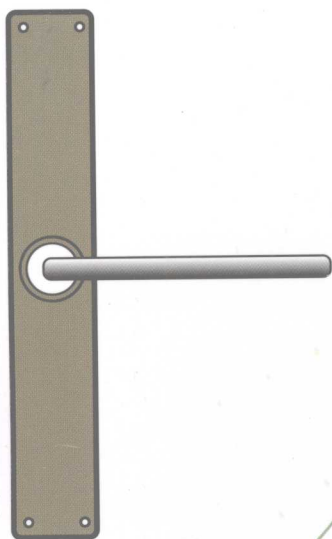


嵌入式系统设计

从入门到精通

——基于S3C2410和Linux



覃朝东 编著



北京航空航天大学出版社

嵌入式系统设计从入门到精通

——基于 S3C2410 和 Linux

覃朝东 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了以 ARM 处理器(S3C2410)为核心的嵌入式系统设计,由浅到深介绍嵌入式系统的硬件和软件设计。首先介绍如何建立嵌入式开发的软件、硬件环境,接着介绍引导程序和操作系统的移植。通过一个简单的“Hello,World!”程序,让读者了解最基本的嵌入式系统。嵌入式系统开发很大一部分工作是设备驱动程序编写,本书详细讲解 Linux 系统下 I²C、串口、以太网口、LCD 和 Flash 等设备驱动程序。最后简单介绍嵌入式系统最基本的电磁兼容设计。

本书适合从事嵌入式系统设计、研究的工程技术人员用作参考书,也可供嵌入式系统相关专业的本科生或研究生作为教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计从入门到精通:基于 S3C2410 和 Linux/
覃朝东编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2009.3
ISBN 978-7-81124-556-1

I. 嵌… II. 覃… III. 微型计算机—系统设计 IV.
TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018183 号

© 2009,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。侵权必究。

嵌入式系统设计从入门到精通

——基于 S3C2410 和 Linux

覃朝东 编著

责任编辑 李 青 李徐心 李冠咏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:21.25 字数:476 千字

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-556-1 定价:38.00 元

前言

很多年前,实验室里有位老师经常和我们说起“嵌入式系统”,大家有很多疑问:“嵌入式系统”到底是什么?32位单片机和8位单片机的差别是什么?32位单片机系统的开发能不能像8位单片机一样方便?经过多年实际从事嵌入式系统开发工作之后,仍然不能给出一个完美的答案,说明什么是“嵌入式系统”。而与此同时,几乎生活中的所有电器设备都和嵌入式系统有关,如掌上PDA、移动计算设备、电视机顶盒、手机上网、数字电视、多媒体、汽车、微波炉、数码相机、家庭自动化系统、电梯、空调、安全系统、自动售货机、蜂窝式电话、消费电子设备、工业自动化仪表与医疗仪器等。其实,基于8051单片机的系统也都纳入了“嵌入式系统”的范畴。

ARM处理器在嵌入式系统领域占据重要的地位,2008年ARM公司宣布由其合作伙伴出货的处理器总量已超过100亿个,年出货量已接近30亿个。因此,学习基于ARM处理器的嵌入式系统设计就比较有实用的意义。Linux是一个源代码开放、免费的操作系统,并且支持包括ARM在内的多种处理器。目前有很多关于Linux内核分析、设备驱动的书籍。因此,Linux无论是在商业应用上还是在教学使用中都有巨大的优势。本书的例子多数基于S3C2410处理器和Linux-2.6.22操作系统。在实际工作中,选择哪种处理器和哪一个操作系统会有多方面的考虑,包括成本、供货和开发周期等。因此,学习嵌入式系统开发,最重要的是掌握一种方法,即面对一个新的硬件平台和操作系统,应该从哪里着手进行考虑,抓住问题的关键点。在学习过程中,经常要考虑的问题是:“如果这是另外一个芯片,应该怎么办?”任何一本书,都只能在某一个特定的硬件和软件的平台分析、讨论问题。例如本书中大部分例子所使用的S3C2410处理器,尽管目前仍在大量使用,但总会有新型号的产品替代它(也许是S3C2440或是其他)。

