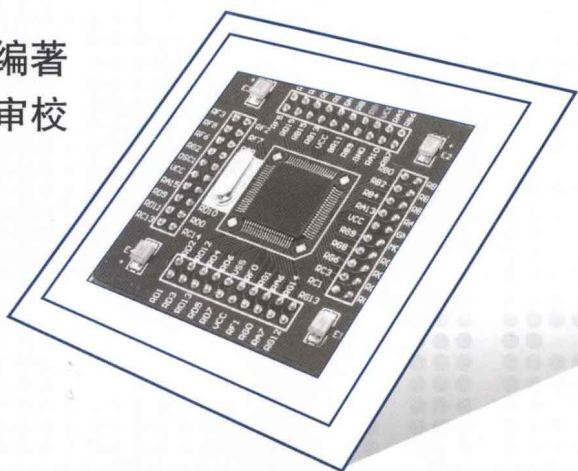


普通高校“十二五”规划教材·实践创新系列

ARM

体系结构与外设 接口实战开发

奚海蛟 谌 利 吕铁军 编著
达内IT培训集团 审校



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

ARM 架构与 X86 架构类似,是一个 32 位元精简指令集(RISC)中央处理器(processor)架构,广泛应用于许多嵌入式系统。本书以 SAMSUNG 公司的 S3C2440 为代表的 ARM9 核心,以广州天嵌计算机科技有限公司的 TQ2440 为硬件平台,讲述了基于 ARM 架构的硬件接口程序的开发流程。

全书内容可分为两部分:一是 ARM 的基础知识和开发环境的搭建等;二是通过具体的实例讲述程序的开发流程以及方法。本书的特点是理论与实践相结合,通过具体的开发实战,读者可以更直观地理解理论知识。

本书可作为机电控制、信息家电工业控制等方面嵌入式系统开发与应用参考书,也可作为培训机构的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

ARM 体系结构与外设接口实战开发 / 奚海蛟, 谌利,
吕铁军编著. — 北京: 北京航空航天大学出版社,
2012. 6

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0777 - 0

I. ①A… II. ①奚… ②谌… ③吕… III. ①微处理器, ARM—计算机体系结构②微处理器, ARM—接口—程序设计 IV. ①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 063077 号

版权所有,侵权必究。

ARM 体系结构与外设接口实战开发

奚海蛟 谌利 吕铁军 编著

责任编辑 金友泉

*

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(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpess@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:23.5 字数:529 千字

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0777 - 0 定价:42.00 元

丛书编委会

主 编 奚海蛟
副主编 韩少云

编委会成员

刘张辉	冯 华	谌 利	张 泉
李政春	李宝栋	陈露露	孟 捷
	杨 帆	游成伟	

前 言

随着嵌入式行业的迅猛发展,嵌入式开发也已经成为当前最热门、最有发展前途的行业之一;同时,嵌入式行业的快速发展造成了巨大的人才缺口,因此越来越多的人抓住这个机遇投身到嵌入式行业当中。

对于嵌入式设备而言,其核心部分与 PC 机类似,同为处理器。但是,嵌入式设备的处理同 PC 机的处理器是不同的。对于嵌入式设备而言,不具备 PC 机那么强大的功能,因此,其处理器也没有 PC 机的处理器复杂。随着嵌入式行业的不断发展,嵌入式设备正在逐步地走入各行各业,而嵌入式设备的处理器功能也在不断完善,在将来的某一天,嵌入式设备的处理器芯片的功能就会超越 PC 机的处理器。

对于嵌入式设备的处理器,大多数为 ARM 架构的处理器。对于初入嵌入式行业的人来说,ARM 可能还比较陌生。ARM 是一个公司的名字,也是一种处理器的架构,类似于 PC 常用的 X86。ARM 架构是一个 32 位元精简指令集(RISC)中央处理器架构,由于其节能的特点,被广泛应用于嵌入式设备。本书以 S3C2440A 处理器为例,为读者打开一道学习 ARM 架构的大门。

