

嵌入式开发工程师

THE HANDBOOK FOR THE NEWBIE OF
EMBEDDED DEVELOPER

入行手册

Getting you the Best Book!

精心筛选出嵌入式开发必须掌握的知识和技巧，将理论基础、软件开发和硬件设计三者合一，融入作者多年开发经验，帮助读者轻松入行。

源代码下载地址：

<http://www.tdpress.com/zyzx/tsscflwj>

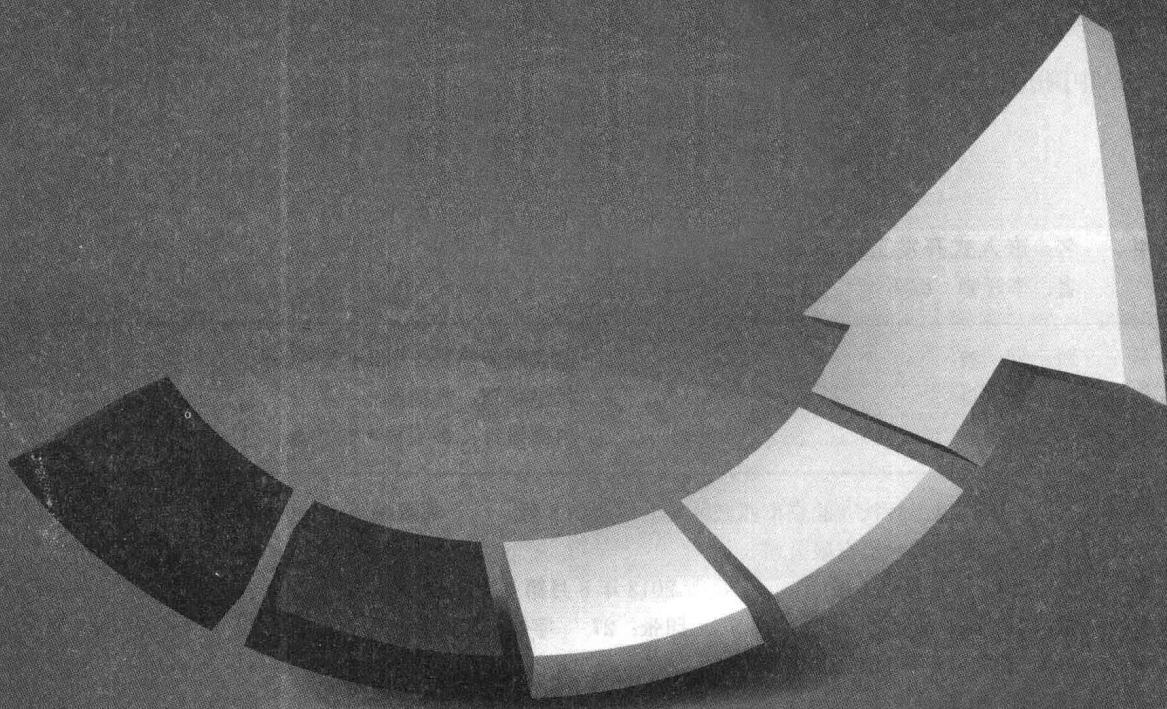
李延鹏 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

嵌入式开发工程师 入行手册

李延鹏 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书从嵌入式系统开发实践应用为学习目标,全面介绍了嵌入式系统的软件开发技巧和硬件设计技术,并详细阐述了开发流程。

全书分为三部分:第一部分介绍了嵌入式系统的概念与应用;第二部分主要介绍有关嵌入式系统硬件接口的软/硬件设计方法;第三部分主要介绍基于嵌入式 Linux 的软件开发。

本书旨在帮助有一定基础的嵌入式开发初级读者通过学习来提升开发能力、积累开发经验,顺利成长为嵌入式系统开发工程师。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式开发工程师入行手册 / 李延鹏编著. — 北京:
中国铁道出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-113-16668-7

