



21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

嵌入式系统设计及应用

邢吉生
周振雄 主编
山传文

嵌入式系统基础，领你熟悉硬件基本结构和指令系统
Linux基础开发，带你掌握内核基本知识和编译工具
嵌入式应用开发，为你打开驱动和图形等设计的大门



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

嵌入式系统设计及应用

主 编 邢吉生 周振雄 山传文



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以 ARM9 系列微处理器 ARM920T 为基础,系统介绍了嵌入式系统的基本概念、开发的基本技能、简单驱动电路及其程序的设计方法。通过对本书的学习,读者能够掌握嵌入式系统开发设计的基础知识和基本技能,达到快速入门的效果,而且可以较全面地掌握嵌入式系统的整个开发流程。

本书共分为 3 篇:第 1 篇介绍了嵌入式系统基础,主要讲述硬件基本结构和指令系统;第 2 篇介绍了嵌入式 Linux 基础开发,主要讲述系统内核的基本知识和开发编译工具的使用;第 3 篇介绍了嵌入式 Linux 应用开发,主要讲述设备驱动程序、文件管理、图形界面等设计的方法和流程。本书从最简单的点亮 LED 开始,由浅入深地讲解,引领学生步入嵌入式 Linux 开发的大门。从 Linux 的理论介绍到 Linux 内核开发、驱动开发及应用程序开发的整个学习过程,本书始终遵循理论和实践相结合的教学理念。

本书由浅入深,循序渐进,不仅适合刚接触嵌入式 Linux 的初学者,还可作为大、中专院校嵌入式系统应用及其相关专业本科生、研究生的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计及应用/邢吉生,周振雄,山传文主编. —北京:北京大学出版社,2011.9
(21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)
ISBN 978-7-301-19451-5

I. ①嵌… II. ①邢…②周…③山… III. ①程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.1
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 183294 号

书 名: 嵌入式系统设计及应用

著作责任者: 邢吉生 周振雄 山传文 主编

策划编辑: 程志强

责任编辑: 程志强

标准书号: ISBN 978-7-301-19451-5/TP·1194

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.5 印张 528 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 44.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

嵌入式技术是 IT 产业中发展最快的技术之一。嵌入式系统的应用非常广泛，在 IT 产业发展中的重要性仍在逐步提升，因此它的前景十分广阔。但是，嵌入式系统入门很难，初学者多是自己琢磨，效率不高。学习过程中碰到的问题千奇百怪，解决后却发现这些问题往往是极其简单的。本书正是针对这种情况，面向有一定计算机知识和 C 语言基础，并希望快速进入嵌入式系统开发领域的读者编写而成的。本书从最基本的知识开始，由浅入深，配合实例，边讲边练，便于读者进行学习。

本书按照嵌入式系统初学者的学习规律，从简单到复杂，从底层到顶层进行讲解，分为 3 篇，共 10 章。

第 1 篇(第 1~4 章)为嵌入式系统基础。第 1 章介绍嵌入式系统的基本概念、基于 ARM 的嵌入式开发环境、各种 ARM 开发工具和基于 ARM 嵌入式系统开发的方法。第 2 章讲述各系列嵌入式 ARM 微处理器的特点及其主要应用领域，并详细介绍嵌入式 ARM920T 内核编程模型、ARM920T 的运行模式、寄存器组织、ARM 体系结构的存储器格式、SAMSUNG(三星)S3C2410X 处理器结构及主要模块接口。第 3 章介绍 ARM920T 的指令系统。第 4 章介绍嵌入式硬件平台的基本组成、嵌入式硬件平台基本电路的设计方法及嵌入式平台裸机程序设计方法。

第 2 篇(第 5~7 章)为嵌入式 Linux 基础开发。第 5 章介绍 Linux 内核结构、Linux 存储管理和进程管理、Linux 内核启动过程及 Linux 初始化进程。第 6 章介绍嵌入式 Linux 开发环境的搭建、常用的 Linux 命令、Linux 系统下的开发环境、Vi 的基本操作、Linux 下的 shell 和 GCC 编译器的基本原理、GCC 编译器的常用选项、Makefile 基本原理及语法规范。第 7 章介绍嵌入式交叉编译环境的搭建、交叉编译工具链的制作、Bootloader 的原理、Linux 内核的编译、Linux 文件系统的搭建、嵌入式 Linux 内核相关代码的分布情况及 Linux 映像固化及运行。

