

高等院校信息技术规划教材

基于ARM7TDMI的S3C44B0X 嵌入式微处理器技术

刘彦文 编著



清华大学出版社

高等院校信息技术规划教材

基于ARM7TDMI的S3C44B0X 嵌入式微处理器技术

刘彦文 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地、全面地讲述了采用 ARM 公司 ARM7TDMI 处理器核和多种功能模块的 S3C44B0X 嵌入式微处理器,以及与应用相关的知识。采用 ARM7TDMI 处理器核生产的嵌入式微处理器芯片,近几年在国内外得到了广泛的应用,较为流行。

本书主要内容可分为 4 部分:第 1 章和第 2 章对嵌入式系统做了一般性介绍,并讲述了 S3C44B0X 微处理器的组成及编程模式;第 3 章和第 4 章分别讲述了 ARM7TDMI 指令系统和 ARM 汇编语言编程;第 5 章讲述了存储器控制器;其余几章分别讲述了时钟与功耗管理、CPU wrapper 与总线优先权、DMA、I/O 端口、PWM 定时器、通用异步收发器、中断控制器、LCD 控制器、ADC、RTC、看门狗定时器、IIC 总线接口、IIS 总线接口和同步 I/O 接口。

本书内容新颖,实用性强。书中有大量的图、表、例和程序,便于读者学习,每章后都附有习题。

本书适用于高等院校计算机、软件、电子、自动化、通信等专业的本科生作为《嵌入式微处理器》课程教材使用,也可作为研究生的参考教材;同时可供从事嵌入式系统开发的工程技术人员参考或作为培训教材使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于 ARM7TDMI 的 S3C44B0X 嵌入式微处理器技术/刘彦文编著. —北京:清华大学出版社,2009.4

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 978-7-302-19323-4

I. 基… II. 刘… III. 微处理器—系统设计—高等学校—教材 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 009771 号

责任编辑:袁勤勇 柴文强

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24

字 数:578 千字

版 次:2009 年 4 月第 1 版

印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:31.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:029767-01

前言

foreword

从 20 世纪 90 年代中期到现在,嵌入式系统的应用越来越广泛,许多高校相继开设了这方面的课程。在教学过程中我们感到,无论是应用程序开发、系统程序开发或者驱动程序开发,还是硬件板卡电路设计,都涉及嵌入式微处理器的知识,都需要从使用的角度出发,以某种具体的嵌入式微处理器作为教学实例。由此我决定编写一本专门讲述嵌入式微处理器的书。在内容的组织和结构编排方面,本书参考了目前大学使用的《微型计算机技术(接口)》和《微机原理》,只不过这两种教材是针对 Intel 公司生产的通用 CPU,而不是嵌入式微处理器。

ARM 公司在嵌入式微处理器设计方面处于世界领先地位。全世界超过 100 家公司与 ARM 公司有着业务合作关系(包括 Intel 等许多著名公司),生产基于 ARM 处理器的嵌入式微处理器芯片。本书选择了使用 ARM 公司 ARM7TDMI 处理器核的、由三星公司生产的 S3C44B0X 嵌入式微处理器作为教学内容,是由于当前使用 ARM 系列各种处理器核所生产的芯片中,使用 ARM7TDMI 处理器核所生产的芯片,产量比较大,应用也较为广泛;另外从汇编语言程序员角度看到的 ARM 系列处理器的体系结构,ARM7TDMI 是较为基础和比较典型的、可扩展的;同时 ARM7TDMI 使用的指令系统,与 ARM 系列后续处理器使用的指令系统是兼容的。

本书主要讲述了以下 4 部分内容:

- 嵌入式系统一般性介绍, S3C44B0X 微处理器的组成及编程模式。
- ARM7TDMI 指令系统和 ARM 汇编语言编程。
- 存储器控制器。
- 各功能模块,如时钟与功耗管理、CPU wrapper 与总线优先权、DMA、I/O 端口、PWM 定时器、通用异步收发器、中断控制器、LCD 控制器、ADC、RTC、看门狗定时器、IIC 总线接口、IIS 总线接口和同步 I/O 接口。

感谢我所在的计算机学院的领导,2002 年决定在本科生和研究生中开设嵌入式系统方面的课程,并想方设法引进了相应的教学实验设备;感谢他们在本书编写过程中给予的支持。



