

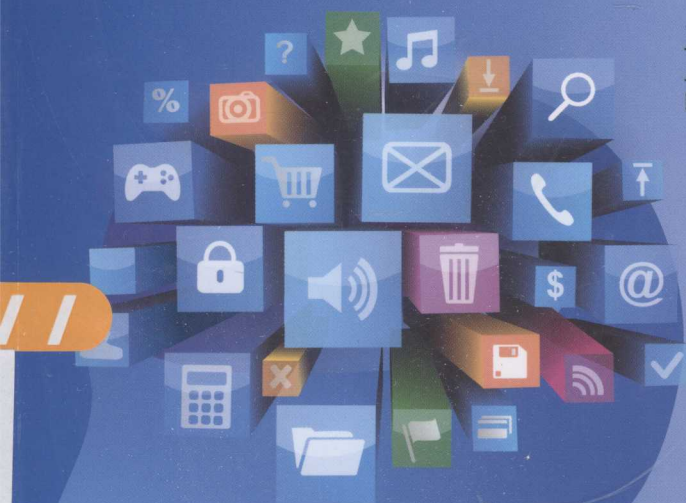


普通高校“十二五”规划教材

ARM 嵌入式系统 原理与应用教程

主 编 徐光宪 赵常松

副主编 吴显义 杨兴全 郝传永



配有课件



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

014013236

TP332-43

61



普通高校“十二五”规划教材

ARM 嵌入式系统原理 与应用教程

主 编 徐光宪 赵常松
副主编 吴显义 杨兴全 郝传永



北京航空航天大学出版社



北航

C1700480

TP332-43
61

0103838383

内 容 简 介

本书以 S3C6410 处理器为核心讲述嵌入式系统的原理及应用,包含两方面内容:一是介绍通用 ARM 微处理器的基本架构、基本驱动程序的编程思想和编程方法,重点介绍基于 ARM11 架构的硬件接口电路的开发流程;二是以北京中芯优电 TOP-SEN 嵌入式开发实验系统为硬件平台,结合多个综合应用开发实例,详细分析了几个案例的系统设计,从而使读者加快掌握 S3C6410 处理器开发的流程。

本书侧重于实践应用,以典型案例为基础,注重基础理论与实践应用的结合,可作为应用类本科院校的教材,适用于培养应用型电子技术人才,同时也可以作为嵌入式开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

ARM 嵌入式系统原理与应用教程 / 徐光宪, 赵常松主
编. --北京: 北京航空航天大学出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5124-1189-0

I. ①A… II. ①徐… ②赵… III. ①微处理器—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 151131 号

版权所有,侵权必究。

ARM 嵌入式系统原理与应用教程

主 编 徐光宪 赵常松

副主编 吴显义 杨兴全 郝传永

责任编辑 刘 星

*

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:emsbook@gmail.com 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:20.5 字数:437 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1189-0 定价:45.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:010-82317024

前言

近年来,随着采用嵌入式处理器电子产品的增多,社会对嵌入式技术人才的需求也越来越多,学习嵌入式技术的人员数量也在迅速增加。ARM 嵌入式处理器型号的多样性,增加了对嵌入式裸机学习和开发的难度。本书为适应应用型本科发展新形势的需要,在内容上更加偏重实用性,增加了多个嵌入式裸机系统设计案例,使学生在掌握基本原理知识的前提下,注重提高学生应用能力。

全书共分 10 章。

第 1 章讲述 ARM 微处理器概述,重点对 ARM 微处理器、ARM 技术的基本概念做了一些简单的介绍。

第 2 章讲述 ARM 微处理器的编程模型,主要讲述 ARM 微处理器编程模型的一些基本概念,包括工作状态切换、数据的存储格式、处理器异常等,让读者对 ARM 微处理器硬件平台有一个全面的认识。

第 3 章讲述 ARM 微处理器的指令系统,介绍 ARM 指令集、Thumb 指令集以及各类指令对应的寻址方式。通过对本章的阅读,希望读者能了解 ARM 微处理器所支持的指令集及具体的使用方法,为以后的 ARM 嵌入式驱动开发打下基础。