第 3 篇(第 8~10 章)为嵌入式 Linux 应用开发。第 8 章介绍嵌入式 Linux 设备驱动的基本概念、嵌入式 Linux 设备驱动的基本功能及运作过程、字符设备驱动程序编写步骤、USB 设备驱动编写步骤、LCD 设备驱动编写步骤、触摸屏设备驱动编写步骤及 IIS 设备驱动编写步骤。第 9 章介绍嵌入式 Linux 文件操作的基本过程、嵌入式 Linux 进程的基本概念、嵌入式 Linux 环境下进程的基本编程方法、嵌入式 Linux 线程的基本概念、嵌入式 Linux 环境下线程的基本编程方法、嵌入式 Linux 计时器操作。第 10 章介绍几种嵌入式 GUI 的特点、Qt 在嵌入式系统中的应用、Qt 开发环境的搭建、Qtopia 在 Host 主机上的编译与运



行、Qtopia 的移植及简单 Qtopia 程序的编写方法。

本书由邢吉生、周振雄、山传文主编。山传文编写了第 1~4 章，邢吉生编写了第 5~7 章，周振雄编写了第 8~10 章。

在本书编写过程中，部分内容基于深圳英蓓特公司 EDUKIT-IV 嵌入式系统教学平台，在此深表谢意！

由于编者水平有限，书中难免存在一些疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 6 月



北京大学出版社本科计算机系列实用规划教材

序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
1	7-301-10511-5	离散数学	段禅伦	28	38	7-301-13684-3	单片机原理及应用	王新颖	25
2	7-301-10457-X	线性代数	陈付贵	20	39	7-301-14505-0	Visual C++程序设计案例教程	张荣梅	30
3	7-301-10510-X	概率论与数理统计	陈荣江	26	40	7-301-14259-2	多媒体技术应用案例教程	李 建	30
4	7-301-10503-0	Visual Basic 程序设计	闵联营	22	41	7-301-14503-6	ASP .NET 动态网页设计案例教程(Visual Basic .NET版)	江 红	35
5	7-301-10456-9	多媒体技术及其应用	张正兰	30	42	7-301-14504-3	C++面向对象与 Visual C++程序设计案例教程	黄贤英	35
6	7-301-10466-8	C++程序设计	刘天印	33	43	7-301-14506-7	Photoshop CS3 案例教程	李建芳	34
7	7-301-10467-5	C++程序设计实验指导与习题解答	李 兰	20	44	7-301-14510-4	C++程序设计基础案例教程	于永彦	33
8	7-301-10505-4	Visual C++程序设计教程与上机指导	高志伟	25	45	7-301-14942-3	ASP .NET 网络应用案例教程(C#.NET 版)	张登辉	33
9	7-301-10462-0	XML 实用教程	丁跃潮	26	46	7-301-12377-5	计算机硬件技术基础	石 磊	26
10	7-301-10463-7	计算机网络系统集成	斯桃枝	22	47	7-301-15208-9	计算机组成原理	娄国焕	24
11	7-301-10465-1	单片机原理及应用教程	范立南	30	48	7-301-15463-2	网页设计与制作案例教程	房爱莲	36
12	7-5038-4421-3	ASP .NET 网络编程实用教程(C#版)	崔良海	31	49	7-301-04852-8	线性代数	姚喜妍	22
13	7-5038-4427-2	C 语言程序设计	赵建锋	25	50	7-301-15461-8	计算机网络技术	陈代武	33
14	7-5038-4420-5	Delphi 程序设计基础教程	张世明	37	51	7-301-15697-1	计算机辅助设计二次开发案例教程	谢安俊	26
15	7-5038-4417-5	SQL Server 数据库设计与 管理	姜 力	31	52	7-301-15740-4	Visual C# 程序开发案例教程	韩朝阳	30
16	7-5038-4424-9	大学计算机基础	贾丽娟	34	53	7-301-16597-3	Visual C++程序设计实用案例教程	于永彦	32
17	7-5038-4430-0	计算机科学与技术导论	王昆仑	30	54	7-301-16850-9	Java 程序设计案例教程	胡巧多	32
18	7-5038-4418-3	计算机网络应用实例教程	魏 峥	25	55	7-301-16842-4	数据库原理与应用(SQL Server 版)	毛一梅	36
19	7-5038-4415-9	面向对象程序设计	冷英男	28	56	7-301-16910-0	计算机网络技术基础与应用	马秀峰	33
20	7-5038-4429-4	软件工程	赵春刚	22	57	7-301-15063-4	计算机网络基础与应用	刘远生	32
21	7-5038-4431-0	数据结构(C++版)	秦 锋	28	58	7-301-15250-8	汇编语言程序设计	张光长	28
22	7-5038-4423-2	微机应用基础	吕晓燕	33	59	7-301-15064-1	网络安全技术	骆耀祖	30
23	7-5038-4426-4	微型计算机原理与接口技术	刘彦文	26	60	7-301-15584-4	数据结构与算法	佟伟光	32
24	7-5038-4425-6	办公自动化教程	钱 俊	30	61	7-301-17087-8	操作系统实用教程	范立南	36
25	7-5038-4419-1	Java 语言程序设计实用教程	董迎红	33	62	7-301-16631-4	Visual Basic 2008 程序设计教程	隋晓红	34
26	7-5038-4428-0	计算机图形技术	龚声蓉	28	63	7-301-17537-8	C 语言基础案例教程	汪新民	31
27	7-301-11501-5	计算机软件技术基础	高 巍	25	64	7-301-17397-8	C++程序设计基础教程	郁亚辉	30
28	7-301-11500-8	计算机组装与维护实用教程	崔明远	33	65	7-301-17578-1	图论算法理论、实现及应用	王桂平	54
29	7-301-12174-0	Visual FoxPro 实用教程	马秀峰	29	66	7-301-17964-2	PHP 动态网页设计与制作案例教程	房爱莲	42
30	7-301-11500-8	管理信息系统实用教程	杨月江	27	67	7-301-18514-8	多媒体开发与编程	于永彦	35
31	7-301-11445-2	Photoshop CS 实用教程	张 瑾	28	68	7-301-18538-4	实用计算方法	徐亚平	24
32	7-301-12378-2	ASP .NET 课程设计指导	潘志红	35	69	7-301-18539-1	Visual FoxPro 数据库设计案例教程	谭红杨	35
33	7-301-12394-2	C# .NET 课程设计指导	龚自霞	32	70	7-301-19313-6	Java 程序设计案例教程与实训	董迎红	45
34	7-301-13259-3	VisualBasic .NET 课程设计指导	潘志红	30	71	7-301-19389-1	Visual FoxPro 实用教程与上机指导(第2版)	马秀峰	40
35	7-301-12371-3	网络工程实用教程	汪新民	34	72	7-301-19435-5	计算方法	尹景本	28
36	7-301-14132-8	J2EE 课程设计指导	王立丰	32	73	7-301-19388-4	Java 程序设计教程	张剑飞	35
37	7-301-13585-3	计算机专业英语	张 勇	30	74	7-301-19386-0	计算机图形技术(第2版)	许承东	44