I. ①嵌… II. ①李… III. ①微处理器—系统设计—
手册 IV. ①TP332-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 110232 号

书 名: 嵌入式开发工程师入行手册
作 者: 李延鹏 编著

策 划: 荆 波
责任编辑: 张 丹
责任印制: 赵星辰

读者服务热线: 010-63560056

特邀编辑: 赵树刚

封面设计: 多宝格·付 巍

出版发行: 中国铁道出版社(北京市西城区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

版 次: 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 27 字数: 633 千

书 号: ISBN 978-7-113-16668-7

定 价: 59.80 元



版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社发行部联系调换。

小到电子玩具、智能手机，大到航天飞机、导弹卫星，嵌入式系统无不成为这些设备的控制中枢。而计算机性能还在不断提高，CPU 芯片还在不断缩小，伴随云计算和物联网的迅猛发展，越来越多的设备，将成为嵌入式系统节点而接入互联网中。也就是说，几乎我们看到的机械电子设备，都将具备一个嵌入式系统内核，更多学科和专业的人才，需要了解和学习嵌入式系统技术，掌握它的应用。

因此嵌入式系统是近年来一个非常热门的名词，并且随着嵌入式应用产品使用的不断增加，市场对产品的需求与对相关嵌入式专业人员的需求也同样旺盛，各种培训机构如雨后春笋般涌出，各大专院校中对此领域的爱好者也层出不穷。作者认为嵌入式系统的魅力在于它提供了一种解决个性化需求的途径，嵌入式工程师门能够利用已有的硬件资源随心所欲地创造出满足自己或客户需要的电子产品。但是，嵌入式系统开发技术的学习也有一定的难度。因为嵌入式系统是软/硬件一体的，高度集成了目前较为先进的硬件与软件技术，要求学习者具备这两方面的基本素养。嵌入式技术的硬件方面包括微处理器、存储器、定时器、中断控制器、传感器等一系列高技术、高性能、低功耗的各类电子芯片，软件方面包括各类高效的嵌入式操作系统、实用的应用程序以及多样化的人机界面交互接口等，涉及微电子技术、计算机技术、通信技术以及软件编程技术等专业方面的技术。此外，在嵌入式系统的设计中还要考虑到软件工程方面的问题，比如研发成本、开发周期、软/硬件设计流程、产品市场定位、用户需求等。可见嵌入式系统的设计与开发是一项综合性极强的任务，对该领域人才的要求也比较苛刻。但是嵌入式无穷的魅力与丰富的市场需求仍然吸引着各路英豪在这片天地里大展拳脚。

随着嵌入式设计的火爆，在该领域也出版了很多的图书资料，但已有的图书或者偏重于理论介绍，或者专一于软件部分，或者单纯讲述硬件的设计，我们觉得还缺乏一本综合这三者知识的图书。而且随着嵌入式软/硬件环境的不断更新，一些参考书籍中使用的软/硬件已经落后于嵌入式的发展需要。本书不仅在理论基础方面介绍嵌入式系统的原理与构成，同时结合目前较新的软/硬件环境对嵌入式系统进行搭建，基本涉及嵌入式系统设计中的每一个环节，内容详尽，开发案例丰富，具有较强的可读性和实用性。

本书共分为三部分，第一部分介绍了嵌入式系统的基础知识，偏重于基础理论，包括嵌入式系统的基本概念，ARM 架构微处理器的体系结构及主流型号，ARM 指令集系统与 ARM 汇编语言程序设计，以及从工程的角度介绍了嵌入式系统的开发流程与设计方法。

第二部分介绍了嵌入式硬件接口与基础实例，包括 GPIO 端口控制、时钟与定时器控制、DMA 传输控制、存储器系统、中断体系结构、串行通信接口、LCD 显示屏控制、A/D 转换与触摸屏接口以及常用的嵌入式总线接口。

