汇编相互调用	103
小结	106
习题	106
第 4 章 S3C44B0X 硬件结构及功能	109
4.1 S3C44B0X 简介	109
4.2 存储器管理	117
4.2.1 S3C44B0X 存储系统的特征	117
4.2.2 寄存器定义	119
4.3 时钟和功耗管理	122
4.3.1 概述	122
4.3.2 寄存器定义	123
4.4 CPU Wrapper 和总线特性	125
4.4.1 概述	125
4.4.2 内部 SRAM	126
4.4.3 总线优先级	126
4.4.4 写缓冲区操作	127
4.4.5 特殊寄存器	127
4.5 DMA 控制器	129
4.5.1 概述	129
4.5.2 DMA 寄存器	130
4.6 I/O 端口	135
4.6.1 概述	135
4.6.2 端口控制寄存器	138
4.7 PWM 定时器和看门狗定时器	140
4.7.1 概述	140
4.7.2 PWM 定时器操作	141
4.7.3 PWM 定时器控制寄存器	146
4.7.4 看门狗定时器	148
4.8 日历时钟	150
4.8.1 概述	150
4.8.2 RTC 时钟单元	150
4.8.3 实时时钟寄存器定义	152

4.9	中断管理	154
4.9.1	概述	154
4.9.2	中断控制器	154
4.9.3	中断控制寄存器	157
4.10	串行口管理	159
4.10.1	概述	159
4.10.2	UART 操作	160
4.10.3	中断/DMA 请求产生器	162
4.10.4	UART 错误状态 FIFO	162
4.10.5	波特率发生器	163
4.10.6	回送模式	163
4.10.7	红外通信模式	163
4.10.8	UART 寄存器	165
4.11	LCD 控制器	169
4.11.1	LCD 工作原理	169
4.11.2	S3C44B0X 的内部 LCD 控制器介绍	170
4.11.3	LCD 控制器的操作	171
4.11.4	LCD 控制器专用寄存器	173
4.12	IIS 总线接口	178
4.12.1	IIS 总线概述	178
4.12.2	传输方式	179
4.12.3	声音串口格式	179
4.12.4	采样频率和主时钟	180
4.12.5	IIS 操作	181
4.12.6	IIS 总线接口寄存器	181
4.13	其他接口管理	184
4.13.1	S3C44B0X 的 IIC 总线接口	184
4.13.2	A/D 转换器	190
4.13.3	SIO (同步 I/O)	192
小结	.....	195
习题	.....	196

第 5 章	S3C44B0X 接口电路设计与编程	197
5.1	MICETEK EV44B0II 开发板简介	197
5.1.1	存储地址空间分配	197
5.1.2	I/O 口配置	200
5.1.3	电源、时钟及复位电路	201
5.1.4	MBL (Micetek Boot Loader) 介绍	202

5.2	存储器电路设计及编程	203
5.2.1	BOOT FLASH 电路及编程	203
5.2.2	SDRAM 电路设计及编程	206
5.3	网络、USB 和 IIS 电路设计及编程	206
5.3.1	网络接口	206
5.3.2	USB 电路	207
5.3.3	IIS 电路设计及编程	207
5.4	人机接口电路设计及编程	210
5.4.1	键盘电路设计及编程	210
5.4.2	LCD 接口电路设计及编程	212
5.4.3	触摸屏电路设计及编程	215
5.4.4	8 段数码管电路设计及编程	219
5.5	串行接口电路设计及编程	220
5.5.1	串行电路接口	220
5.5.2	编程	220
5.6	IIC 接口电路设计及编程	222
5.6.1	EEPROM 芯片介绍	222
5.6.2	EEPROM 读/写操作	223
5.6.3	初始化	225
5.7	其他接口电路设计及编程	228
5.7.1	定时器编程	228
5.7.2	实时日历时钟 RTC	230
5.7.3	A/D 转换器电路设计及编程	231
小结	.....	232
习题	.....	232
第 6 章	嵌入式 Linux 开发	233
6.1	嵌入式 Linux 概况	233
6.1.1	嵌入式 Linux	234
6.1.2	嵌入式 Linux 的组成	236
6.1.3	嵌入式 Linux 的版本	237
6.2	μ CLinux 开发介绍	238
6.2.1	启动模块	238
6.2.2	内核初始化	239
6.2.3	系统调用处理/异常处理	239
6.2.4	驱动程序	239
6.2.5	文件系统	239
6.2.6	内存管理	239