北京大学出版社电气信息类教材书目(已出版)

欢迎选订

序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
1	7-301-10759-1	DSP 技术及应用	吴冬梅	26	38	7-5038-4400-3	工厂供配电	王玉华	34
2	7-301-10760-7	单片机原理与应用技术	魏立峰	25	39	7-5038-4410-2	控制系统仿真	郑恩让	26
3	7-301-10765-2	电工学	蒋 中	29	40	7-5038-4398-3	数字电子技术	李 元	27
4	7-301-19183-5	电工与电子技术(上册)(第2版)	吴舒辞	30	41	7-5038-4412-6	现代控制理论	刘永信	22
5	7-301-19229-0	电工与电子技术(下册)(第2版)	徐卓农	32	42	7-5038-4401-0	自动化仪表	齐志才	27
6	7-301-10699-0	电子工艺实习	周春阳	19	43	7-5038-4408-9	自动化专业英语	李国厚	32
7	7-301-10744-7	电子工艺学教程	张立毅	32	44	7-5038-4406-5	集散控制系统	刘翠玲	25
8	7-301-10915-6	电子线路 CAD	吕建平	34	45	7-301-19174-3	传感器基础(第2版)	赵玉刚	30
9	7-301-10764-1	数据通信技术教程	吴延海	29	46	7-5038-4396-9	自动控制原理	潘 丰	32
10	7-301-18784-5	数字信号处理(第2版)	阎 毅	32	47	7-301-10512-2	现代控制理论基础(国家级十一 五规划教材)	侯媛彬	20
11	7-301-18889-7	现代交换技术(第2版)	姚 军	36	48	7-301-11151-2	电路基础学习指导与典型题解	公茂法	32
12	7-301-10761-4	信号与系统	华 容	33	49	7-301-12326-3	过程控制与自动化仪表	张井岗	36
13	7-301-10762-5	信息与通信工程专业英语	韩定定	24	50	7-301-12327-0	计算机控制系统	徐文尚	28
14	7-301-10757-7	自动控制原理	袁德成	29	51	7-5038-4414-0	微机原理及接口技术	赵志诚	38
15	7-301-16520-1	高频电子线路(第2版)	宋树祥	35	52	7-301-10465-1	单片机原理及应用教程	范立南	30
16	7-301-11507-7	微机原理与接口技术	陈光军	34	53	7-5038-4426-4	微型计算机原理与接口技术	刘彦文	26
17	7-301-11442-1	MATLAB 基础及其应用教程	周开利	24	54	7-301-12562-5	嵌入式基础实践教程	杨 刚	30
18	7-301-11508-4	计算机网络	郭银景	31	55	7-301-12530-4	嵌入式 ARM 系统原理与实例 开发	杨宗德	25
19	7-301-12178-8	通信原理	隋晓红	32	56	7-301-13676-8	单片机原理及应用及 C51 程 序设计	唐 颖	30
20	7-301-12175-7	电子系统综合设计	郭 勇	25	57	7-301-13577-8	电力电子技术及应用	张润和	38
21	7-301-11503-9	EDA 技术基础	赵明富	22	58	7-301-12393-5	电磁场与电磁波	王善进	25
22	7-301-12176-4	数字图像处理	曹茂永	23	59	7-301-12179-5	电路分析	王艳红	38
23	7-301-12177-1	现代通信系统	李白萍	27	60	7-301-12380-5	电子测量与传感技术	杨 雷	35
24	7-301-12340-9	模拟电子技术	陆秀令	28	61	7-301-14461-9	高电压技术	马永翔	28
25	7-301-13121-3	模拟电子技术实验教程	谭海曙	24	62	7-301-14472-5	生物医学数据分析及其 MATLAB 实现	尚志刚	25