第三部分介绍了嵌入式软件与嵌入式操作系统，重点介绍嵌入式 Linux 操作系统的内核组成与内核移植，交叉编译环境的搭建以及利用 Qt 进行应用程序开发。

本书作为嵌入式工程师的入门手册，为有志于嵌入式开发的朋友们由浅入深地介绍了相关知识。但这只是一个“循规蹈矩”的过程，由于个性化的定制与需求，通常来说嵌入式的开发

就不是那么按常理出牌了，因此阅读本书时还要附带进行如下操作。

面对困难的勇气

在未跨进嵌入式这个领域之前，很多人都认为做嵌入式开发需要丰富的软/硬件知识才能开发出一套完备的系统，因而对学习嵌入式产生一定的恐惧感。但同其他领域的开发一样，谁都不是天生的高手，任何一个开发者都是从最初的“Hello World”起步，最后在嵌入式开发的道路上越走越宽。前进的道路上总会有种种崎岖，甚至在面前猛然出现一座高山，偶尔耳畔还会出现内心中“懒惰的小人”劝自己放弃的声音。决定成功与失败的并不是面前的困难有多大，而是自己心中的勇气有多大。嵌入式开发中会出现各式各样的困难：硬件中隐藏的干扰与缺陷，开发软件版本的不匹配，隐藏在代码中令人头疼的 BUG……找到与解决每一个问题都可能花费数小时甚至数天时间，其中的痛苦、煎熬与内心的郁闷都是对自己的考验与挑战。但每跨过一个坎，就会令自己朝高手的目标前进一步，一步一个脚印走下去，回过头来会发现被自己征服的山峰是那么壮观美丽。

巩固软/硬件基础

本书的写作是在假定读者们都已经具备了一定的 C 语言和汇编语言编程水平，并且对电路设计和常用芯片有一定的了解。有了“金刚钻，才揽瓷器活”，有扎实的编程能力和电路设计能力，才能将好的想法（这就更需要创意能力了）在嵌入式系统中实现。如果不熟悉的话，那么赶快翻出当年那些 C 语言编程与电路书吧，现在是它们发光的时候了。

硬件可以说是嵌入式系统的基础，读者在学习与开发的基础上要注重积累硬件设计的知识与经验，例如使用 SRAM 作为存储芯片，就要了解 SRAM 有哪些主流的容量，有哪些主流的生产商，芯片规格与型号，而且要注意芯片的耐压值与适用温度范围，还要看是否有自己适用的封装。举一反三，这些需要考虑的特性同样适用于电压转换芯片、A/D 芯片等。在电路设计时还要注意电磁兼容性（EMC），高速差分信号线的布线方法，模拟信号与数字信号共存时的电路设计方法等。每一项单拿出来都是一套很深邃的理论，同时也会是一份很有价值的经验。

准备一块开发板

“纸上得来终觉浅，觉知此事要躬行”。如果没有真正操起家伙动手做一遍，那么即使把一本书一字不差的背过，你依然是这个领域的门外汉。因此准备一块开发板，或是前辈们留下来的二手货，又或是网上淘来的新产品，将本书所介绍的例程放在板上做一遍，最后你一定对嵌入式开发有感觉了。当然对开发板的选择还是要适当谨慎，如果读者已经具有硬件电路设计能力，可以自行设计开发板，但后期在硬件上的调试仍然要占用大量的时间与精力，万一设计失败还是很让人郁闷的事。因此最好选用设计成熟的开发板，并且带有主流控制芯片，功能不必很多，具有本书覆盖到的硬件条件即可。当然如果还有关于开发板的说明手册以及相关代码那就更完美了，可以在本书之外又多了一份非常有价值的参考资料，手册中关于开发板的电路设计部分，也许会成为日后设计自己的嵌入式系统时的重要依据。

多请教“谷哥”与“度娘”

由于嵌入式开发具有多样性的特点，即使在相同的硬件环境下，安装不同版本的嵌入式

Linux 操作系统都有可能带来意想不到的问题，更不要说在此基础上开发多种多样的应用功能了。可以说本书只是提供一种较为通用的开发方法，且嵌入式的软/硬件发展日新月异。因此在面对种种莫名其妙的报错，或者想尝试一下最新版的嵌入式 Linux 内核而无从下手时，打开浏览器问问“谷哥”或“度娘”吧，总会存在一批高手为你解决各种各样的问题，甚至某些 Geek 们在软件新版本一发布就迫不及待地进行试用，并把经验与心得公布分享。

某些专业的论坛或个人博客更是理想的学习乐园，论坛中以往的帖子可能就是你要找的答案，或是提出一个新问题，不久就会有路过的达人为你醍醐灌顶。作者就曾在 Qt 论坛中膜拜过各路 Qt 大神，不仅令自己的编程开发经验得到提升，还从别人的经验教训中得到警示。在搜索问题的过程中，有时弹出的链接不仅解决了你的疑问，并且还会引出对这个问题更深入的探索，达到知其然也知其所以然的效果，极大地扩展了本领域的知识体系，这也算是对勤学好问的额外奖励吧。