第 4 章讲述 ARM 程序设计基础,介绍 ARM 程序设计的一些基本概念,如 ARM 汇编语言的伪指令、汇编语言的语句格式和汇编语言的程序结构等。

第 5 章讲述 ARM C 语言编程基础,介绍 ARM 微处理器应用 C 语言开发的总体流程以及在开发过程中所涉及的关于 C 语言调试、程序编写方面的问题。

第 6 章讲述 S3C6410 ARM 系统设计与调试,重点介绍最小系统的实现步骤、实现细节以及硬件系统的调试方法等。

第 7 章讲述通用 GPIO 编程。

第 8 章讲述部件工作原理与编程示例,重点以 S3C6410 的几个常用功能部件为编程对象,介绍基于 S3C6410 的程序设计与调试,同时简介 BootLoader 的基本原理和编程方法。

第 9 章讲述 S3C6410 综合应用设计实例,重点突出应用性和实用性。

第 10 章讲述 RealView MDK 集成开发环境的使用。

本书由辽宁工程技术大学电子与信息工程学院徐光宪副教授,黑龙江大学吴显义工程师,东北农业大学成栋学院赵常松、杨兴全、郝传永共同编写。其中,第 1、2、

9、10 章由徐光宪编写,第 3、6 章由吴显义编写,第 4 章由赵常松编写,第 5 章由杨兴全编写,第 7 章由郝传永编写,第 8 章由吴显义、赵常松、杨兴全共同编写。全书由赵常松统稿,吴树鹏教授主审。感谢李传娣、李广伟、王菲、李焕然、孙凤玲、付晶在本书编写过程中给予的帮助和支持。

在编写本书的过程中,得到了北京中芯优电科技有限公司和北京航空航天大学蒙洋老师的支持和帮助,在此表示衷心感谢。

鉴于编者水平有限,加之时间仓促,教材的内容及文字难免有不妥之处,望请读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月

本书还配有教学课件,需要用于教学的教师,请与北京航空航天大学出版社联系。

通信地址:北京海淀区学院路 37 号北京航空航天大学出版社嵌入式系统图书分社

邮编:100191

电话:010-82317035

传真:010-82328026

E-mail:emsbook@gmail.com

目 录

第 1 章 ARM 微处理器概述	1
1.1 ARM 及相关技术简介	1
1.2 ARM 微处理器的应用领域及特点	2
1.3 ARM 微处理器系列	2
1.4 ARM 微处理器结构	13
1.5 ARM 微处理器的应用选型	14
1.6 本章小结	16
第 2 章 ARM 微处理器的编程模型	17
2.1 ARM 微处理器的工作状态	17
2.2 ARM 体系结构的存储器格式	18
2.3 指令长度和数据类型	19
2.4 处理器模式	19
2.5 寄存器组织	19
2.5.1 ARM 状态下的寄存器组织	19
2.5.2 Thumb 状态下的寄存器组织	22
2.5.3 程序状态寄存器	23
2.6 异常	25
2.7 本章小结	29
第 3 章 ARM 微处理器的指令系统	30
3.1 ARM 微处理器的指令集概述	30
3.2 ARM 指令的寻址方式	32
3.3 ARM 指令集	34
3.3.1 跳转指令	34

目 录

3.3.2	数据处理指令	36
3.3.3	乘法指令与乘加指令	40
3.3.4	程序状态寄存器访问指令	42
3.3.5	加载/存储指令	43
3.3.6	批量数据加载/存储指令	45
3.3.7	数据交换指令	45
3.3.8	移位指令(操作)	46
3.3.9	协处理器指令	47
3.3.10	异常产生指令	49
3.4	Thumb 指令及应用	49
3.5	本章小结	50
第 4 章 ARM 程序设计基础		51
4.1	ARM 汇编器所支持的伪指令	51
4.1.1	符号定义伪指令	51
4.1.2	数据定义伪指令	53
4.1.3	汇编控制伪指令	56
4.1.4	其他常用的伪指令	57
4.2	汇编语言的语句格式	62
4.2.1	在汇编语言程序中常用的符号	62
4.2.2	汇编语言程序中的表达式和运算符	63
4.3	汇编语言的程序结构	66
4.3.1	汇编语言的程序结构	66
4.3.2	汇编语言的子程序调用	67
4.3.3	汇编语言程序示例	67
4.4	汇编语言模块的结构	70
4.4.1	汇编语言源文件的编排	70
4.4.2	ARM 汇编语言模块的示例	71
4.4.3	调用子例程	72
4.4.4	条件执行	73
4.4.5	使用条件执行及其示例	74
4.4.6	Q 标记	77
4.4.7	汇编语言与 C/C++ 的混合编程	77
4.5	本章小结	78