本书主要内容

第 1 章为 ARM 处理器概述。并从应用领域和结构特点出发介绍 ARM 处理器,使读者对 ARM 架构有初步的了解。

第 2 章为 ARM 汇编语言基础和第 3 章 ARM 中的 C 语言和汇编语言混合编程,使读者具有了在 ARM 处理器平台进行开发的基础。由于 ARM 架构和 X86 架构的区别,这两章的学习将为后续的学习提供一个良好的支持。

第 4 章是 ARM 开发环境的构建。主要介绍基于 ADS1.2 的 ARM 开发环境的构建和开发流程,开发环境的构建也是嵌入式开发的一个重要的工作。由于嵌入式平台的局限性,在嵌入式平台运行的程序都需要 PC 机上进行编辑和编译,但是,ARM 平台和 X86 平台的区别,因此环境搭建在其中起着关键性的作用。

第 5 章是 GPIO 接口。可让读者对 GPIO 有全面的认识并且通过 GPIO 的操作了解如何通过软件控制操作 GPIO。

第 6 章是存储器接口设计与应用。无论是 X86 系统还是嵌入式系统,存储器都占有很重要的地位,掌握存储器的相关知识是非常有必要的。

第 7 章是中断系统原理与应用。学习并深入了解中断的原理和应用是掌握 ARM 应用的关键问题之一。

第 8 章为串口通信原理与应用。串口可以说是 ARM 的外围部件中使用得最多、最频繁的接口了。由于其硬件接口简单,容易实现并且常常用为设备的调试终端,所以也是嵌入式系统中极其重要的接口。

第 9 章为 ADC 和触摸屏的接口与应用。嵌入式系统中的信号测量一般都会用到

前 言

ADC, ADC 测量作为嵌入式系统开发设计中不可缺少的一个部分存在于各种测量装置中。

第 10 章为 I²C 接口与应用, I²C 总线被广泛用于许多重要外扩设备的连接。因此, 对于开发人员来说, 很有必要掌握 I²C 总线的使用方法。

第 11 章是系统时钟与定时器。在嵌入式系统中有很多情况都需要精确的延时, 而想通过精确延进来实现的一些操作一般不会通过循环语句来实现, 一般是利用定时器来实现的。

第 12 章是 LCD 接口设计与应用。本章将对 LCD 的相关概念以及一些控制操作的实现进行详细的介绍, 并通过实例分析带领读者进行深入的理解和学习。

第 13 章是 I²S 接口控制与应用。随着数字信号处理技术的发展, 音频信号转换成数字音频信号的处理已成为一种常见的信号处理方式。S3C2440 集成了 I²S 总线接口, 在 UDA1341 芯片的配合下, 可以实现音频信号的简单传输, 实现类似录音、播放音乐等功能。本章将介绍 S3C2440 的 I²S 接口的控制与应用。

第 14 章是 DMA 接口与应用。DMA 是一种不经过 CPU 而直接从内存存取数据的数据交换模式, 由此实现大量数据的快速传送。

第 15 章是 NAND Flash 控制接口与应用。掌握 NAND Flash 的接口控制与应用十分重要。

通过对本书的阅读和学习, 读者可以对 ARM 体系结构有深入的了解, 可以自行完成各种外设的编程, 可以使读者掌握开发基于 ARM 的应用系统的各方面的知识。本书所有程序案例都是基于广州天嵌计算机科技有限公司的 TQ2440 和 TQ6410 开发板开发的。

读者对象

本书是一本 ARM 体系结构入门级的书籍, 适用于以下读者:

- ▶ 初入嵌入式行业的开发人员;
- ▶ 想要进入嵌入式行业的学生;
- ▶ 想要使用 S3C2440 进行快速开发的开发人员。

参与本书编写的主要人员有刘张辉、冯华、李政春、张泉、陈露露、李宝栋、杨帆、滕忠楠、李晓庆、付孟、孟捷、湛力和游成伟等。由奚海蛟博士后和达内 IT 培训集团总裁韩少云负责全书的规划、内容安排、定稿和修改。北京达内 IT 集团总裁韩少云、北京航空航天大学出版社的金友泉老师、李文轶老师和胡晓柏主任、广州天嵌计算机科技有限公司梁传智对本书的出版给与了极大的支持, 在此向他们表示衷心的感谢。