嵌入式 Linux 操作系统是当今嵌入式发展的主流，它的背后是极其庞大的网络开源社区，在这里几乎可以找到你能想到的任意种类开源作品，甚至一些出乎意料的作品。取长补短为我所用，在各类高手的代码中学习嵌入式开发，对开发者的经验是一个很好的积累。

关注行业发展趋势

俗话说干一行爱一行，既然进入到嵌入式开发这个领域，就要时刻关注行业内的最新产品与商业动态。本书写作完成时 ARM 架构 Cortex-A 系列处理器的最新产品为 Cortex-A15，满足新一代移动互联设备的需求；Linux 内核也结束了 2.x 的时代，进入到 3.0 的时代，随之而来的是众多更新版本的工具链；Qt 平台也是再接再厉，站在前辈的肩膀上，Qt5 也要呼之欲出了……

一个疑问会随之而来：我所开发和学习的嵌入式项目不需要这么多高端的功能，原有的硬件和软件已经足够使用，为何还要关注这些嵌入式领域的最新发展呢？殊不知闭门造车，坐吃山空，如果让十多年前的一个嵌入式高手（那个时代的“嵌入式”）来开发如今的嵌入式产品，恐怕会在很多问题上碰到钉子。时代在不断发展，虽然现在看来使用如此先进的软/硬件环境来开发某些嵌入式产品显得大材小用，但人们的需求也在不断膨胀，恨不能把现有的一切电子产品都融入到一台巴掌大小的设备中，还需要一个不打折扣的用户体验，这就对嵌入式开发工程师提出更高的要求。因此掌握这些嵌入式领域的发展动态，能让开发者们时刻做到心中有数，当用户提出一个苛刻的需求时不至于手足无措。同时更高性能的处理器与更方便更强大的开发工具还能让开发者有机会实现更复杂的功能与想法，在竞争激烈的嵌入式产品市场中赢得一席之地。

本书适用于从事嵌入式系统设计和开发的专业人员阅读，也适合作为嵌入式发烧友们的参考资料，还可作为大专院校嵌入式相关专业本科生、研究生学习参考的教材与教辅材料。

由于作者水平有限，时间仓促，加之本书内容覆盖面广，书中出现的不足之处敬请读者谅解，并欢迎大家批评指正。

作 者

2013 年 6 月

第一篇 嵌入式系统基础篇

第1章 嵌入式系统概述

1.1 嵌入式系统的概念	1
1.1.1 嵌入式系统的定义	1
1.1.2 嵌入式系统的特点	2
1.1.3 嵌入式系统与通用计算机的关系	2
1.2 嵌入式系统的组成	3
1.2.1 硬件层	3
1.2.2 中间层	4
1.2.3 系统软件层	5
1.2.4 应用软件层	6
1.3 嵌入式处理器的类型	6
1.3.1 嵌入式微处理器	6
1.3.2 嵌入式微控制器	7
1.3.3 嵌入式 DSP 处理器	7
1.3.4 嵌入式片上系统	8
1.4 嵌入式微处理器的体系结构	8
1.4.1 冯·诺依曼与哈佛结构	8
1.4.2 CISC 与 RISC	9
1.4.3 流水线技术	10
1.5 嵌入式系统的应用	12
1.5.1 日常生活应用	12
1.5.2 工业与机器人应用	13
1.5.3 智能交通与汽车电子	13
1.5.4 军事与航空航天领域	14
1.6 嵌入式系统的发展趋势	15
1.7 本章小结	16

第2章 ARM 微处理器体系结构

2.1 ARM 处理器简介	17
---------------------	----

2.1.1	ARM 处理器	17
2.1.2	ARM 处理器的应用领域	18
2.2	ARM 体系结构	18
2.2.1	ARM 体系版本	18
2.2.2	ARM 系列处理器	21
2.3	S3C2440 处理器	25
2.3.1	S3C2440 简介	25
2.3.2	S3C2440 特性	26
2.4	本章小结	32

第 3 章 ARM 处理器指令集系统

3.1	ARM 处理器基本寻址方式	33
3.2	ARM 指令集	35
3.2.1	ARM 指令集格式	35
3.2.2	存储器访问指令	36
3.2.3	数据处理指令	37
3.2.4	跳转指令	38
3.2.5	协处理器操作指令	39
3.2.6	杂项指令	40
3.2.7	伪指令	41
3.3	Thumb 指令集	42
3.4	本章小结	43