本书的第1章简单介绍基于ARM处理器的嵌入式系统开发的基础知识。第2章介绍嵌入式系统开发的硬件和软件环境。要真正地理解嵌入式系统,就要亲自动手做实验,而建立实验的工作环境就是迈出了第一步。第3章介绍在一个最小系统的硬件平台上实现一个“Hello, World!”程序。说明只要你愿意,就可以像8051单片机的开发一样去写程序。同时,也让

读者从一个简单的例子去学习如何使用开发环境。第4章详细介绍了引导程序 BootLoader 的移植。BootLoader 是嵌入式系统很重要的组成部分,是系统开发首先要完成的代码,也是系统运行时运行的第一段代码。同时,BootLoader 是相对独立的一个小程序,值得深入研究,可以加深对嵌入式系统的理解。第5章介绍 Linux 操作系统的移植,列出了移植时需要编写、修改的代码文件及其所在目录。Linux 是一个复杂的操作系统,如果要深入理解内核的原理,读者可以参考本书列出的参考文献。第6~11章介绍了常见设备驱动程序,包括驱动程序的结构及进行具体开发时需要做的工作。Linux 对常用设备的驱动程序给出了很好的架构,理解了这种架构,可以大大减少开发工作量。这部分并不希望全面介绍 Linux 驱动程序,而是着重在于从硬件工作原理的角度去学习设备驱动程序。从应用程序到操作系统标准接口,再到设备驱动程序,最后到设备,可以根据数据的流向去理解系统的工作原理,理解硬件和软件是如何结合在一起的。第12章简单介绍了嵌入式系统设计时需要考虑的电磁兼容问题。电磁兼容是工程师必须面对的问题,必须认真对待。

从事嵌入式系统开发的工程师需要具备硬件和软件两方面的知识。尽管大多数的公司都会有硬件工程师和软件工程师,大家有不同的职责。但如果硬件工程师只懂硬件,软件工程师只懂软件,在嵌入式系统开发过程中,就必然有解决不了的问题。本书包括了嵌入式系统开发的硬件和软件两部分内容。8051 单片机开发的工程师,通常都熟悉整个系统的硬件和软件设计。基于 32 位处理器的嵌入式系统开发工程师同样也可以熟悉系统的硬件和软件,但是需要付出更多的努力,需要学习操作系统的知识。随着 CPU 速度的提高,还需要学习高速数字电路的知识,以及由此引进的信号完整性和电磁兼容等问题。而这些问题的任何一个分支都值得专门研究,也许花费一生的精力,也未必谈得上是精通。

虽然仅仅通过学习这本书并不能使你达到精通嵌入式系统开发的程度,但是希望读者通过本书能够了解嵌入式系统开发在实际应用中需要做哪些工作,以便得到一些新的启发,对产品开发、科研工作有所帮助;通过深入学习硬件设计、Linux 操作系统内核等知识,逐步达到精通嵌入式系统设计的程度。

书中难免有错误存在,敬请广大读者批评指正,可以发送邮件至 qinchadong@tom.com,就各种技术问题探讨。

覃朝东

2008 年 11 月于广州

目 录

第 1 章 ARM 嵌入式系统概论

1.1 ARM 处理器系列	1
1.2 ARM 处理器的系统结构	2
1.3 ARM 处理器的选择	2
1.4 操作系统的选择	5
1.4.1 ARM - Linux	5
1.4.2 μ C/OS - II	6
1.4.3 eCos	6
1.5 ARM 嵌入式系统的一般结构	7
1.5.1 ARM 嵌入式系统的硬件结构	7
1.5.2 ARM 嵌入式系统的软件结构	8
1.6 硬件基础知识	9
1.6.1 电 容	9
1.6.2 电感和磁珠	11
1.6.3 电 阻	11
1.6.4 电平转换	12