感谢研究生张晶和李佳妍为本书第6章、第7章、第9章、第12章绘图；哈斯塔木嘎录入了第14章的内容；王玉珍录入了第11章和第13章的内容。

特别要感谢李惠林女士，她为本书录入了前言、目录、第1章～第10章、第12章、附录和参考文献等内容，她还负责绘制了相应章节的图；对本书全部录入稿做了认真负责的校对；在统稿过程中提出了很好的修改意见和建议，并对统稿内容做了细致的校对。

感谢清华大学出版社袁勤勇编辑对本书的编写工作提出的建议和编辑过程中付出的劳动。

由于受编者水平所限，书中的错误和不当之处在所难免，敬请专家和读者批评指正。

刘彦文 E-mail: cslyw@imu.edu.cn

2009年2月

目录

Contents

第 1 章 嵌入式系统概述	1
1.1 嵌入式系统简介	1
1.1.1 嵌入式系统应用举例	1
1.1.2 嵌入式系统定义和组成	2
1.1.3 嵌入式系统特点	3
1.2 嵌入式微处理器	4
1.2.1 嵌入式微处理器分类	4
1.2.2 主流嵌入式微处理器介绍	6
1.3 ARM 系列嵌入式微处理器介绍	8
1.4 嵌入式操作系统介绍	13
1.4.1 嵌入式操作系统的主要特点	13
1.4.2 主流嵌入式操作系统简介	14
1.5 本章小结	16
1.6 习题	16
第 2 章 S3C44B0X 微处理器组成及编程模式	17
2.1 S3C44B0X 微处理器概述	17
2.2 S3C44B0X 微处理器组成	18
2.2.1 S3C44B0X 微处理器组成与系统管理特点	18
2.2.2 引脚信号描述	21
2.2.3 特殊功能寄存器简介	26
2.3 ARM7TDMI 核	26
2.3.1 指令流水线、存储器访问和存储器接口	26
2.3.2 ARM7TDMI 指令系统特点	27
2.3.3 ARM7TDMI 组成	27
2.4 ARM7TDMI 编程模式	31
2.4.1 编程模式与处理器操作状态	31
2.4.2 存储器格式和数据类型	31
2.4.3 处理器操作方式	33
2.4.4 寄存器	33



2.4.5	程序状态寄存器	36
2.4.6	异常	38
2.4.7	中断延迟	42
2.4.8	Reset	42
2.5	本章小结	43
2.6	习题	43

第3章 ARM7TDMI 指令系统 45

3.1	ARM7TDMI 指令系统概述	45
3.1.1	ARM7TDMI 指令系统和相关指令集	45
3.1.2	ARM 指令集概述	46
3.1.3	ARM 指令集全部指令编码及条件域	47
3.1.4	Thumb 指令集概述	48
3.1.5	Thumb 指令集全部指令编码	50
3.2	ARM 指令集	50
3.2.1	分支并且转换状态指令(BX)	51
3.2.2	分支、分支并且连接指令(B 和 BL)	52
3.2.3	数据处理指令	53
3.2.4	程序状态寄存器传送指令(MRS 和 MSR)	62
3.2.5	乘、乘累加指令(MUL 和 MLA)	65
3.2.6	长乘、长乘累加指令(MULL 和 MLAL)	66
3.2.7	单个数据传送指令(LDR 和 STR)	69
3.2.8	半字、带符号字节/半字传送指令(LDRH、STRH、LDRSB 和 LDRSH)	72
3.2.9	块数据传送指令(LDM 和 STM)	75
3.2.10	单个数据交换指令(SWP)	80
3.2.11	软件中断指令(SWI)	81
3.2.12	协处理器介绍	83
3.2.13	协处理器数据操作指令(CDP)	84
3.2.14	协处理器数据传送指令(LDC 和 STC)	85
3.2.15	协处理器寄存器传送指令(MRC 和 MCR)	87
3.2.16	未定义指令	88
3.3	Thumb 指令集	89
3.3.1	Thumb 指令集特点	89
3.3.2	寄存器移位并传送指令(LSL、LSR 和 ASR)	91
3.3.3	加/减指令(ADD 和 SUB)	92
3.3.4	传送/比较/加/减立即数指令(MOV、CMP、ADD 和 SUB)	93
3.3.5	ALU 操作指令	94
3.3.6	高寄存器组操作/分支并且转换状态指令(ADD、CMP、MOV 和 BX)	95
3.3.7	相对 PC 的装入指令(LDR)	97
3.3.8	使用寄存器偏移量的装入/存储指令(LDR、LDRB、STR 和 STRB)	98