第 4 章 ARM 汇编语言程序设计

4.1	变量、表达式与运算符	44
4.1.1	常量与变量	44
4.1.2	表达式与运算符	45
4.2	ARM 汇编语言伪指令	46
4.2.1	变量定义伪指令	47
4.2.2	内存分配伪指令	49
4.2.3	流程控制伪指令	52
4.2.4	其他伪指令	54
4.3	汇编语言与 C 语言混合编程	57
4.3.1	基本 ATPCS	58
4.3.2	汇编语言调用 C 程序	59

4.3.3 C 程序中调用汇编程序	60
4.4 本章小结	62

第 5 章 嵌入式系统开发流程与设计方法

5.1 常用开发模型	63
5.1.1 边开发边修改模型	63
5.1.2 瀑布模型	64
5.1.3 快速原型模型	64
5.1.4 增量模型	65
5.1.5 螺旋模型	66
5.1.6 演化模型	66
5.2 需求分析阶段	67
5.2.1 系统分析	68
5.2.2 用户需求	68
5.2.3 系统需求	70
5.2.4 概要设计	73
5.3 详细设计阶段	74
5.3.1 体系结构设计	74
5.3.2 硬件设计	75
5.3.3 软件设计	76
5.3.4 设计检查	77
5.4 科研开发阶段	77
5.4.1 建模工具	77
5.4.2 开发平台	80
5.4.3 软件开发过程	80
5.5 测试阶段	81
5.5.1 测试计划目标	81
5.5.2 测试类型	81
5.6 本章小结	83

第二篇 嵌入式硬件接口与实例篇

第 6 章 GPIO 接口

6.1 GPIO 接口工作原理	84
6.1.1 寄存器操作 GPIO 引脚	85

6.1.2 软件访问 GPIO	89
6.2 GPIO 接口演示实例.....	90
6.2.1 硬件实现.....	90
6.2.2 程序设计及说明.....	90
6.3 本章小结.....	92

第7章 时钟与定时器

7.1 时钟体系.....	93
7.1.1 结构与功能描述.....	93
7.1.2 时钟控制逻辑.....	94
7.1.3 时钟电路与实时时钟.....	95
7.2 PWM 定时器.....	99
7.2.1 PWM 定时器概述.....	99
7.2.2 PWM 相关寄存器.....	101
7.2.3 PWM 定时器示例.....	103
7.3 看门狗定时器.....	104
7.3.1 看门狗定时器概述.....	104
7.3.2 看门狗定时器相关寄存器.....	105
7.3.3 看门狗定时器编程实例.....	106
7.4 本章小结.....	107

第8章 DMA 控制

8.1 DMA 工作原理概述.....	108
8.1.1 DMA 方式传输原理.....	108
8.1.2 S3C2440 的 DMA 控制器.....	109
8.2 DMA 控制器寄存器.....	111
8.3 DMA 软件编程实例.....	116
8.4 本章小结.....	117

第9章 存储器系统

9.1 存储器系统概述.....	118
9.1.1 存储器系统层次结构.....	118
9.1.2 存储管理单元 (MMU)	119
9.1.3 嵌入式存储设备分类.....	120
9.1.4 常见嵌入式系统存储器.....	120

9.2	NOR Flash.....	123
9.2.1	NOR Flash 简介	123
9.2.2	NOR Flash 芯片与接口电路	124
9.3	NAND Flash	124
9.3.1	NAND Flash 简介	125
9.3.2	NAND Flash 芯片及接口电路	125
9.3.3	NAND Flash 基本操作	127
9.3.4	S3C2440 NAND Flash 控制器	128
9.3.5	NAND Flash 编程实例	133
9.4	SDRAM	137
9.4.1	SDRAM 芯片及接口电路	137
9.4.2	S3C2440 SDRAM 寄存器设置	139
9.5	SD 卡模块及接口电路.....	141
9.6	IDE 接口	143
9.7	本章小结.....	145