第 5 章 ARM C 语言程序设计基础	79
5.1 嵌入式系统中的 C 语言编程基础	79
5.2 伪指令在嵌入式程序设计中的应用	80
5.3 嵌入式 C 语言程序设计中的函数及函数库	83
5.4 嵌入式程序设计中常用的 C 语言语句	83
5.5 汇编语言与 C/C++ 的混合编程	86
5.6 ATPCS 规则	90
5.7 本章小结	92
第 6 章 S3C6410 系统设计与调试	93
6.1 系统设计概述	93
6.2 S3C6410 概述	94
6.2.1 S3C6410 及片内外围简介	94
6.2.2 S3C6410 的引脚分布及信号描述	96
6.2.3 外部存储器接口	101
6.2.4 串行通信	103
6.2.5 显示器控制	105
6.3 存储器映射	108
6.4 系统控制器	109
6.4.1 时钟源	110
6.4.2 锁相环	111
6.4.3 ARM 和 AXI/AHB/APB 总线时钟发生器	112
6.4.4 MFC 时钟发生器	114
6.4.5 显示时钟发生器(POST, LCD 和 Scaler)	115
6.4.6 时钟开/关控制	116
6.5 S3C6410 复位信号	116
6.5.1 温复位	116
6.5.2 软件复位	119
6.5.3 看门狗复位	120
6.6 寄存器描述	122
6.6.1 部分 SFR 寄存器	122
6.6.2 PLL 控制寄存器	124
6.6.3 时钟源控制寄存器	126
6.7 系统的硬件选型与单元电路设计	128
6.7.1 电源电路	128

目 录

6.7.2	晶振电路与复位电路	128
6.7.3	Flash 存储器接口电路	129
6.7.4	SDRAM 接口电路	131
6.7.5	串行接口电路	135
6.7.6	I ² C 接口电路	136
6.7.7	JTAG 接口电路	137
6.7.8	S3C6410 与 LCD 接口设计	138
6.8	硬件系统的调试	143
6.8.1	电源、晶振及复位电路	144
6.8.2	S3C6410 及 JTAG 接口电路	144
6.8.3	SDRAM 接口电路的调试	145
6.8.4	Flash 接口电路的调试	146
6.9	印刷电路板的设计注意事项	147
6.9.1	电源质量与分配	147
6.9.2	同类型信号线的分布	147
6.10	本章小结	148
第 7 章	通用 GPIO 编程	149
7.1	GPIO 功能介绍	149
7.2	S3C6410 芯片的 GPIO 控制器详解	149
7.2.1	S3C6410 GPIO 常用寄存器分类	149
7.2.2	S3C6410 I/O 口常用寄存器详解	151
7.3	S3C6410 GPIO 的应用	171
7.4	本章小结	173
第 8 章	部件工作原理与编程示例	174
8.1	嵌入式系统的程序设计方法	174
8.2	UART 控制器	175
8.2.1	UART 的工作方式	176
8.2.2	相关寄存器	179
8.3	UART 接口应用举例	187
8.4	矢量中断控制器	192
8.5	中断调用方法	202
8.6	PWM 定时器	204
8.6.1	PWM 的操作方式	206
8.6.2	S3C6410 中的特殊功能寄存器	211