3.3.9	装入/存储半字和装入带符号扩展的字节/半字指令 (LDRH、STRH、LDRSB 和 LDRSH)	99
3.3.10	使用立即偏移量的装入/存储字、字节指令(LDR、LDRB、STR 和 STRB)	100
3.3.11	使用立即偏移量的装入/存储半字指令(LDRH 和 STRH)	101
3.3.12	相对 SP 的装入/存储指令(LDR 和 STR)	102
3.3.13	装入地址指令(ADD)	103
3.3.14	加偏移量到堆栈指针指令(ADD)	104
3.3.15	压栈/出栈寄存器指令(PUSH 和 POP)	105
3.3.16	多寄存器装入/存储指令(LDMIA 和 STMIA)	106
3.3.17	条件分支指令	107
3.3.18	软件中断指令(SWI)	108
3.3.19	无条件分支指令(B)	109
3.3.20	长分支并且连接指令(BL)	110
3.4	本章小结	111
3.5	习题	111

第 4 章 ARM 汇编语言编程

115

4.1	ARM 汇编语言概述	115
4.2	ARM 汇编语言特性	115
4.2.1	行格式、预定义名和内建变量	115
4.2.2	ARM 伪指令	117
4.2.3	Thumb 伪指令	120
4.2.4	符号(symbols)	122
4.2.5	指示符(directives)	125
4.2.6	与代码有关的指示符	126
4.2.7	与数据定义有关的指示符	130
4.2.8	符号定义指示符	137
4.2.9	汇编控制指示符	145
4.2.10	报告指示符	149
4.2.11	表达式和操作符	152
4.3	ARM 汇编语言编程举例	154
4.3.1	汇编语言和汇编器	154
4.3.2	ARM 汇编语言模块举例	156
4.3.3	调用子程序	157
4.3.4	Thumb 汇编语言模块举例	158
4.3.5	条件执行	158
4.3.6	装入常数到寄存器	160
4.3.7	装入地址到寄存器	163
4.3.8	装入和存储多个寄存器指令	167
4.3.9	使用宏	172

4.4	本章小结	173
4.5	习题	173
第 5 章	存储器控制器	176
5.1	存储器控制器概述	176
5.1.1	存储器控制器的特性	176
5.1.2	与存储器有关的功能描述	178
5.1.3	存储器定时举例	183
5.1.4	存储器控制器特殊功能寄存器	186
5.2	存储器组成实例	192
5.2.1	使用 Nor Flash 作为引导 ROM 的实例	192
5.2.2	使用 SDRAM 的实例	197
5.3	本章小结	204
5.4	习题	204
第 6 章	时钟与功耗管理、CPU wrapper 与总线优先权	206
6.1	时钟与功耗管理概述	206
6.2	时钟产生	207
6.2.1	时钟相关引脚信号	207
6.2.2	时钟产生	208
6.2.3	PLL	208
6.3	功耗管理	209
6.3.1	5 种节电模式	209
6.3.2	唤醒与解冻状态	211
6.3.3	进入 IDLE 模式	211
6.3.4	PLL on/off	211
6.4	时钟发生器与功耗管理特殊功能寄存器	212
6.5	CPU wrapper 与总线优先权概述	214
6.6	Cache 与内部 SRAM、写缓冲区与总线优先权	214
6.6.1	Cache 与非 Cache 化区域	214
6.6.2	内部 SRAM	215
6.6.3	写缓冲区	216
6.6.4	总线优先权	217
6.7	CPU wrapper 与总线优先权特殊功能寄存器	217
6.8	本章小结	219
6.9	习题	219
第 7 章	DMA	221
7.1	概述	221
7.1.1	DMA 概述	221