第 10 章 中断体系结构

10.1	中断体系结构	146
10.1.1	中断的概念	146
10.1.2	ARM 体系 CPU 工作模式.....	147
10.1.3	ARM 体系中中断异常	149
10.2	S3C2440 中断控制器	153
10.2.1	S3C2440 中断控制器结构.....	153
10.2.2	S3C2440 中断控制寄存器.....	154
10.3	中断异常处理	160
10.3.1	异常中断处理程序的安装.....	160
10.3.2	FIQ 和 IRQ 异常中断处理编程	162
10.3.3	SWI 异常中断处理编程	164
10.4	S3C2440 中断编程实例	165
10.4.1	寄存器配置.....	165
10.4.2	程序编写	166
10.5	本章小结.....	167

第 11 章 串行通信接口 UART

11.1	串行通信原理.....	168
------	-------------	-----

11.1.1	串行通信与并行通信的概念	168
11.1.2	串行通信方式	169
11.1.3	串行通信接口	171
11.2	S3C2440 异步串行接口 UART	173
11.2.1	S3C2440 UART 概述	173
11.2.2	S3C2440 的 UART 操作	175
11.2.3	S3C2440 的 UART 控制寄存器	177
11.3	串行通信接口实例	181
11.3.1	串口通信电路	181
11.3.2	串口通信程序设计	181
11.4	本章小结	184

第 12 章 LCD 控制器

12.1	LCD 显示原理	185
12.1.1	LCD 显示原理	185
12.1.2	显示器数据信号格式	187
12.2	S3C2440 LCD 控制器与寄存器	189
12.2.1	S3C2440 LCD 控制器	189
12.2.2	TFT LCD 控制器操作	190
12.2.3	S3C2440 LCD 寄存器	194
12.3	LCD 显示实例	198
12.4	本章小结	202

第 13 章 A/D 转换及触摸屏接口

13.1	A/D 转换	203
13.1.1	A/D 转换技术指标	203
13.1.2	A/D 转换方法和原理	204
13.1.3	S3C2440 A/D 转换接口	207
13.2	触摸屏接口	210
13.2.1	触摸屏分类与工作原理	210
13.2.2	S3C2440 触摸屏接口	213
13.2.3	触摸屏接口编程实例	215
13.3	本章小结	216

第 14 章 嵌入式系统总线接口

14.1	USB 接口	217
------	--------------	-----

14.1.1	USB 接口结构与工作原理.....	217
14.1.2	S3C2440 USB 接口控制器.....	220
14.2	IIC 接口	222
14.2.1	IIC 接口基本原理与结构	222
14.2.2	S3C2440 IIC 接口	225
14.2.3	IIC 接口应用实例	228
14.3	SPI 接口	231
14.3.1	SPI 接口基本原理与结构	231
14.3.2	S3C2440 SPI 接口	233
14.3.3	SPI 接口编程实例	235
14.4	本章小结	237

第三篇 嵌入式 Linux 开发篇

第 15 章 嵌入式系统软件与嵌入式操作系统

15.1	嵌入式系统软件	238
15.1.1	嵌入式软件基础	238
15.1.2	嵌入式软件的发展	239
15.1.3	嵌入式设备驱动	241
15.2	嵌入式系统任务管理	244
15.2.1	进程与线程	244
15.2.2	任务实现	246
15.2.3	任务调度	250
15.2.4	任务之间的关系	254
15.3	嵌入式系统设备管理	260
15.3.1	设备编址方式	260
15.3.2	I/O 控制方式	261
15.4	嵌入式系统存储管理	262
15.4.1	存储管理方案	263
15.4.2	分区存储管理	263
15.5	嵌入式文件系统管理	266
15.5.1	文件概念	266
15.5.2	嵌入式文件系统	267
15.5.3	文件系统实现	267
15.6	嵌入式操作系统	270

15.6.1	嵌入式操作系统概述.....	270
15.6.2	嵌入式操作系统功能特点与分类.....	270
15.6.3	常用的嵌入式操作系统.....	272
15.7	本章小结.....	275

第 16 章 认识 Linux 操作系统

16.1	Linux 操作系统.....	276
16.1.1	Linux 操作系统简介.....	276
16.1.2	桌面 Linux 安装.....	278
16.2	Linux 基本操作.....	285
16.2.1	常用 Linux 命令.....	285
16.2.2	常用 Linux 工具使用方法.....	286
16.2.3	Linux Shell 编程基础.....	296
16.2.4	make 命令与 makefile 文件.....	300
16.3	Linux 用户界面.....	305
16.3.1	X Window.....	305
16.3.2	KDE.....	308
16.3.3	GNOME.....	309
16.4	本章小结.....	310