本书所涉及的程序代码可从: www.chinatarena.com 网站上获取。

编 者
2011.12

目 录

第 1 章 ARM 处理器概述	1
1.1 ARM 处理器的应用领域和特点	1
1.1.1 应用领域	1
1.1.2 ARM 处理器的特点	3
1.2 主流 ARM 处理器的介绍	3
1.2.1 ARM 体系结构的命名规则	4
1.2.2 ARM Cortex 应用程序处理器	4
1.2.3 ARM Cortex 嵌入式处理器	6
1.2.4 经典 ARM 处理器	9
1.2.5 ARM 专家处理器	13
1.2.6 其他 ARM 处理器	14
1.3 S3C2440A 处理器	15
1.3.1 AMBA、AHB、APB 总线介绍	17
1.3.2 存储控制器	17
1.3.3 Cache 存储器	18
1.3.4 时钟和电源管理	19
本章小结	22
第 2 章 ARM 汇编语言基础	23
2.1 编程模型介绍	23
2.1.1 ARM 处理器模式	23
2.1.2 ARM 寄存器组介绍	24
2.2 ARM 处理器寻址方式	26
2.2.1 立即寻址	26
2.2.2 寄存器寻址	26
2.2.3 寄存器间接寻址	27
2.2.4 寄存器偏移寻址	27
2.2.5 基址变址寻址	28
2.2.6 多寄存器寻址	28
2.4.7 堆栈寻址	28
2.3 ARM 指令集	29
2.3.1 ARM 指令的格式和分类	29
2.3.2 跳转指令	31

目 录

2.3.3	数据处理指令	33
2.3.4	程序状态寄存器传输指令	39
2.3.5	Load/Store 指令	40
2.3.6	协处理器指令	42
2.3.7	异常中断产生指令	44
2.4	Thumb 指令集	44
2.4.1	Thumb 指令集简介	44
2.4.2	Thumb 指令集和 ARM 指令集的区别	45
2.5	ARM 伪指令	46
2.5.1	小范围地址读取——ADR 伪指令	46
2.5.2	中等范围地址读取——ADRL 伪指令	47
2.5.3	大范围地址读取——LDR 伪指令	48
2.5.4	空操作——NOP 伪指令	49
2.6	ARM 汇编语言的伪操作和宏指令	49
2.6.1	符号定义伪操作	50
2.6.2	数据定义伪操作	52
2.6.3	汇编控制伪操作	55
2.6.4	杂项伪操作	57
2.6.5	GNU ARM 汇编伪操作	60
2.7	ARM 汇编实例	66
2.7.1	汇编语句格式	66
2.7.2	汇编语言的程序结构	66
2.7.3	程序实例	66
	本章小结	70
第 3 章 ARM 中的 C 语言和汇编语言混合编程		71
3.1	ATPCS 介绍	71
3.1.1	寄存器的使用规则	71
3.1.2	数据栈使用规则	72
3.1.3	参数传递规则	73
3.2	内嵌汇编	74
3.2.1	内嵌汇编的语法格式	74
3.2.2	内嵌汇编指令的特点	74
3.2.3	内嵌汇编指令注意事项	76
3.2.4	内嵌汇编指令举例	78
3.3	ARM 中的汇编语言和 C 语言相互调用	80
3.3.1	从汇编程序中访问 C 程序变量	80