26	7-301-11502-2	移动通信	郭俊强	22	63	7-301-14460-2	电力系统分析	曹 娜	35
27	7-301-11504-6	数字电子技术	梅开乡	30	64	7-301-14459-6	DSP 技术与应用基础	俞一彪	34
28	7-301-18860-6	运筹学(第2版)	吴亚丽	28	65	7-301-14994-2	综合布线系统基础教程	吴达金	24
29	7-5038-4407-2	传感器与检测技术	祝诗平	30	66	7-301-15168-6	信号处理 MATLAB 实验教程	李 杰	20
30	7-5038-4413-3	单片机原理及应用	刘 刚	24	67	7-301-15440-3	电工电子实验教程	魏 伟	26
31	7-5038-4409-6	电机与拖动	杨天明	27	68	7-301-15445-8	检测与控制实验教程	魏 伟	24
32	7-5038-4411-9	电力电子技术	樊立萍	25	69	7-301-04595-4	电路与模拟电子技术	张绪光	35
33	7-5038-4399-0	电力市场原理与实践	邹 斌	24	70	7-301-15458-8	信号、系统与控制理论(上、 下册)	邱德润	70
34	7-5038-4405-8	电力系统继电保护	马永翔	27	71	7-301-15786-2	通信网的信令系统	张云麟	24
35	7-5038-4397-6	电力系统自动化	孟祥忠	25	72	7-301-16493-8	发电厂变电所电气部分	马永翔	35
36	7-5038-4404-1	电气控制技术	韩顺杰	22	73	7-301-16076-3	数字信号处理	王震宇	32
37	7-5038-4403-4	电器与 PLC 控制技术	陈志新	38	74	7-301-16931-5	微机原理及接口技术	肖洪兵	32

序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
75	7-301-16932-2	数字电子技术	刘金华	30	88	7-301-18285-7	电子线路 CAD	周荣富	41
76	7-301-16933-9	自动控制原理	丁 红	32	89	7-301-16739-7	MATLAB 基础及应用	李国朝	39
77	7-301-17540-8	单片机原理及应用教程	周广兴	40	90	7-301-18352-6	信息论与编码	隋晓红	24
78	7-301-17614-6	微机原理及接口技术实验指导书	李干林	22	91	7-301-18260-4	控制电机与特种电机及其控制系统	孙冠群	42
79	7-301-12379-9	光纤通信	卢志茂	28	92	7-301-18493-6	电工技术	张 莉	26
80	7-301-17382-4	离散信息论基础	范九伦	25	93	7-301-18496-7	现代电子系统设计教程	宋晓梅	36
81	7-301-17677-1	新能源与分布式发电技术	朱永强	32	94	7-301-18672-5	太阳能电池原理与应用	靳瑞敏	25
82	7-301-17683-2	光纤通信	李丽君	26	95	7-301-18314-4	通信电子线路及仿真设计	王鲜芳	29
83	7-301-17700-6	模拟电子技术	张绪光	36	96	7-301-19175-0	单片机原理与接口技术	李 升	46
84	7-301-17318-3	ARM 嵌入式系统基础与开发教程	丁文龙	36	97	7-301-19320-4	移动通信	刘维超	39
85	7-301-17797-6	PLC 原理及应用	缪志农	26	98	7-301-19447-8	电气信息类专业英语	缪志农	40
86	7-301-17986-4	数字信号处理	王玉德	32	99	7-301-19451-5	嵌入式系统设计及应用	邢吉生	44
87	7-301-18131-7	集散控制系统	周荣富	36					