第 17 章 嵌入式 Linux 内核与文件系统

17.1	Linux 内核介绍.....	311
17.1.1	认识 Linux 内核.....	311
17.1.2	内核结构.....	314
17.1.3	内核编译过程.....	315
17.2	Linux 内核功能详解.....	319
17.2.1	内存管理.....	320
17.2.2	任务管理.....	323
17.2.3	设备驱动程序.....	326
17.2.4	文件系统.....	333
17.3	嵌入式 Linux 内核与文件系统.....	337
17.3.1	嵌入式 Linux 内核.....	337
17.3.2	嵌入式文件系统.....	339
17.4	本章小结.....	343

第 18 章 嵌入式 Linux 交叉编译环境与 Linux 内核移植

18.1	交叉编译环境搭建	344
18.1.1	交叉编译原理	344
18.1.2	建立交叉编译环境	346
18.2	BootLoader	348
18.2.1	BootLoader 简介	348
18.2.2	BootLoader 工作原理	349
18.3	U-boot	352
18.3.1	U-boot 介绍	352
18.3.2	U-boot 配置	353
18.3.3	U-boot 启动过程	356
18.3.4	U-boot 移植	362
18.4	嵌入式 Linux 内核移植	366
18.4.1	Linux 内核配置	367
18.4.2	Linux 内核编译与移植	380
18.5	制作嵌入式 Linux 文件系统	381
18.5.1	配置编译 Busybox	381
18.5.2	制作 Yaffs2 文件系统	385
18.5.3	制作 Ramdisk 文件系统	387
18.6	本章小结	390

第 19 章 Qt GUI 程序开发基础

19.1	Qt 简介	391
19.1.1	认识 Qt	391
19.1.2	Qt 的安装	392
19.1.3	第一个 Qt 程序	395
19.2	基础窗口部件	400
19.2.1	窗口结构	400
19.2.2	窗口部件	401
19.3	信号/槽机制	402
19.3.1	信号/槽机制原理	403
19.3.2	信号/槽应用实例	405
19.4	Qt 样式表	407
19.4.1	Qt 样式表语法	407

19.4.2 Qt 样式表应用.....	409
19.5 Qt 嵌入式开发	411
19.5.1 Qt/E 嵌入式开发架构.....	411
19.5.2 QVFB 虚拟运行环境.....	412
19.5.3 Qt/E 编译安装.....	412
19.5.4 运行自己的 Qt/E 程序.....	416
19.6 本章小结.....	417

第 1 章 嵌入式系统概述

嵌入式系统 (Embedded Computing System) 作为一种专用的计算机系统, 应用范围极为广泛; 在我们的生活和工作中也随处可见, 比如我们平时所使用的手机、MP3, 车载 GPS 定位系统也属于嵌入式系统的范畴。

本章主要关注的是嵌入式系统的基础知识, 以读者容易理解和学习的角度来讲述嵌入式系统, 分为 5 个方面来深入讲解, 分别是嵌入式系统的概念、嵌入式系统的组成、嵌入式系统的类型、嵌入式系统的应用以及嵌入式系统的发展趋势。

1.1 嵌入式系统的概念

随着嵌入式系统的发展, 嵌入式系统的概念也衍生出了多种定义版本, 每个概念都有自己特定的含义。准确地把握嵌入式系统的概念是学习嵌入式系统的第一步。

1.1.1 嵌入式系统的定义

随着嵌入式系统技术的发展, 嵌入式系统的定义也衍生出了很多版本。下面给出嵌入式系统的几种常用定义。

- 根据 IEEE (国际电气和电子工程师协会) 的定义, 嵌入式系统是“控制、监视或者辅助设备、机器和车间运行的装置”(Devices used to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants)。
- 从嵌入式系统的应用角度给出了嵌入式系统的定义, 也是大多数教学教程和资料会引用的嵌入式系统定义。根据电器工程协会的定义, 嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础, 软/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。
- 更简洁的一种定义方法: 嵌入式系统是嵌入到对象体系中的专用计算机系统。它具有嵌入性、专用性和计算机系统 3 个基本要素。其中嵌入性比较容易理解, 就是嵌入到专用的计算机系统中; 专用性是指每一个嵌入式系统都是一种特定的应用; 计算机系统是指它是一个完整的计算机体系结构。