第 2 章 嵌入式开发环境

2.1 建立嵌入式系统的硬件开发环境	13
2.1.1 恒温烙铁	13
2.1.2 热风枪	14
2.1.3 万用表	14
2.1.4 示波器	15
2.2 建立嵌入式系统的软件开发环境	16
2.2.1 在虚拟机上运行 Linux 操作系统	16
2.2.2 其他常用辅助工具(secureCRT、超级终端和串口工具)	17

目 录

2.3	研发调试烧写工具.....	18
2.3.1	制作 JTAG 烧写下载线	18
2.3.2	烧写程序 Jflash 简介	20
2.4	深入分析 Jflash	20
2.4.1	计算机并行口编程.....	20
2.4.2	Jflash 源文件	22
2.4.3	main 函数	22
2.4.4	Jflash 中的 JTAG 技术细节	27
2.4.5	移植 Jflash 到新的硬件平台.....	33
2.4.6	Nor Flash 的烧写过程	40
2.4.7	Nand Flash 的烧写过程	43
2.5	编译环境的建立.....	47
2	第 3 章 嵌入式系统的“Hello, World!”	
3.1	最小系统硬件设计.....	48
3.2	嵌入式系统的“Hello, World!”	51
3.3	代码解释.....	55
	第 4 章 引导程序	
4.1	BootLoader 概述	65
4.2	处理器启动的硬件设计.....	69
4.3	BootLoader(vivi)的代码分析	73
4.4	从 Nand Flash 装载引导程序	85
4.5	vivi 的移植	89
	第 5 章 Linux 操作系统移植	
5.1	Linux 操作系统目录结构	106
5.2	引导程序与 Linux 操作系统	108
5.3	移植到新平台的相关代码分析	110
5.4	编译内核	124
5.5	制作根文件系统	127
	第 6 章 Linux 设备驱动程序	
6.1	概 述	131

6.2	Linux 设备驱动模型	132
6.2.1	sysfs 文件系统	132
6.2.2	内核相关数据结构	133
6.3	一个简单的设备驱动程序	136
6.4	设备驱动程序与硬件	142
6.5	用户程序和内核之间传递数据	144
6.6	中断处理	146
6.7	软中断和 tasklets	149
6.8	/proc 文件系统	154
第 7 章 I²C 总线设备		
7.1	I ² C 总线接口设计	157
7.2	简单的 I ² C 设备驱动程序	165
7.3	Linux 的 I ² C 驱动程序结构	170
7.4	用户模式下访问 I ² C 设备	178
7.5	I ² C 接口的实时时钟设备驱动	179
第 8 章 串行通信接口		
8.1	串行通信接口规范	189
8.2	RS485 规范	192
8.3	串行接口硬件设计	193
8.4	RS485 接口硬件设计	197
8.5	Linux 串口设备驱动程序	198
第 9 章 Flash 存储设备		
9.1	概 述	220
9.2	Flash 硬件接口设计	221
9.3	MTD 驱动程序结构	223
9.4	Nor Flash 设备驱动程序	230
9.5	Nand Flash 设备驱动程序	232
9.6	Yaffs2 文件系统	239
第 10 章 以太网接口		
10.1	概 述	251

目 录

10.2	以太网接口硬件设计	253
10.3	Linux 网络设备驱动程序结构	255
10.4	DM9000 驱动程序	267
第 11 章 液晶显示屏接口设计		
11.1	概 述	282
11.2	液晶屏接口设计	283
11.3	通用 I/O 接口驱动液晶屏	294
11.4	Linux 帧缓冲设备驱动程序结构	296
11.5	S3C2410 液晶显示设备驱动程序	302
第 12 章 嵌入式系统的电磁兼容基本设计		
12.1	概 述	314
12.2	浪涌防护设计	316
12.3	电快速瞬变脉冲群防护设计	320
12.4	静电防护设计	323
参考文献		330