3.3.2 C 程序调用汇编程序	81
3.3.3 汇编程序调用 C 程序	82
本章小结	83
第 4 章 ARM 开发环境的构建	84
4.1 ADS1.2 开发环境构建	84
4.1.1 ADS1.2 概述	84
4.1.2 ADS1.2 安装	85
4.1.3 ADS1.2 开发环境的使用	88
4.2 使用 AXD 调试程序和仿真	96
4.2.1 AXD 概述	96
4.2.2 AXD 的使用	97
4.2.3 JTAG 技术	101
4.2.4 程序的烧写	102
4.3 其他开发环境介绍	106
4.3.1 Keil	106
4.3.2 IAR	107
本章小结	107
第 5 章 GPIO 接口	108
5.1 GPIO 介绍	108
5.1.1 GPIO 的基本介绍	108
5.1.2 GPIO 寄存器	108
5.1.3 IO 操作的步骤	109
5.2 按键控制 LED 实例	110
5.2.1 硬件原理图	110
5.2.2 实例测试	113
5.2.3 跑马灯实例	116
本章小结	120
第 6 章 存储器接口设计与应用	121
6.1 存储器概述	121
6.1.1 存储器分类	121
6.1.2 存储器的层次结构	123
6.1.3 ARM 存储器系统	124
6.2 SDRAM 内存管理	125
6.2.1 S3C2440 地址空间	125

目 录

6.2.2	SDRAM 工作原理	130
6.2.3	SDRAM 存储控制器的使用	132
6.3	SDRAM 存储器接口实例	133
6.3.1	SDRAM 硬件接口电路	134
6.3.2	SDRAM 控制器使用分析	137
6.3.3	程序设计及分析	138
6.3.4	实例测试	144
	本章小结	144
第 7 章	中断系统原理与应用	145
7.1	中断的基本概念	145
7.1.1	中断的基本概念和处理过程	145
7.1.2	中断源、中断信号和中断向量	146
7.1.3	中断优先级和中断嵌套	147
7.1.4	中断响应条件与中断控制	147
7.2	S3C2440 的中断系统	148
7.2.1	S3C2440 的中断源	149
7.2.2	S3C2440 的中断控制	150
7.3	S3C2440 中断编写实例	155
7.3.1	中断控制程序编写的步骤	155
7.3.2	中断实例	158
7.3.3	实例测试	168
	本章小结	169
第 8 章	串口通信原理与应用	170
8.1	串口通信原理	170
8.1.1	串口通信的重要参数	170
8.1.2	串行通信接口	171
8.1.3	通用异步接收器和发送器(UART)	173
8.2	S3C2440 的 UART 功能寄存器	176
8.2.1	UART 控制寄存器	176
8.2.2	UART 操作寄存器	181
8.3	UART 通信实例(一)	182
8.3.1	查看电路连接图	182
8.3.2	翻查数据手册	183
8.3.3	确定关键定义	184
8.3.4	编写程序	184
8.3.5	实例测试	186

8.4	UART 通信实例(二)	186
	本章小结	190
第 9 章	ADC 和触摸屏的接口与应用	191
9.1	ADC 工作原理	191
9.2	触摸屏结构和工作原理	192
9.2.1	触摸屏的工作原理	193
9.2.2	触摸屏的主要类型	193
9.3	S3C2440 中的触摸屏接口	197
9.3.1	ADC 工作模式	197
9.3.2	触摸屏接口模式	198
9.4	硬件连接	199
9.4.1	ADC 硬件连接	199
9.4.2	触摸屏硬件连接	200
9.5	ADC 及触摸屏接口特殊寄存器	201
9.6	触摸屏控制实例	203
9.7	滑动变阻器控制实例	206
	本章小结	208
第 10 章	I²C 接口与应用	209
10.1	I ² C 总线协议	209
10.2	S3C2440 的 I ² C 总线控制器	211
10.2.1	S3C2440 的 I ² C 总线接口	211
10.2.2	I ² C 总线控制相关寄存器设置	214
10.2.3	S3C2440 的 I ² C 总线操作方法	218
10.3	I ² C 总线应用实例	224
10.3.1	I ² C 接口和 AT24C02 的连接	224
10.3.2	读写 AT24C02 程序设计及分析	225
10.3.3	测试实例	227
	本章小结	230
第 11 章	系统时钟与定时器	231
11.1	S3C2440 的时钟体系	231
11.1.1	系统时钟概述	231
11.1.2	系统时钟相关寄存器	233
11.2	实时时钟 RTC	238
11.2.1	实时时钟概述	238