6.2.7 进程管理	240
6.2.8 运行时间库及应用程序	241
6.3 μ CLinux 启动过程	243
6.4 开发工具介绍	246
6.4.1 安装	247
6.4.2 开发环境的建立	248
6.4.3 调试方法	248
6.5 内核的配置和编译	253
6.5.1 配置内核	253
6.5.2 编译内核	255
6.6 内核的调试	256
6.6.1 下载 μ CLinux 内核	256
6.6.2 几个调试窗口	256
小结	260
习题	260
第 7 章 进程/线程管理	261
7.1 进程概念及组成	261
7.1.1 进程概念	261
7.1.2 进程的组成	262
7.2 进程调度	262
7.2.1 信号	262
7.2.2 进程状态	265
7.2.3 进程调度	266
7.3 进程运行和控制	267
7.4 进程通信与同步	269
7.4.1 进程通信	269
7.4.2 进程同步	270
7.5 线程概念及分类	271
7.5.1 线程特点	271
7.5.2 线程的基本概念	272
7.5.3 线程的分类	272
7.6 线程基础	273
7.6.1 线程的基本操作函数	273
7.6.2 简单的多线程编程	274
7.7 线程应用中的同步问题	275
7.7.1 特定线程数据	275
7.7.2 互斥锁	275

7.7.3 读写锁.....	277
7.7.4 记录上锁.....	277
7.7.5 条件变量.....	278
7.7.6 信号量.....	278
小结.....	278
习题.....	278
第 8 章 存储管理	279
8.1 FLAT 平模式内存管理	279
8.1.1 3 种内存管理模型	280
8.1.2 标准 Linux 的内存管理	280
8.1.3 μ CLinux 的内存管理.....	281
8.1.4 μ CLinux 内存管理的局限性.....	282
8.2 内存管理模块的启动初始化	282
8.2.1 setup_arch()	283
8.2.2 paging_init()	284
8.2.3 free_area_init()	284
8.2.4 mem_init().....	284
8.3 可执行程序的加载	284
8.3.1 用户程序的内存分布.....	285
8.3.2 reloc 段机制	285
8.3.3 FLAT 可执行文件格式	286
8.3.4 执行文件加载流程.....	288
小结.....	291
习题.....	291
第 9 章 文件系统	293
9.1 文件系统结构	293
9.2 文件系统类型	295
9.2.1 ROMFS 文件系统	295
9.2.2 RAMFS 文件系统	297
9.2.3 JFFS 与 JFFS2 文件系统	298
9.2.4 EXT2 文件系统	300
9.3 文件系统目录结构	301
9.3.1 ROMFS 文件系统目录结构	301
9.3.2 μ CLinux 源程序结构.....	304
9.4 简单编程实例	307
小结.....	310

习题	310
第 10 章 设备管理	311
10.1 设备管理结构	311
10.1.1 概述	311
10.1.2 字符设备与块设备	312
10.1.3 主设备号和次设备号	312
10.1.4 Linux 设备命名习惯	312
10.2 驱动程序	313
10.2.1 驱动程序基本功能	313
10.2.2 驱动程序的运作过程	313
10.2.3 常用接口函数介绍	313
10.2.4 常用函数原型	314
10.3 驱动程序编写实例	316
10.3.1 设备功能介绍	316
10.3.2 具体实现	316
小结	320
习题	320
第 11 章 应用程序开发	321
11.1 串口应用程序	321
11.1.1 串口主要函数介绍	322
11.1.2 串口举例	324
11.2 网络应用	327
11.2.1 TCP/IP 网络应用	327
11.2.2 Web 服务器应用	337
11.3 音频设备应用	341
11.3.1 常用音频文件格式	341
11.3.2 播放 WAV 文件举例	347
11.4 键盘及 LCD 显示应用	352
11.4.1 LCD 介绍	352
11.4.2 键盘实现	355
11.5 汉字音乐点播应用	356
小结	366
习题	366
第 12 章 μCLinux 在 UP-NETARM3000 平台上的移植	367
12.1 UP-NETARM3000 嵌入式开发平台介绍	367
12.2 μ CLinux 在 UP-NETARM3000 上的移植	367

12.2.1	Linux 移植准备	367
12.2.2	关于交叉编译环境	368
12.2.3	修改 μ CLinux 内核源码	370
12.2.4	Linux 内核裁减	372
12.2.5	内核的编译	381
12.3	内核及根文件系统的烧写	381
12.3.1	配置 minicom	381
12.3.2	烧写内核	382
12.3.3	烧写根文件系统	383
小结	.....	383
习题	.....	384
附录	.....	385
附录 A	S3C44B0X 特殊功能寄存器地址对应表	385
附录 B	部分 Linux 命令	391
附录 C	LinuxView TM 软件简介	394
参考文献	.....	401