第 1 章

ARM 嵌入式系统概论

ARM 是 ARM Limited 公司设计的 RISC 微处理器,很多世界著名半导体生产厂家生产了以 ARM 处理器为核心的芯片。自 1985 年第一颗 ARM 芯片面世以来,ARM 处理器在嵌入式领域得到了广泛的应用。

1.1 ARM 处理器系列

ARM 处理器的分类可以从指令集(ISA)和内核架构来区分。ARM 处理器根据指令集架构的版本分为 V1~V6 几个不同的版本,不同的指令版本改进如表 1.1 所列。

表 1.1 不同版本列表

指令版本	主要改进
V1	26 位寻址
V2	32 位乘法器,32 位协处理器
V3	32 位寻址,MMU 支持
V4	Thumb 指令
V5	ARM 与 Thumb 之间切换的指令,增加乘法指令、DSP 指令等
V6	改进的多处理器指令,多媒体指令

除指令的版本不同之外,ARM 处理器根据内核的不同分为 ARM7~ARM11 系列。目前比较流行的嵌入式内核主要是 ARM7 和 ARM9 系列的处理器。

ARM7 系列的处理器是冯·诺依曼体系结构,内核采用 3 级流水线。ARM7 系列中的 ARM720T 包含了内存管理单元(MMU),这意味着 ARM720T 可以运行 Linux 和 WinCE 等嵌入式操作系统。

ARM9 系列的处理器是哈佛体系结构,高速缓存分为指令缓存和数据缓存,采用 5 级指令。

ARM11 系列的处理器有针对多媒体处理的指令扩展,在视频处理方面的性能得到加强。

1.2 ARM 处理器的系统结构

ARM 处理器是 RISC 架构;存储器和处理器的数据交换使用 load/store 指令完成;没有直接操作存储器数据的指令;数据处理全部在寄存器中进行。

ARM 处理器大量使用寄存器。ARM 处理器有 31 个 32 位的通用寄存器和 6 个状态寄存器。对程序员而言,其中只有 16 个寄存器是可见的,其余的寄存器是处理器内部为加速中断处理等特定模式时使用。

ARM 处理器有 7 种运行模式,包括:用户模式、系统模式、快速中断模式、中断模式、管理模式、中止模式和未定义。通用寄存器 $r0 \sim r7$ 、程序计数器 $r15$ 和当前程序状态寄存器 $cpsr$ 对所有运行模式是公用的。快速中断模式有自己的寄存器 $r8 \sim r12$,即进入快速中断模式时,寄存器 $r8 \sim r12$ 随之进行切换。同时,除用户模式外,其他模式都有自己的保存程序状态寄存器 $spsr$,从用户模式进入其他模式时, $spsr$ 保存了当前程序状态寄存器,因此再返回用户模式时就可以从 $spsr$ 恢复当前程序运行状态了。

嵌入式系统中常用的 ARM 处理器除了 ARM 内核外,还集成了各种外设。例如,Samsung 公司的 S3C2410,除了 ARM920T 内核外,集成的外设:

- ① 1 个 LCD 控制器(支持 STN 和 TFT 带有触摸屏的液晶显示器);
- ② SDRAM 控制器;
- ③ 3 通道的 UART;
- ④ 4 通道的 DMA;
- ⑤ 4 个具有 PWM 功能的计时器和 1 个内部时钟;
- ⑥ 8 通道的 10 位 ADC;
- ⑦ 触摸屏接口;
- ⑧ I²C 总线接口;
- ⑨ 1 个 USB 主机接口,1 个 USB 设备接口;
- ⑩ 2 个 SPI 接口;
- ⑪ SD 接口和 MMC 卡接口;
- ⑫ 117 位通用 I/O 口和 24 位外部中断源。