目 录

11.2.2 实时时钟操作·····	238
11.3 PWM 定时器·····	239
11.3.1 PWM 定时器概述·····	239
11.3.2 PWM 定时器操作·····	241
11.3.3 PWM 定时器特殊寄存器·····	245
11.4 WATCHDOG 定时器·····	246
11.5 定时器使用实例·····	248
11.5.1 PWM 编程实例·····	248
11.5.2 WATCHDOG 编程实例·····	252
本章小结·····	253
第 12 章 LCD 接口设计与应用·····	254
12.1 LCD 介绍·····	254
12.2 S3C2440 的 LCD 控制器介绍·····	258
12.2.1 STN LCD 控制器·····	260
12.2.2 TFT LCD 控制器·····	268
12.2.3 LCD 控制器特殊功能寄存器·····	274
12.3 TFT LCD 显示实例·····	280
12.3.1 硬件电路的连接·····	280
12.3.2 程序设计与分析·····	283
12.3.3 测试实例·····	291
本章小结·····	292
第 13 章 I²S 接口控制与应用·····	294
13.1 数字音频信号(I ² S)介绍·····	294
13.2 S3C2440 的 I ² S 接口·····	296
13.2.1 发送接收模式·····	296
13.2.2 音频串行接口格式·····	296
13.2.3 I ² S 总线接口寄存器·····	298
13.3 S3C2440 I ² S 控制程序编写实例·····	301
13.3.1 WAV 声音格式文件介绍·····	301
13.3.2 I ² S 总线接口实例·····	302
本章小结·····	320
第 14 章 DMA 接口与应用·····	321
14.1 DMA 的基本概念·····	321
14.1.1 DMA 系统组成·····	321

14.1.2	DMA 工作原理	321
14.1.3	DMA 传送方式	322
14.1.4	DMA 传送特点	322
14.2	S3C2440 的 DMA 控制器	323
14.2.1	S3C2440 的 DMA 概述	323
14.2.2	S3C2440 的 DMA 请求源	323
14.2.3	S3C2440 的 DMA 控制	323
14.2.4	S3C2440 的 DMA 基本时序	324
14.2.5	S3C2440 的 DMA 请求/握手模式对比	324
14.2.6	S3C2440 的外部 DMA DREQ/DACK 协议	325
14.2.7	S3C2440 的 DMA 特殊寄存器	326
14.3	S3C2440 DMA 控制编写实例	326
14.3.1	DMA 代码分析	326
14.3.2	DMA 测试实例	331
	本章小结	331
第 15 章	NAND Flash 控制接口与应用	333
15.1	NOR 和 NAND Flash	333
15.1.1	Flash 闪存	333
15.1.2	NOR 和 NAND 的比较	333
15.2	NAND Flash 的物理结构	336
15.3	S3C2440 的 NAND Flash 控制器	340
15.3.1	NAND Flash 控制器的特性	340
15.3.2	NAND Flash 的模块图	341
15.3.3	NAND Flash 的 Boot loader 功能	341
15.3.4	NAND Flash 的引脚配置	341
15.3.5	NAND Flash 存储器配置	342
15.3.6	NAND Flash 寄存器	343
15.4	NAND Flash 操作实例	347
15.4.1	NAND Flash 读的步骤	347
15.4.2	NAND Flash 写的步骤	351
15.4.3	NAND Flash 读写程序设计实例	353
15.4.4	测试实例	358
	本章小结	361
	参考文献	362

第 1 章 ARM 处理器概述

ARM 处理器是一种低功耗高性能的 32 位 RISC(精简指令集)处理器。目前,采用 ARM 技术知识产权(IP)核的微处理器,即通常所说的 ARM 微处理器已遍及工业控制、消费类电子产品、通信系统、网络系统、无线系统等各类产品市场,基于 ARM 技术的微处理器应用约占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场份额,ARM 技术正在逐步渗入到人们生活的各个方面。本章将从应用领域和结构特点出发介绍 ARM 处理器,并且对本书使用的 S3C2440A 芯片做了详细的描述。