请登录 www.pup6.cn 免费下载本系列教材的电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源。
 欢迎免费索取样书, 并欢迎到北京大学出版社来出版您的著作, 可在 www.pup6.cn 在线申请样书和进行选题登记, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。
 联系方式: 010-62750667, pup6_czq@163.com, szheng_pup6@163.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信咨询。

目 录

第 1 篇 嵌入式系统基础篇..... 1	
第 1 章 嵌入式系统开发与应用概述..... 3	
1.1 嵌入式系统简介..... 3	
1.1.1 嵌入式系统的基本概念 3	
1.1.2 嵌入式系统的体系结构 3	
1.2 基于 ARM 的嵌入式开发环境概述 5	
1.2.1 交叉开发环境 5	
1.2.2 模拟开发环境 7	
1.2.3 评估电路板 7	
1.3 各种 ARM 开发工具简介 7	
1.3.1 ARMADS..... 8	
1.3.2 Multi 2000..... 9	
1.3.3 RealView MDK 12	
1.3.4 OPENice32-A900 仿真器 13	
1.3.5 Multi-ICE 仿真器..... 14	
1.3.6 ULINK 2 仿真器 14	
1.4 如何学习基于 ARM 嵌入式 系统开发..... 15	
思考与练习..... 16	
第 2 章 嵌入式处理器	
SAMSUNG S3C2410 概述 17	
2.1 嵌入式 ARM 处理器 17	
2.1.1 ARM 处理器的特点 18	
2.1.2 ARM 微处理器系列 18	
2.1.3 ARM 微处理器的寄存器 结构 22	
2.1.4 ARM 微处理器的指令 结构 22	
2.1.5 ARM 微处理器的编程模型 22	
2.1.6 ARM 体系结构的存储器 格式 23	
2.1.7 ARM 微处理器的应用领域..... 24	
2.2 SAMSUNG S3C2410 处理器..... 24	
2.2.1 特性 25	
2.2.2 处理器工作模式 31	
2.2.3 寄存器 32	
2.3 SAMSUNG S3C2410 模块接口..... 40	
2.3.1 时钟与电源管理 40	
2.3.2 内存控制器 49	
2.3.3 基本 I/O 接口..... 55	
2.3.4 中断控制..... 57	
思考与练习 62	
第 3 章 ARM 微处理器的指令系统..... 63	
3.1 ARM 微处理器的指令集概述..... 63	
3.1.1 ARM 微处理器指令的 分类与格式 63	
3.1.2 指令的条件域 64	
3.2 ARM 指令的寻址方式 65	
3.2.1 立即寻址 65	
3.2.2 寄存器寻址 65	
3.2.3 寄存器间接寻址 66	
3.2.4 基址变址寻址 66	
3.2.5 多寄存器寻址 66	
3.2.6 相对寻址 67	
3.2.7 堆栈寻址 67	
3.3 ARM 指令集 67	
3.3.1 跳转指令 67	
3.3.2 数据处理指令 69	
3.3.3 乘法指令与乘加指令 74	
3.3.4 程序状态寄存器访问指令 76	
3.3.5 加载/存储指令 77	
3.3.6 批量数据加载/存储指令 79	