ARM 内核通过 AMBA 片上总线,使得不同的外部设备能够和 ARM 内核互联。AMBA 总线包含 ARM 高性能总线(AHB)和 ARM 外设总线(APB),如图 1.1 所示。

1.3 ARM 处理器的选择

近年来嵌入式应用领域发展迅速,ARM 微处理器得到了广泛的应用。目前生产 ARM

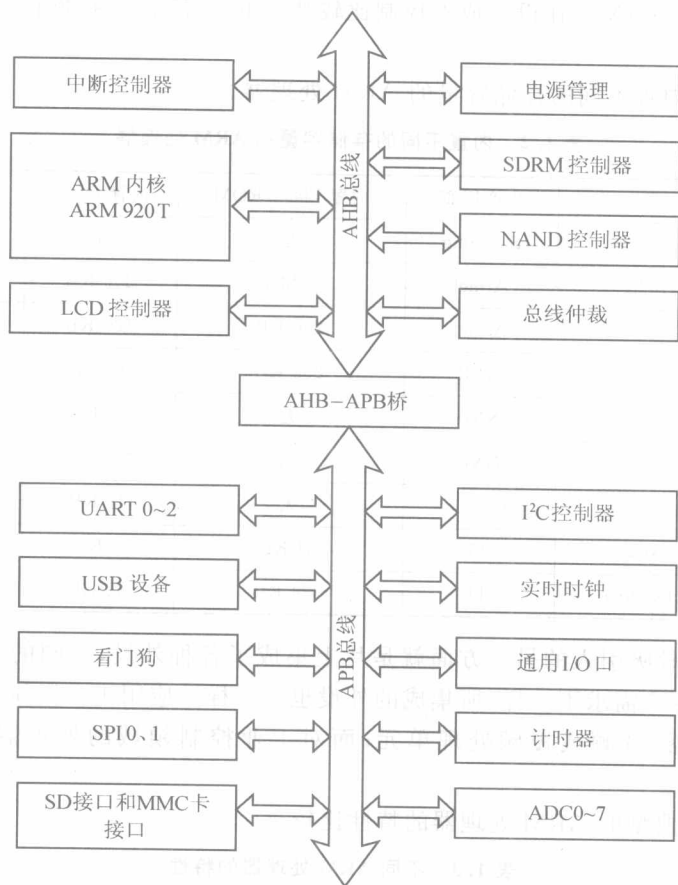


图 1.1 S3C2410 结构框图

处理器的公司有英特尔、德州仪器、三星半导体、Freescall、意法半导体、NXP、Atmel、Altera 和 Cirrus Logic 等。ARM 微处理器具有多种内核结构,ARM 芯片生产厂家也提供多种不同内部功能配置的 ARM 处理器。在选择方案时,要综合考虑。选择合适的处理器将会减少硬件开发和软件开发的工作强度,同时可以降低产品成本。

从软件的角度来说,如果软件功能比较简单,不需要使用嵌入式操作系统时,则可以选择不带 MMU 的 ARM7 处理器;如果想使用 WinCE 或 Linux 等操作系统以减少软件开发时间,同时可以使用操作系统提供的网络等强大功能,则最好选择 ARM720T 以上的处理器。当然也有 μ CLinux 和 μ C/OS-II 等操作系统支持不带 MMU 的处理器。使用 Linux 等操作系统虽然可以使用其强大的功能,但也需要付出代价,那就是存储空间。有些 ARM 处理器内置 Flash,但大部分的 Flash 容量只有几百 KB,不足以存放 Linux 内核。这时就需要扩展存储芯