本章要点:

- ARM 应用领域和特点;
- 主流 ARM 处理器介绍;
- S3C2440A 处理器简介。

1.1 ARM 处理器的应用领域和特点

通常人们也把 Linux 的命令行模式称为终端界面、终端或者控制台。所谓的命令行模式是人们通常见到的使用字符操作界面的人机接口,这与 DOS 很像。人们说命令行模式下的命令,就是指通过字符界面输入的可以操作系统的命令,例如 DOS 命令就是控制台命令。要注意的是,Linux 的命令(也包括文件名等)对大小写是敏感的,即如果用户输入的命令大小写不对,系统是不会做出用户期望的响应结果。

1.1.1 应用领域

在信息化程度很高的今天,ARM 微处理器及其技术的应用已经深入到了各个领域,不断的发展和革新为人们的生活带来了极大的方便。

1. 嵌入式领域

ARM 芯片,如 EM351(见图 1.1)将“嵌入式”归类为利用微控制器作为主处理器的所有应用程序,以及其他领域中未明确涵盖的基于处理器的任何应用程序。其中,第一种类别的示例包括家用电器、HVAC 系统、智能测量平台、触摸屏控制器、传感器和电动机控制。在这些应用程序中,据 ARM 官方提供的 ARM Cortex-M 系列处理器是目前解决方案的理想核心。ARM Cortex-A 系列处理器在远程医疗、安全/监视、航空电子领域的应用同样也属于此类别。图 1.2 为存储卡,其用途是存储数据。

2. 企业领域

ARM 将企业应用程序定义为提供网络连接和/或存储功能的完整系统或子系统。这包括家庭和公司网关、企业路由器、以太网交换机、无线访问点、基站、多服务配置平

第 1 章 ARM 处理器概述

台、硬盘驱动器、网络连接存储和固态硬盘。在过去 5 年中,上述许多应用领域的系统设计人员已开始考虑这些系统完成其任务时的能效,而不是考虑绝对性能。随着更高性能的多核处理器核心和经过优化性能改进物理逻辑 IP(包括 ARM 物理 IP 部门提供的标准单元库)的问世,可通过 ARM 技术满足需求使上述应用领域得到拓展。此外,在研发预算匮乏的环境下,具有受到强力支持的软件和工具生态系统的行业标准 ISA 能够缩短产品的上市时间,并节省研发成本,以用于开发增值功能和不同的应用程序及特定功能。

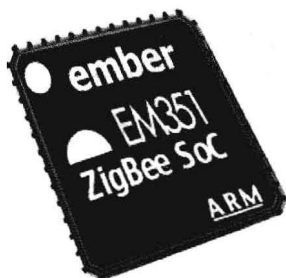


图 1.1 EM351 芯片



图 1.2 存储卡

3. 家庭领域

ARM 为用户在所有屏幕类型上随时随地地访问和享受多媒体内容,并与这些内容交互提供了技术平台。ARM 拥有知识、产品和合作伙伴生态系统,可帮助客户在市场中快速推出不同解决方案。ARM IP 设计已融入到范围广泛的高增长家用设备中。

4. 移动领域

ARM 在提供支持一系列移动设备的处理器和其他关键模块方面占据着市场领先地位,这些设备可在提供卓越性能的同时延长电池寿命。ARM 的芯片式合作伙伴采用 ARM 的技术构建着世界一流的电池电源芯片,这些芯片的年销售量可达数十亿美元。将 PC 性能、优异的多媒体性能和卓越连接融入到移动设备的功率范围中耗费了 ARM 和芯片合作伙伴的大量设计精力,但成果却让上百万的消费者感到欣慰,其中包括最新的智能手机、智能本、电子阅读器、PND、DVD 机、移动机和 PMP,如图 1.3 和图 1.4 所示。