3.3.7 数据交换指令	80	5.2 Linux 内核结构	135
3.3.8 移位指令(操作)	80	5.2.1 Linux 内核概述	136
3.4 Thumb 指令及应用	82	5.2.2 存储与进程管理	141
思考与练习	83	5.2.3 内核源代码目录结构	143
第 4 章 基于 S3C1410 处理器的 裸机开发	84	5.3 Linux 存储管理	145
4.1 嵌入式系统开发环境构建	84	5.3.1 进程虚存空间的管理	145
4.1.1 硬件环境构建	84	5.3.2 虚存空间的映射和 虚存区域的建立	146
4.1.2 软件环境构建	85	5.3.3 Linux 的分页式存储管理	146
4.2 Realview MDK 的使用	85	5.3.4 物理内存空间的管理	147
4.2.1 μ Vision IDE 主框架窗口	85	5.3.5 内存的分配与释放	148
4.2.2 工程管理	86	5.4 Linux 进程管理	151
4.2.3 工程基本配置	91	5.4.1 Linux 进程管理介绍	151
4.2.4 编译、链接与调试	99	5.4.2 进程及作业	152
4.3 LED 控制设计实例	107	5.4.3 启动进程	152
4.3.1 LED 驱动原理及功能	107	5.4.4 进程管理	155
4.3.2 LED 驱动软件设计	109	5.5 Linux 内核启动和初始化进程	158
4.3.3 操作步骤	110	5.5.1 引导程序 Bootloader	158
4.3.4 实例测试	112	5.5.2 Kernel 引导入口	158
4.4 D/A 功能应用开发实例	112	5.5.3 核心数据结构初始化 ——内核引导第一部分	158
4.4.1 D/A 转换器原理	112	5.5.4 外设初始化——内核引导 第二部分	159
4.4.2 电路设计	114	5.5.5 init 进程和 inittab 引导脚本	160
4.4.3 D/A 转换器驱动软件设计	115	5.5.6 rc 启动脚本	160
4.5 S3C2410 的串行通信设计实例	117	5.5.7 getty 和 login	161
4.5.1 串口通信原理	117	5.5.8 bash	162
4.5.2 RS232 接口电路	119	思考与练习	162
4.5.3 S3C2410 的 UART 模块 软件设计	120	第 6 章 嵌入式 Linux 开发基础	163
4.5.4 案例测试	122	6.1 搭建嵌入式 Linux 开发环境	163
思考与练习	122	6.1.1 常用的 Linux 发行版	163
第 2 篇 嵌入式 Linux 基础开发篇	123	6.1.2 Ubuntu 的安装与运行	166
第 5 章 嵌入式操作系统 Linux 概述	125	6.1.3 嵌入式环境的配置与 源码的安装	168
5.1 Linux 的诞生与发展	125	6.1.4 常用软件的配置	171
5.1.1 Linux 的诞生与版本历史	125	6.2 Linux 准备知识	173
5.1.2 Linux 在嵌入式领域的 延伸	131	6.2.1 常用的 Linux 命令与 使用方法	173



6.2.2	Linux 下的编辑器 Vi	177	8.1.5	file_operations 结构	250
6.2.3	Linux 下的 shell	183	8.1.6	inode 结构	254
6.2.4	Linux 下的编译器 GCC	186	8.1.7	file 结构	254
6.2.5	认识 Makefile	195	8.2	字符设备驱动	257
	思考与练习	202	8.2.1	scull 的设计和内存使用	258
第 7 章	嵌入式 Linux 系统开发	203	8.2.2	字符设备注册	260
7.1	交叉编译工具	203	8.2.3	open 和 release	262
7.1.1	宿主机与交叉编译	204	8.2.4	读写操作	264
7.1.2	ARM 交叉编译器制作实例	207	8.2.5	ioctl 接口	268
7.2	Bootloader	209	8.2.6	模块实例	277
7.2.1	常用 Bootloader 介绍	210	8.3	CAN 总线驱动开发实例	278
7.2.2	vivi 详解	212	8.3.1	CAN 总线简介	278
7.2.3	vivi 命令操作	212	8.3.2	SJA1000	279
7.3	Linux 内核移植	214	8.3.3	CAN 总线电路设计	281
7.3.1	内核移植基础	214	8.3.4	CAN 总线驱动设计	282
7.3.2	内核配置与裁剪	215	8.4	LCD 驱动开发实例	282
7.3.3	Kconfig 与 Makefile	221	8.4.1	LCD 工作原理	282
7.4	文件系统	223	8.4.2	LCD 驱动实例	288
7.4.1	Linux 的文件系统	223	8.5	触摸屏驱动实例	288
7.4.2	嵌入式 Linux 文件 系统内容	227	8.5.1	触摸屏	289
7.5	Linux 映像固化与运行实例	229	8.5.2	硬件原理	289
7.5.1	Linux 基本映像的固化	229	8.5.3	触摸屏设备驱动中 数据结构	292
7.5.2	根文件系统的更新	235	8.5.4	触摸屏驱动中的硬件 控制	293
7.5.3	Linux 映像的运行	240	8.5.5	触摸屏驱动模块加载和 卸载函数	294
	思考与练习	240	8.5.6	触摸屏驱动中断、定时器 处理程序	295
第 3 篇	嵌入式 Linux 应用开发篇	241	8.5.7	触摸屏设备驱动的打开、 释放函数	297
第 8 章	嵌入式 Linux 设备驱动 程序开发	243	8.5.8	触摸屏设备驱动的读函数	298
8.1	设备驱动基础	243	8.5.9	触摸屏设备驱动的 轮询与异步通知	299
8.1.1	用户态与内核态	243	8.6	IIS 音频驱动实例	299
8.1.2	Linux 驱动程序结构	244	8.6.1	数字音频基础	299
8.1.3	设备文件与设备文件 系统	245	8.6.2	IIS 音频接口	300
8.1.4	Linux 模块	247			