第1章 ARM 嵌入式系统概论

片,包括 Flash 和 SDRAM。在设计成本控制比较严格的产品时,选择操作系统就需要比较谨慎了。

表 1.2 列出了内置不同的存储容量的 ARM 处理器。

表 1.2 内置不同的存储容量的 ARM 处理器

型 号	生产厂商	内置 Flash/ROM	内置 RAM	MMU
S3C2410	Samsung	无	无	有
AT91FR40162S	Atmel	2 MB	256 KB	有
AT91CAP7S250A	Atmel	256 KB	160 KB	无
LPC2214	NXP	256 KB	16 KB	无
LPC2210	NXP	无	16 KB	无
LPC3250	NXP	无	256 KB	有
EP7309	Cirrus	无	48 KB	有
TMS470R1A64	TI	64 KB	8 KB	无
TMS470R1VF689	TI	384 KB	32 KB	有

嵌入式系统比较吸引人的另一方面就是片上集成了各种外设,不同的 ARM 处理器由于定位不同,面向的客户需求不一样,所集成的外设也不一样。应用于多媒体产品的处理器往往集成了 LCD 控制器、音频或视频处理单元;面对工业控制领域的处理器则会提供更多的 UART 等通信接口。

表 1.3 是一些典型的 ARM 处理器的特性比较。

表 1.3 不同 ARM 处理器的特性

芯片型号	生产厂商	功能特点
S3C6410	Samsung	MPEG4/H.264/26 编码/解码器,WMV9 解码器,TV 输出,支持 WVGA、MLC 和 PoP,3D 加速功能
S3C2410	Samsung	MMU,支持从 Nand Flash 启动,ROM/SRAM/SDRAM 控制器,STN/TFT LCD 控制器,触摸屏控制器,MMC/SD 卡,USB 接口,10 位 ADC
LPC2101	NXP	2 通道 UART、2 通道 I ² C、1 通道 SPI、1 通道 SSP 和 8 通道 10 位 A/D 转换
LPC3250	NXP	256 KB 内置 SRAM,3 通道 10 位 A/D 转换,10 Mbps/100 Mbps 以太网控制器,LCD 控制器,USB 主机控制器,7 通道 UART,2 通道 I ² C,2 通道 SPI,2 通道 SSP,2 通道 I ² S

ARM 处理器封装的选择有时候也会造成一定的麻烦。ARM 处理器通常有 QFP 和 BGA 两种封装,如图 1.2 所示。从技术上来看,BGA 封装的芯片信号传输延迟小,适应频率相对于 QFP 要高,所以 ARM9 的处理器多采用 BGA 封装。

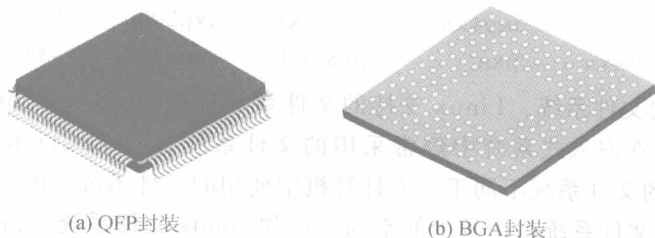


图 1.2 ARM 处理器

BGA 最引人注意的基本特点是对于 I/O 数量超过 200 的芯片仍可以利用现有的 SMT 工艺。BGA 封装的引脚间隔也远大于 QFP, 因此组装成品率理论上要高于 QFP 封装的芯片。从技术参数上看, 似乎 BGA 封装是更好的选择。但对于小公司而言, 并不一定是这样的。对于大规模生产的公司, 由于可以选择质量保证金的焊接厂, 芯片的封装通常不是问题; 而小公司由于产量小, 只能选择小的焊接厂, 有时候焊接过程中经常会出现不应该出现的问题。如果出現虚焊等问题, BGA 封装处理起来就比较麻烦了。

1.4 操作系统的选择

嵌入式系统其实并不一定需要操作系统。对 ARM 处理器的简单应用, 是把 ARM 处理器当成 51 单片机一样进行编程, 优点是软件可以做得比较小, 可以提高系统的实时性。对于内置有 Flash 和 SDRAM 的处理器, 只需要一片微处理器就可以完成所有的工作。但随着嵌入式系统设计日趋复杂, 嵌入式操作系统就必不可少。