图 1.3 DVD 机

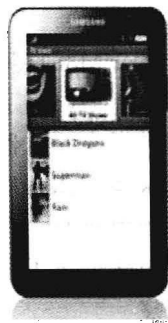


图 1.4 移动机

1.1.2 ARM 处理器的特点

ARM 处理器具有耗电少,功能强;16 位/32 位双指令集;合作伙伴众多的优点。具体来说,有以下六个主要特点:

- ① 体积小,低功耗,低成本和高性能;
- ② 支持 Thumb(16 位)/ARM(32 位)双指令集,能很好地兼容 8 位/16 位器件;
- ③ 大量使用寄存器,指令执行速度更快;
- ④ 大多数数据操作都在寄存器中完成;
- ⑤ 寻址方式灵活简单,执行效率高;
- ⑥ 指令长度固定。

1.2 主流 ARM 处理器的介绍

ARM 是 32 位嵌入式微处理器的行业领先芯片,到目前为止,已推出各种各样基于通用体系结构的处理器,这些处理器具有高性能和行业领先的功效,而且系统成本也有所降低。ARM 与业界最广泛的体系(拥有超过 750 个可提供硅、工具和软件的合作伙伴)相结合,已推出的一系列 20 多种处理器几乎可以解决每个应用难题。迄今为止,ARM 已生产超过 200 亿个处理器,每天的销量超过 1 000 万,是真正意义上的 The Architecture for the Digital World(数字世界的体系结构)。

目前,ARM 微处理器宏伟而丰富的体系主要包括以下四个部分:

- ① ARM Cortex 应用程序处理器;
- ② ARM Cortex 嵌入式处理器;
- ③ 经典 ARM 处理器;
- ④ ARM 专家处理器。

图 1.5 直观地展示了 ARM 不同系列处理器在性能、功能和兼容性之间的关系。

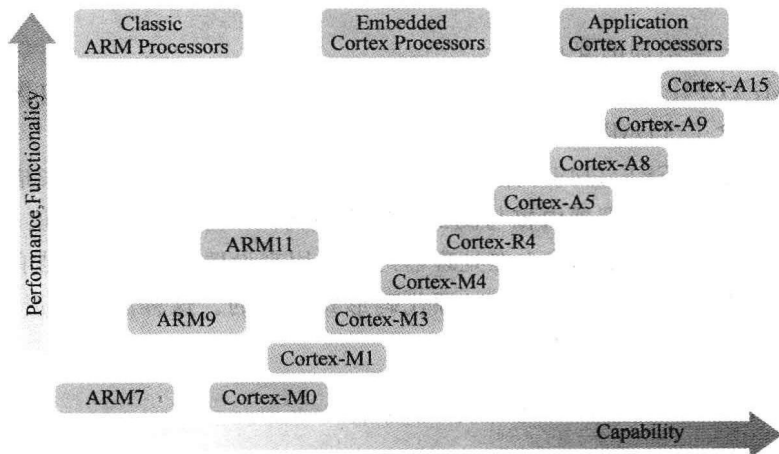


图 1.5 ARM 不同系列处理器性能之间关系

第 1 章 ARM 处理器概述

1.2.1 ARM 体系结构的命名规则

为便于理解 ARM 中各个型号的命名含义,也便于根据设计的功能进行芯片的选型,在详细介绍各个系列的 ARM 处理器之前,先补充一下 ARM 命名规则的知识。

ARM 体系结构是 CPU 产品所使用的一种体系结构,ARM 公司开发了一套拥有知识产权的 RISC 体系结构的指令集。每个 ARM 处理器都有一个特定的指令集架构,而一个特定的指令集架构又可以由多种处理器实现。特定的指令集架构随着嵌入式市场的发展而发展。由于所有产品均采用一个通用的软件体系,所以相同的软件可在所有产品中运行(理论上如此)。

ARM 产品通常以 ARM【x】【y】【z】【T】【D】【M】【I】【E】【J】【F】【S】形式出现。表 1.1 列出了 ARM 体系结构的命名规则中这些后缀的具体含义。