8.6.3 TINT_CSTAT	215
8.7 RTC 实时时钟	216
8.7.1 RTC 寄存器描述	218
8.7.2 RTC 寄存器编程举例	222
8.8 I ² C 总线接口	223
8.8.1 I ² C 总线接口概述	223
8.8.2 I ² C 总线接口操作模式	224
8.8.3 多主控器 I ² C 总线控制寄存器(IICCON)	228
8.8.4 I ² C 总线寄存器编程举例	229
8.9 DMA 控制器	231
8.9.1 DMA 控制器的特性	232
8.9.2 DMA 源	233
8.9.3 DMA 接口	234
8.9.4 程序员的模式	237
8.9.5 DMA 寄存器描述	238
8.10 SPI 控制器	246
8.10.1 概 述	246
8.10.2 SPI 的操作	247
8.10.3 SPI 传输格式	249
8.10.4 SPI 接口编程示例	253
8.11 BootLoader 简介	259
8.11.1 BootLoader 简介	259
8.11.2 启动方法	261
8.11.3 检测系统的内存映射	264
8.12 本章小结	266
第 9 章 S3C6410 综合应用设计实例	267
9.1 基于 S3C6410 光敏传感器系统设计实例	267
9.1.1 基本原理	267
9.1.2 协调器程序下载方法	270
9.1.3 节点程序烧写和节点测试	272
9.1.4 硬件电路原理图和部分程序代码	273
9.2 基于 S3C6410 温湿度传感器系统设计实例	277
9.2.1 基本原理	277
9.2.2 节点程序烧写和节点测试	280
9.2.3 硬件电路原理图和部分程序代码	282

9.3 基于 S3C6410 电机和灯光传感器系统设计实例	290
9.3.1 基本原理	290
9.3.2 节点程序烧写和节点测试	290
9.2.3 硬件电路原理图和部分程序代码	292
9.4 基于 S3C6410 烟雾传感器系统设计实例	294
9.4.1 基本原理	294
9.4.2 节点程序烧写和节点测试	294
9.4.3 硬件电路原理图和部分程序代码	296
9.5 基于 S3C6410 干簧管传感器系统实例	298
9.5.1 基本原理	298
9.5.2 节点程序烧写和节点测试	299
9.5.3 硬件电路原理图和部分程序代码	300
9.6 本章小结	302
第 10 章 RealView MDK 集成开发环境的使用	303
10.1 RealView MDK 集成开发环境组成介绍	303
10.2 RealView MDK 使用方法	306
10.2.1 创建一个工程	306
10.2.2 编译、链接工程	308
10.3 程序调试	310
10.4 程序调试举例	312
10.5 本章小结	316
参考文献	317

第 1 章

ARM 微处理器概述

本章简介 ARM 微处理器的一些基本概念、应用领域及特点,引导读者进入 ARM 技术的殿堂。

本章的主要内容:

- ARM 及相关技术简介;
- ARM 微处理器的应用领域及特点;
- ARM 微处理器系列;
- ARM 微处理器结构;
- ARM 微处理器的应用选型。

1.1 ARM 及相关技术简介

ARM(Advanced RISC Machines),既可以认为是一个公司的名字,也可以认为是对一类微处理器的通称,还可以认为是一种技术的名字。

1991 年 ARM 公司成立于英国剑桥,主要出售芯片设计技术的授权。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。

ARM 公司是专门从事基于 RISC 技术芯片设计开发的公司,作为知识产权供应商,本身不直接从事芯片生产,靠转让设计许可由合作公司生产各具特色的芯片。世界各大半导体生产商从 ARM 公司购买其设计的 ARM 微处理器核,根据各自不同的应用领域,加入适当的外围电路,从而形成自己的 ARM 微处理器芯片进入市场。目前,全世界有几十家大的半导体公司都使用 ARM 公司的授权,因此,既使得 ARM 技术获得更多的第三方工具、制造、软件的支持,又使整个系统成本降低,使产品更容易进入市场被消费者所接受,更具有竞争力。

ARM 微处理器目前包括以下系列: ARM11, SecureCore, StrongARM, XScale, MPCore, ARM Cortex 等。它们除了具有 ARM 核结构的共同特点以外,每个系列 ARM 微处理器还具有自己的独特应用领域。