在嵌入式领域应用的商用操作系统有很多, 比较著名的有 Vxwork、QNX、Nucleus、Windows CE、PALM 和 SmartPhone 等。商用操作系统版权费用十分昂贵, 用于一般用途会提高产品成本从而失去竞争力。

Linux 为首的开源嵌入式系统发展势头强劲, 比较有代表性的有 Linux、RTEMS、eCos 和 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 等。 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 和 Linux 是开源领域实时操作系统和非实时操作系统的代表。当然, 免费的操作系统在开发过程中所得到的技术支持就不如商用操作系统。

1.4.1 ARM - Linux

ARM - Linux 指的是移植到 ARM 处理器上的 Linux, 从 ftp.kernel.org 上下载的 Linux 内核源代码中就已经包括了针对 ARM 芯片的支持。查看 linux-2.6.22 内核的“arch/arm/”目录, 可以发现内核支持的处理器有:

aaec2000	at91	clps711x	ep93xx	h720x	iop32x	iop13xx
integrator	iop33x	ixp4xx	ixp23xx	ixp2000	l7200	lh7a40x
netx	nx9xxx	pxa	pnx4008	omapx	s3c24xx	sa1100

Linux 有完善的文件系统。Linux 支持的文件系统包括 ext2、ext3、ntfs、hpfs、romfs、jffs 和 yaffs/yaffs2 等。在嵌入式系统中经常采用的文件系统有 romfs、cramfs、yaffs 和 jffs 等。嵌入式系统中使用的文件系统不同于个人计算机中使用的文件系统。因为嵌入式系统存储空间有限,要求使用的文件系统占用较少的空间。比如 romfs 文件系统只占用一个页面的存储空间。

Linux 有成熟网络操作系统,可以很方便地支持网络文件系统且内嵌 TCP/IP 协议。

Linux 系统具有层次结构且内核完全开放。开发人员可以根据应用需要方便地对内核进行裁剪,开发满足自己需要的嵌入式系统。

嵌入式 Linux 提供完整的工具链(gcc 编译器和 gdb、kgdb 调试工具等),可以方便地建立嵌入式系统的开发环境和交叉运行环境。

1.4.2 μ C/OS - II

μ C/OS - II 一种源代码公开、结构小巧的微内核结构的操作系统。其内核提供任务调度与管理、时间管理、任务间同步与通信、内存管理和中断服务等功能。

μ C/OS - II 编译后的内核最小只有几 KB,适合小型控制系统使用。但 μ C/OS - II 不是免费资源,商业使用时需要支付版权费用。

1.4.3 eCos

eCos 是比较年轻的操作系统,第一个版本是 1998 年 11 月由 Cygnus 公司发布的。eCos 是可配置的实时操作系统,是免费的开放源代码的软件,商业使用无需版权费用。目前支持的处理器包括:ARM、StrongARM、X86、PowerPC 和 MIPS 等。

eCos 操作系统包括引导程序和内核,编译后系统大小是几十 KB 至几百 KB。eCos 最显著的特点就是具有高度的可配置性,它使用一个图形配置工具对操作系统各个模块进行配置,用户可以根据自己的应用需求把不需要的功能删除,达到精简内核的目的。

eCos 的功能特点有:

- ① 硬件抽象,方便移植不同平台;
- ② 实时内核,具有可以选择的任务调度器;
- ③ 多线程支持;
- ④ 具有同步原语、定时器、计数器和警报器;
- ⑤ POSIX 兼容 API、ISO C 库和数学库;
- ⑥ 串口、以太网、实时时钟和看门狗等驱动支持;

- ⑦ 电源管理支持;
- ⑧ USB 支持;
- ⑨ TCP/IP 协议;
- ⑩ 支持 JFFS2 文件系统、ROM 和 RAM 文件系统;
- ⑪ 支持 X86、ARM、MIPS、PowerPC 和 SPARC 等多种硬件平台。