8.6.3 电路设计原理	301	9.4 计时器设计实例	323
8.6.4 IIS 音频驱动实例	303	9.4.1 计时器概述	323
思考与练习	303	9.4.2 计时器设计实例	325
第 9 章 嵌入式应用程序开发	304	思考与练习	326
9.1 Linux 文件操作	304	第 10 章 嵌入式 GUI 设计	327
9.1.1 文件操作概述	304	10.1 嵌入式 GUI 简介	327
9.1.2 文件操作实例	306	10.1.1 Qt/Embedded	327
9.2 Linux 进程控制	307	10.1.2 MiniGUI	328
9.2.1 Linux 进程基础	307	10.1.3 MicroWindows、TinyX	331
9.2.2 Linux 的进程和 Win32 的 进程/线程比较	315	10.2 Qt/Embedded 开发入门	333
9.2.3 关键函数分析	316	10.2.1 Qt/Embedded 介绍	333
9.2.4 进程控制实例	317	10.2.2 搭建 Qt/Embedded 开发环境	337
9.3 Linux 线程控制	318	10.2.3 Qt/Embedded 信号和 插槽机制	338
9.3.1 Linux 线程基础	318	10.3 Qt 开发实例	339
9.3.2 关键函数分析	322	参考文献	349
9.3.3 线程控制实例	322		





第 1 篇

嵌入式系统基础篇



嵌入式系统开发与应用概述

嵌入式处理器 SAMSUNG S3C2410 概述

ARM 微处理器的指令系统

基于 S3C1410X 处理器的裸机开发

第 1 章

嵌入式系统开发与应用概述



学习目标

本章主要讲解嵌入式系统的基础知识。通过本章的学习，读者将掌握如下内容。

- (1) 理解嵌入式系统的基本概念；
- (2) 了解常用嵌入式开发环境及各种 ARM 开发工具；
- (3) 理解学习嵌入式系统的基本方法。

1.1 嵌入式系统简介

1.1.1 嵌入式系统的基本概念

根据 IEEE(电气和电子工程师协会)的定义，嵌入式系统是“控制、监视或者辅助装置、机器和设备运行的装置”(devices used to control、monitor or assist the operation of equipment、machinery or plants)。从中可以看出嵌入式系统是软件和硬件的综合体，还可以涵盖机械等附属装置。

目前国内普遍被认同的一个定义：嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软件硬件可裁剪，适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。

可以说，嵌入式系统是嵌入到产品、设备中的专用计算机系统。嵌入式、专用性和计算机系统是嵌入式系统的 3 个基本要素。

从嵌入式系统的定义可以看出，人们日常广泛应用的手机、PDA、MP3、可视电话等都属于嵌入式系统设备。

1.1.2 嵌入式系统的体系结构

作为一种专用计算机系统，嵌入式系统一般包括 3 个方面：硬件设备、嵌入式操作系统和应用软件。它们之间的关系如图 1.1 所示。

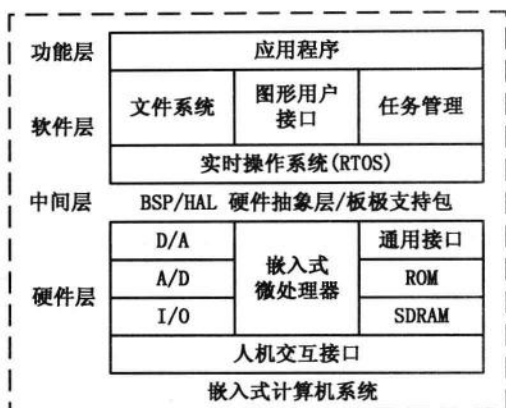


图 1.1 嵌入式系统的体系结构

1. 硬件层

硬件层中包含嵌入式微处理器、存储器(SDRAM、ROM、Flash 等)、通用设备接口和 I/O 接口(A/D、D/A、I/O 等)。在一片嵌入式处理器基础上添加电源电路、时钟电路和存储器电路，就构成了一个嵌入式核心控制模块。其中操作系统和应用程序都可以固化在 ROM 中。