7.1.2	ZDMA/BDMA 操作	222
7.2	外部 DMA 请求/响应协议与传送方式	223
7.2.1	外部 DMA 请求/响应协议	223
7.2.2	DMA 传送方式	225
7.3	DMA 请求源选择与自动重装方式	227
7.3.1	DMA 请求源选择	227
7.3.2	自动重装方式	227
7.4	DMA 特殊功能寄存器	228
7.5	本章小结	233
7.6	习题	233
第 8 章	I/O 端口	235
8.1	概述	235
8.2	可选的端口功能	235
8.3	端口控制描述	239
8.4	I/O 端口特殊功能寄存器	239
8.5	本章小结	249
8.6	习题	249
第 9 章	PWM 定时器	250
9.1	概述	250
9.2	PWM 定时器操作	251
9.2.1	定时器基本操作	251
9.2.2	自动重载和双缓冲	252
9.2.3	定时器初始使用手动更新位	253
9.2.4	定时器操作示例	253
9.2.5	脉宽调制	254
9.2.6	输出电平控制	254
9.2.7	死区产生	255
9.2.8	DMA 请求模式	255
9.3	PWM 定时器特殊功能寄存器	256
9.4	本章小结	260
9.5	习题	260
第 10 章	通用异步收发器	261
10.1	概述	261
10.2	UART 操作	262
10.3	UART 特殊功能寄存器	266
10.4	本章小结	274
10.5	习题	274

第 11 章 中断控制器	275
11.1 概述	275
11.2 中断控制器	276
11.2.1 中断控制器操作	276
11.2.2 中断源	276
11.2.3 中断优先级产生模块框图	277
11.2.4 用于 IRQ 的向量中断方式	278
11.3 向量与非向量中断方式程序举例	279
11.4 中断控制器特殊功能寄存器	281
11.5 本章小结	292
11.6 习题	292
第 12 章 LCD 控制器	293
12.1 概述	293
12.2 LCD 控制器	294
12.2.1 LCD 控制器组成	294
12.2.2 LCD 控制器定时发生器	295
12.2.3 显示操作	297
12.2.4 抖动和 FRC	298
12.2.5 像素占空比	299
12.2.6 LCD 自我刷新方式	300
12.2.7 SL_IDLE 模式	300
12.2.8 定时要求	300
12.3 显示类型与存储器数据格式	300
12.3.1 显示类型	300
12.3.2 存储器数据格式	301
12.4 虚拟显示与数据传送速率的计算	302
12.4.1 虚拟显示	302
12.4.2 数据传送速率的计算	302
12.5 LCD 控制器特殊功能寄存器	304
12.6 本章小结	309
12.7 习题	309
第 13 章 ADC、RTC 和看门狗定时器	310
13.1 A/D 转换器	310
13.1.1 A/D 转换器概述	310
13.1.2 A/D 转换器组成与操作	310
13.1.3 A/D 转换器特殊功能寄存器	312
13.2 实时时钟	314

13.2.1	RTC 概述	314
13.2.2	RTC 组成与操作	315
13.2.3	RTC 特殊功能寄存器	316
13.3	看门狗定时器	321
13.3.1	概述	321
13.3.2	看门狗定时器操作	321
13.3.3	看门狗定时器特殊功能寄存器	322
13.4	本章小结	324
13.5	习题	324
第 14 章	IIC 总线接口、IIS 总线接口和同步 I/O	326
14.1	IIC 总线接口	326
14.1.1	IIC 总线接口概述	326
14.1.2	IIC 总线组成框图与接口	328
14.1.3	四种方式下的操作流程	331
14.1.4	IIC 总线接口特殊功能寄存器	334
14.2	IIS 总线接口	336
14.2.1	IIS 总线接口概述	336
14.2.2	IIS 总线组成框图	338
14.2.3	发送和接收方式	339
14.2.4	音频串行接口数据格式	339
14.2.5	IIS 总线接口特殊功能寄存器	341
14.3	同步 I/O	344
14.3.1	同步 I/O 概述	344
14.3.2	SIO 接口模块组成	344
14.3.3	SIO 常规方式操作	345
14.3.4	SIO DMA 方式操作	345
14.3.5	SIO 发送/接收定时图	346
14.3.6	同步 I/O 接口特殊功能寄存器	347
14.4	本章小结	349
14.5	习题	349
附录 A	S3C44B0X 特殊功能寄存器速查表	351
附录 B	ARM7TDMI 处理器信号列表	358
附录 C	英汉名词术语对照表	361
参考文献		365

嵌入式系统概述

本章主要介绍了嵌入式系统、嵌入式微处理器和嵌入式操作系统。

本章主要内容如下所示：

- (1) 嵌入式系统定义、组成和特点。
- (2) 嵌入式微处理器分类、主流嵌入式微处理器介绍。
- (3) ARM 系列处理器核的命名规则、性能和版本。
- (4) 嵌入式操作系统主要特点。
- (5) 目前较为流行的嵌入式操作系统简介。