1.5 ARM 嵌入式系统的一般结构

ARM 嵌入式系统通常包括硬件平台、引导程序(固件)、操作系统和应用程序几部分。嵌入式系统应用领域非常广泛,比较热门的应用有信息家电、通信产品、工业控制和掌上电脑等。各种应用领域的需求千差万别,同时出于降低系统成本的考虑,往往需要量身定做,实际使用的嵌入式系统也是各不相同。在一个产品中使用的嵌入式系统要应用到另一个产品中,一般需要对硬件和软件进行修改,即所谓移植。嵌入式系统开发中常用的开发流程就是先选择一个开发板,然后在开发板的基础上增加或裁剪相应功能。芯片生产厂家通常会委托设计公司提供开发板供客户参考,并提供相应技术支持。

1.5.1 ARM 嵌入式系统的硬件结构

典型 ARM 嵌入式系统的硬件包括 ARM 处理器、Nor Flash 和 Nand Flash 程序及数据存储单元、SDRAM、以太网控制器/以太网物理接口、RS232 或 RS485 接口等。典型 ARM 嵌入式系统的核心部件如图 1.3 所示。

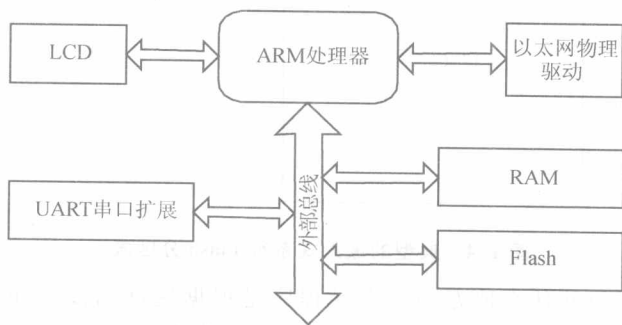


图 1.3 典型 ARM 嵌入式系统的核心部件

当然,少不了电源供电部分。ARM 处理器通常需要两个供电电压,分别是 3.3 V 和 1.8 V,同时很多外围器件工作在 5 V 的电压。电源是系统很重要的一部分,电路出现故障时,首先要检查的是供电部分。

ARM 处理器在嵌入式系统中得到越来越广泛的应用,有时为了加快产品的研发速度,以

第1章 ARM 嵌入式系统概论

抢占市场份额,可以选择直接购买一些设计公司的核心板。所谓核心板,就是把 ARM 处理器、SDRAM、Flash 和其他一些必要的核心部件集成在一个电路板上,操作系统和驱动程序已经安装好。外部只需要增加一些简单的外围部件,并把应用程序下载进去即可正常工作。

1.5.2 ARM 嵌入式系统的软件结构

ARM 嵌入式系统的软件通常包括固件(或称引导程序 BootLoader)、操作系统和应用程序,对于 Linux 操作系统,通常还需要有一个根文件系统。

引导程序就是 CPU 复位后最先运行的一段程序,这个程序再把操作系统从 Flash 等存储介质读入 SDRAM 中,再把系统控制权交给操作系统。同时,引导程序可以和用户进行简单的交互,在系统调试时特别有用。

引导程序和操作系统通常存在于 Nor Flash 中,一般安排如图 1.4 所示。



图 1.4 典型的嵌入式系统 Flash 分区表

ARM 处理上电复位从什么地方加载引导程序是根据硬件的设计而定,在以后的章节中会详细介绍。参数区存放一些系统参数,例如以太网的默认 IP 地址等。操作系统分区中存放的通常是压缩的 Linux 内核 zImage。zImage 的大小通常是几百 KB 至 1 MB。根文件系统是 Linux 内核最初加载的文件系统。Linux 需要有根文件系统才能正常启动。Linux 的根文件系统一般包括以下目录,下面对这些目录中的文件用途作简单说明:

- ① /bin: 标准命令和应用程序;
- ② /dev: 设备文件;