嵌入式系统硬件层的核心是嵌入式微处理器。嵌入式微处理器与通用 CPU 最大的不同在于嵌入式微处理器大多工作在为特定用户群所设计的专用系统中，它将通用 CPU 许多由板卡完成的任务集成在芯片内部，从而有利于嵌入式系统在设计时趋于小型化，同时还具有很高的效率和可靠性。

嵌入式微处理器的体系结构可以采用冯·诺依曼体系或哈佛体系结构；指令系统可以选用精简指令系统(Reduced Instruction Set Computer, RISC)和复杂指令系统(Complex Instruction Set Computer, CISC)。RISC 计算机在通道中只包含最有用的指令，确保数据通道快速执行每一条指令，从而提高了执行效率并使 CPU 硬件结构设计变得更为简单。

嵌入式微处理器有各种不同的体系，即使在同一体系中也具有不同的时钟频率和数据总线宽度，或集成了不同的外设和接口。据不完全统计，目前全世界嵌入式微处理器已经超过 1000 多种，体系结构有 30 多个系列，其中主流的体系有 ARM、MIPS、PowerPC、X86 和 SH 等。但与全球 PC 市场不同的是，没有一种嵌入式微处理器可以主导市场，仅以 32 位的产品而言，就有 100 种以上的嵌入式微处理器。嵌入式微处理器的选择是由具体的应用所决定的。

2. 中间层

硬件层与软件层之间为中间层，也称硬件抽象层(Hardware Abstract Layer, HAL)或板级支持包(Board Support Package, BSP)，它将系统上层软件与底层硬件分离开来，使系统的底层驱动程序与硬件无关，上层软件开发人员无须关心底层硬件的具体情况，根据 BSP 层提供的接口即可进行开发。该层一般包含相关底层硬件的初始化、数据的输入/输出操作和硬件设备的配置功能。BSP 具有以下两个特点。



硬件相关性：因为嵌入式实时系统的硬件环境具有应用相关性，而作为上层软件与硬件平台之间的接口，BSP 需要为操作系统提供操作和控制具体硬件的方法。

操作系统相关性：不同的操作系统具有各自的软件层次结构，因此不同的操作系统具有特定的硬件接口形式。

实际上，BSP 是一个介于操作系统和底层硬件之间的软件层次，包括了系统中大部分与硬件联系紧密的软件模块。设计一个完整的 BSP 需要完成两部分工作：嵌入式系统的硬件初始化以及 BSP 功能，设计硬件相关的设备驱动。

3. 系统软件层

系统软件层由实时多任务操作系统(Real-time Operation System, RTOS)、文件系统、图形用户接口(Graphic User Interface, GUI)、网络系统及通用组件模块组成。RTOS 是嵌入式应用软件的基础和开发平台。

嵌入式操作系统(Embedded Operation System, EOS)是一种用途广泛的系统软件，过去它主要应用于工业控制和国防系统领域。EOS 负责嵌入系统的全部软、硬件资源的分配、任务调度，控制、协调并发活动。它必须体现其所在系统的特征，能够通过装卸某些模块来达到系统所要求的功能。目前，已推出一些应用比较成功的 EOS 产品系列。随着 Internet 技术的发展、信息家电的普及应用及 EOS 的微型化和专业化，EOS 开始从单一的弱功能向高专业化的强功能方向发展。嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。

4. 功能层

应用程序是针对特定的应用领域，基于某一固定的硬件平台，用来达到完成预期目标的计算机软件。嵌入式系统自身的特点决定了嵌入式系统的应用软件不仅要达到准确、安全和稳定的标准，而且还有进行代码精简，以减少对系统资源的消耗，降低硬件成本。

1.2 基于 ARM 的嵌入式开发环境概述

ARM 技术是高性能、低功耗嵌入式芯片的代名词，在嵌入式尤其是在基于嵌入式 Internet 方面应用广泛。学习嵌入式系统的开发应用技术，应该是在基于某种 ARM 核系统芯片应用平台基础上进行，在讲述嵌入式系统开发应用之前，应该对基于 ARM 的嵌入式开发环境进行了解，本节主要对如何构造 ARM 嵌入式开发环境等基本情况介绍。

1.2.1 交叉开发环境

作为嵌入式系统应用的 ARM 处理器，其应用软件的开发属于跨平台开发，因此需要一个交叉开发环境。交叉开发是指在一台通用计算机上进行软件的编辑编译，然后下载到嵌入式设备中进行运行调试的开发方式。用来开发的通用计算机可以选用比较常见的 PC 机、工作站等，运行通用的 Windows 或 UNIX 操作系统。开发计算机一般称为宿主机，嵌入式设备称为目标机，在宿主机上编译好的程序，下载到目标机上运行，交叉开发环境提