表 1.1 ARM 体系结构的命名规则

后缀变量	含 义
x	系列号,如 ARM7、ARM9 等
y	存储管理/保护单元
z	Cache
T	支持 16 位压缩指令集 Thumb
D	拥有 JTAG 调试器,支持片上 Debug
M	内嵌硬件乘法器(Multiplier)
I	嵌入式 ICE,支持片上断点和调试点
E	增强指令(基于 TDMI)
J	Jazelle 加速
F	向量浮点单元
S	可综合版本

此外,还有一些附加的要点:

① ARM7TDMI 之后的所有 ARM 内核,即使“ARM”标志后没有包含“TDMI”字符,也都默认包含了 TDMI 的功能特性。

② JTAG 是由 IEEE 1149.1 标准测试访问端口和边界扫描结构来描述的,它是 ARM 用来发送和接收处理器内核与测试仪器之间调试信息的一系列协议。

③ 嵌入式 ICE 宏单元是建立在处理器内部并用来设置断点和观察点的调试硬件。

④ 可综合意味着处理器内核是以源代码形式提供的。这种源代码形式可被编译成一种易于 EDA 工具使用的形式。

1.2.2 ARM Cortex 应用程序处理器

作为目前 ARM 处理器中最高端的系列,Cortex 应用程序处理器在高级工艺节点

第1章 ARM 处理器概述

中已经可实现高达 2 GHz 标准频率的卓越性能,从而可支持下一代的移动 Internet 设备。这些处理器具有单核和多核种类,最多提供四个具有可选 NEON 多媒体处理模块和高级浮点执行单元的处理单元。

应用程序处理器按处理器执行复杂操作系统(如 Linux、Android/Chrome、Microsoft Windows(CE/嵌入式)和 Symbian)和支持复杂图形用户界面的能力来定义。此类处理器集成了内存管理单元(MMU)以管理这些复杂操作系统的内存需求,并允许下载和执行第三方软件。

ARM Cortex 应用程序处理器主要包含 Cortex-A 系列——开放式操作系统的高性能处理器。下面来看看 Cortex-A 处理器卓越的性能表现。

1. Cortex-A 处理器概述

ARM Cortex-A 系列的应用型处理器可向托管丰富的操作系统平台的设备和用户应用提供全方位的解决方案,包括超低成本的手机、智能手机、移动计算平台、数字电视、机顶盒、企业网络、打印机和服务器解决方案。高性能的 Cortex-A15、可伸缩的 Cortex-A9、经过市场验证的 Cortex-A8 处理器和高效的 Cortex-A5 处理器均共享同一体系结构,因此具有完整的应用兼容性,支持传统的 ARM、Thumb 指令集和新增的高性能紧凑型 Thumb-2 指令集。

2. Cortex-A 处理器的优势

(1) 移动 Internet 的理想选择

- 本身支持 Adobe Flash 10.1;
- 高性能 NEON 引擎,广泛支持媒体编解码器;
- 低功耗设计,支持全天浏览和连接。

(2) 高性能

Cortex-A 设备可为其目标应用领域提供各种可伸缩的高能效性特点。一些说明示例如下:

➤ Cortex-A15,可为新一代移动基础结构应用和要求苛刻的无线基础结构应用提供性能最高的解决方案;

➤ Cortex-A9 可实现提供 800 MHz~2 GHz 的标准频率,每个内核可提供 5 000 DMIPS 的性能;

➤ Cortex-A8 单核解决方案,可提供经济有效的高性能,在 600 MHz~1 GHz 的频率下,提供的性能超过 2000 DMIPS;

➤ Cortex-A5 低成本实现,在 400~800 MHz 的频率下,提供的性能超过 1 200 DMIPS。

(3) 多核技术

Cortex-A5、Cortex-A9 和 Cortex-A15 处理器都支持 ARM 的第二代多核技术。

- 单核到四核实现,支持面向性能的应用领域;
- 支持对称和非对称的操作系统实现;
- 通过加速器一致性端口(ACP)在导出到系统的整个处理器中保持一致性。