1.2 ARM 微处理器的应用领域及特点

1. 应用领域

到目前为止,ARM 微处理器及技术的应用几乎已经深入到各个领域。

① 工业控制领域:作为 32 位的 RISC 架构,基于 ARM 核的微控制器芯片不但占据了高端微控制器市场的大部分市场份额,同时也逐渐向低端微控制器应用领域扩展,ARM 微控制器的低功耗、高性价比,向传统的 8 位/16 位微控制器提出了挑战。

② 无线通信领域:目前已有超过 85% 的无线通信设备采用了 ARM 技术,ARM 以其高性能和低成本,在该领域的地位日益巩固。

③ 网络应用:随着宽带技术的推广,采用 ARM 技术的 ADSL 芯片正逐步占据竞争优势。此外,ARM 在语音及视频处理上行了优化,并获得广泛支持,也对 DSP 的应用领域提出了挑战。

④ 消费类电子产品:ARM 技术在目前流行的数字音频播放器、数字机顶盒和游戏机中被广泛采用。

⑤ 成像和安全产品:现在流行的数码相机和打印机中绝大部分采用 ARM 技术。手机中的 32 位 SIM 智能卡也采用了 ARM 技术。

除此以外,ARM 微处理器及技术还应用到许多不同的领域,并会在将来取得更加广泛的应用。

2. 特点

采用 RISC 架构的 ARM 微处理器一般具有如下特点:

- ① 小体积、低功耗、低成本、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。

1.3 ARM 微处理器系列

ARM 微处理器目前包括以下几个系列:ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10E、ARM11、SecurCore、StrongARM、XScale、MPCore、ARM Cortex 等。它们除了具有 ARM 体系结构的共同特点以外,每一个系列的 ARM 微处理器都有各自的特点和应用领域。

1. ARM7 微处理器系列

ARM7 系列微处理器为低功耗的 32 位 RISC 处理器,最适合用于对价位和功耗要求较高的消费类应用,具有如下特点:

- 具有嵌入式 ICE-RT 逻辑,调试开发方便。
- 极低的功耗,适合对功耗要求较高的应用,如便携式产品。
- 能够提供 0.9 MIPS/MHz 的三级流水线结构。
- 代码密度高并兼容 16 位的 Thumb 指令集。
- 对操作系统的支持广泛,包括 Windows CE、Linux、Palm OS 等。
- 指令系统与 ARM9、ARM9E 和 ARM10E 系列兼容,便于用户的产品升级换代。
- 主频最高可达 130 MIPS,高速的运算处理能力能胜任绝大多数的复杂应用。

ARM7 系列微处理器的主要应用领域为:工业控制、Internet 设备、网络和调制解调器设备、移动电话等多种多媒体和嵌入式应用,包含 ARM7TDMI、ARM7TDMI-S、ARM720T、ARM7EJ 几种类型。其中,ARM7TDMI 是目前使用最广泛的 32 位嵌入式 RISC 处理器,属低端 ARM 处理器核。TDMI 的基本含义为:T 指支持 16 位压缩指令集 Thumb;D 指支持片上 Debug;M 指内嵌硬件乘法器(Multiplier);I 指嵌入式 ICE,支持片上断点和调试点。

2. ARM9 微处理器系列

ARM9 系列微处理器在高性能和低功耗方面性能优越,具有以下特点:

- 5 级整数流水线,指令执行效率更高。
- 提供 1.1 MIPS/MHz 的哈佛结构。
- 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。
- 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。
- 全性能的 MMU,支持 Windows CE、Linux、Palm OS 等多种主流嵌入式操作系统。
- MPU 支持实时操作系统。
- 支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的指令和数据处理能力。

ARM9 系列微处理器主要应用于无线设备、仪器仪表、安全系统、机顶盒、高端打印机、数字照相机和数字摄像机等领域,包含 ARM920T、ARM922T 和 ARM940T 三种类型,以适用于不同的应用场合。

3. ARM9E 微处理器系列

ARM9E 系列微处理器是可综合处理器,使用单一的处理器内核提供了微控制器、DSP、Java 应用系统的解决方案,极大地减少了芯片的面积和系统的复杂程度。ARM9E 系列微处理器提供了增强的 DSP 处理能力,很适合于那些需要同时使用 DSP 和微控制器的场合。其具有以下特点:

第1章 ARM 微处理器概述

- 支持 DSP 指令集,适合于需要高速数字信号处理的场合。
- 5 级整数流水线,指令执行效率更高。
- 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。
- 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。
- 支持 VFP9 浮点处理协处理器。
- 全性能的 MMU,支持 Windows CE、Linux、Palm OS 等多种主流嵌入式操作系统。
- MPU 支持实时操作系统。
- 支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的指令和数据处理能力。
- 主频最高可达 300 MIPS。

ARM9 系列微处理器主要应用于下一代无线设备、数字消费品、成像设备、工业控制、存储设备和网络设备等领域,包含 ARM926EJ - S、ARM946E - S 和 ARM966E - S 三种类型,以适用于不同的应用场合。

4. ARM10E 微处理器系列

ARM10E 系列微处理器具有高性能、低功耗的特点,由于采用了新的体系结构,与同等的 ARM9 器件相比较,在相同的时钟频率下,性能提高了近 50%;同时,ARM10E 系列微处理器采用了两种先进的节能方式,使其功耗极低。其具有以下特点:

- 支持 DSP 指令集,适合于需要高速数字信号处理的场合。
- 6 级整数流水线,指令执行效率更高。
- 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。
- 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。
- 支持 VFP10 浮点处理协处理器。
- 全性能的 MMU,支持 Windows CE、Linux、Palm OS 等多种主流嵌入式操作系统。
- 支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的指令和数据处理能力。
- 主频最高可达 400 MIPS。
- 内嵌并行读/写操作部件。

ARM10E 系列微处理器主要应用于下一代无线设备、数字消费品、成像设备、工业控制、通信和信息系统等领域,包含 ARM1020E、ARM1022E 和 ARM1026EJ - S 三种类型,以适用于不同的应用场合。

5. ARM11 处理器系列

ARM11 系列微处理器是 ARM 公司近年推出的新一代 RISC 处理器,它是 ARM 新指令架构 ARMv6 的第一代设计产品。该系列主要有 ARM1136J、ARM1156T2 和 ARM1176JZ 三个内核型号,分别针对不同应用领域。实现新一代

第1章 ARM 微处理器概述

微处理器的第一步就是订立一个新的结构体系。这里所说的结构体系只是对处理器行为进行描述,并不包括具体地指定处理器是如何被建造的。结构体系的定义提供了处理器和外界(操作系统、应用程序和调试支持)的接口,从细节上说,处理器结构体系定义了指令集、编程模式和最近的存储器之间的接口。ARMv6 发布于2001年10月,它建立于过去十年 ARM 许多成功的结构体系基础上。同处理器的授权相似,ARM 也向客户授权它的结构体系。比如,Intel 的 XScale 就是基于 ARMv5TE 的处理器。ARMv6 架构是根据下一代的消费类电子产品、无线设备、网络应用和汽车电子产品等需求而制定的。ARM11 的媒体处理能力和低功耗特点,特别适用于无线和消费类电子产品;其高速数据吞吐量和高性能的结合非常适合网络处理应用;另外,在实时性和浮点处理等方面,ARM11 可以满足汽车电子产品的需求。可以预言,基于 ARMv6 体系结构的 ARM11 系列处理器将在上述领域发挥巨大的作用。

对于各种无线移动设备的应用,毫无节制地提供高性能处理器是无用的。同成本控制类似,功耗控制也是一个重要因素。ARM11 系列处理器展示了在性能上的巨大提升,首先推出 350~500 MHz 时钟频率的内核,在未来将上升到 1 GHz 时钟频率。ARM11 处理器在提供高性能的同时,允许在性能和功耗之间做权衡以满足某些特殊应用。通过动态调整时钟频率和供应电压,开发者完全可以控制两者的平衡。在 0.13 μm 工艺,1.2 V 条件下,ARM11 处理器的功耗可低至 0.4 mW/MHz。ARM11 处理器同时提供了可综合版本和半定制硬核两种实现。可综合版本可以让客户根据自己的半导体工艺开发出各有特色的处理器内核,并保持足够灵活性。ARM 实现的硬核则是为了满足那些极高性能和速度要求的应用,同时为客户节省实现的成本和时间。为了让客户更方便地走完实现流程,ARM11 处理器采用了易于综合的流水线结构,并和常用的综合工具以及 ARM Compiler 良好结合,确保了客户可以成功并迅速地达到时序收敛。目前已有的 ARM11 处理器在不包含 Cache 的情况下面积小于 2.7 mm²,对于当前复杂的 SoC 设计来说,如此小的设计对芯片成本的降低是极其重要的。ARM11 处理器在很多方面为软件开发者带来了便利。一方面,它包含了更多的多媒体处理指令来加速视频和音频处理;另一方面,它的新型存储器系统进一步提高了操作系统的性能;此外,还提供了新指令来加速实时性能和中断的响应。再次,目前有很多应用要求多处理器的配置(多个 ARM 内核或 ARM + DSP 的组合),ARM11 处理器从设计伊始就注重更容易地与其他处理器共享数据,以及从非 ARM 的处理器上移植软件。此外,ARM 还开发了基于 ARM11 系列的多处理器系统——MPCore,由 2~4 个 ARM11 内核组成。

(1) ARM1176JZF-S 处理器的特性

① TrustZone™ 安全扩展

② 具有超高速先进的微处理器总线架构(AMBA)、先进的可扩展接口(AXI)电平,两个接口支持的优先级顺序处理机。

③ 8 阶管线

第1章 ARM 微处理器概述

- ④ 具有返回堆栈的分支预测。
- ⑤ 低中断延时配置。
- ⑥ 外部协处理器接口和协处理器 CP14 和 CP15。
- ⑦ 指令和数据存储器管理单元(MMUS),通过一个统一的主 TLB 使用 MI-CROTLB 结构管理。
- ⑧ 实际地址索引和物理地址缓存。
- ⑨ 矢量浮点型(VFP)协处理器支持。
- ⑩ 外部协处理器的支持。
- ⑪ 追踪支持。

(2) ARM1176JZF-S 处理器存储器子系统

- ① 高频宽存储器矩阵变换电路子系统。
- ② 两个独立的外部存储器端口:一个静态混合的 DRAM 存储器端口和一个 DRAM 端口。
- ③ 矩阵变换电路架构增加整体的带宽,具有同时访问的能力。

(3) ARM1176JZF-S 处理器的多媒体加速特性

- ① 照相机接口。
 - 支持 ITU-R 601/ITU-R 656 格式输入,支持 8 位输入。
 - 对于 YCBCr 4:2:2 格式,相机输入分辨率高达 $4\,096 \times 4\,096$ 。
 - $4\,096 \times 4\,096$ 输入分辨率采取绕过硬件缩小尺度和预览单元,并且图像将以 JPEG 格式直接存储到存储器。
 - 高达 $2\,048 \times 2\,048$ 输入分辨率,可以选择性地输入到硬件缩小尺度单元和预览单元。
 - 分辨率缩小尺度,硬件支持的输入分辨率高达 $2\,048 \times 2\,048$ 。
 - 编解码器/预览输出图像产生(16/18/24 位的 RGB 格式和 YCbCr 4:2:0/4:2:2 格式)。
 - 图像窗口化和变焦的功能。
 - 测试图案产生。
 - 图像镜像和轮换支持 Y 轴镜像和 X 轴镜像, 90° 、 180° 和 270° 的轮换。
 - H/W 色彩空间的转换。
 - 支持 LCD 控制器直通道。

② 多标准解码器(MSC)。

1) 多标准视频编解码器:MPEG-4 部分简单协议规范编码/解码;H.264/AVC 基线编码/解码;H.263 协议规范 3 编码/解码;VC1 解码;支持多部分电池和多标准。

2) 编码工具:可变模块大小为 16×16 , 16×8 , 8×16 和 8×8 ;自由的运动矢量;MPEG-4 AC/DC 预测;H.264/AVC 的帧内预测(固定模式决定);错误恢复工具;