1.1 嵌入式系统简介

1.1.1 嵌入式系统应用举例

嵌入式系统的应用非常广泛，以下一些设备中就含有嵌入式系统。

- 家庭中的数字电视、机顶盒(Set_Top Box,STB)、DVD、超级 VCD、视频游戏设备、屏幕电话(Screen Phone)、智能手机(Smart Phone)、上网终端(Web terminal)、智能防盗系统等。
- 办公室中的复印机、打印机、扫描仪、数字化仪、绘图机、键盘等。
- 手持设备：MP3、GPS 手持机、数码相机、数码摄像机、个人数字助理(Personal Digital Assistant,PDA)等。
- 汽车电子产品中的：
 - 时速、发动机转速和油量的信号采集与数字显示设备。
 - 行驶状态和故障记录的数字设备。
 - 电子地图、导航、车载 GPS 和无线上网设备。
 - 刹车和安全气囊自动控制设备。
 - 汽车黑匣子、车载 MP3、车载 DVD 和车载数字电视。
 - 车载信息系统，含有如途经城市的旅店、停车场、加油站、旅游点等信息。
- 军事、航空和航天领域中的设备，如美国的 F16 战斗机、FA-18 战斗机、B-2 隐形轰炸机、爱国者导弹，以及 1997 年火星表面登陆的火星探测器等，内部都装有嵌入式系统。
- 其他领域，如工业控制和仪器仪表、通信、网络、移动计算、机器人、智能玩具等。

总之，在我们能够想得到的许多领域和设备中，都使用了大量嵌入式系统。

1.1.2 嵌入式系统定义和组成

1. 嵌入式系统定义

被称为“嵌入式系统设计的第一本教科书”，由美国普林斯顿大学电子工程系教授 Wayne Wolf 编著的《嵌入式计算系统设计原理》一书中指出：“不严格地说，它是任意包含一个可编程计算机的设备，但这个设备不是作为通用计算机而设计的。因此，一台个人计算机并不能称之为嵌入式计算系统……但是，一台包含了微处理器的传真机或时钟就可以算是一种嵌入式计算系统”。

一般认为该书中所说的嵌入式计算系统，就是我们说的嵌入式系统，有的书中也称之为嵌入式计算机系统。

也有人把嵌入式系统称为是：一种用于控制、监视或协助特定机器和设备正常运行的计算机。

嵌入式系统目前被国内专业人士普遍认同的定义是：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、功耗等有严格要求的专用计算机系统。由嵌入式系统的定义可以看出，嵌入式系统明显的特点有：

- 嵌入式系统是一个专用计算机系统，有微处理器，可编程。
- 嵌入式系统有明确的应用目的。
- 嵌入式系统作为机器或设备的组成部分被使用。

2. 嵌入式系统组成

嵌入式系统典型组成如图 1.1 所示。



图 1.1 嵌入式系统的典型组成

图 1.1 中虽然也画出了驱动器、传感器和被控对象，但是这部分通常并不属于嵌入式系统的组成部分，只是为了表明被控对象与嵌入式计算机系统之间存在着检测和被控制关系。图中嵌入式计算机系统的组成就是通常所说的嵌入式系统的组成。

针对具体应用所开发的嵌入式系统的组成,并不要求使用图 1.1 中所有的硬件模块或程序,比如简单的嵌入式系统可以不使用操作系统,或者不使用 A/D、D/A 等。

硬件层除了嵌入式微处理器、ROM 和 DRAM 外,其他的(如人机交互接口、A/D、D/A 等)都随具体应用的不同可以进行增删。另外图中的 ROM 也可以使用 EPROM、EEPROM 或 Flash,DRAM 也可以使用 FP、EDO、SDRAM 等。

中间层处于硬件层与软件层之间,被称为硬件抽象层(Hardware Abstract Layer, HAL)或板级支持包(Board Support Package, BSP),与 PC 的基本输入/输出系统(Basic Input Output System, BIOS)相似,不同的嵌入式微处理器、不同的硬件平台或不同的操作系统,BSP 也不同。

在软件层中,根据具体的应用要求,可以不使用操作系统,如使用 MCS-51 单片机构成的简单系统;对于那些实时性要求并不严格的系统,也可以不使用实时操作系统。软件层中可以有选择地使用文件系统、图形用户接口或任务管理程序。

功能层由应用程序检测传感器的信号,计算并通过驱动器实现对被控对象的控制,根据需要提供友好的人机界面。

传感器和驱动器根据具体需求可以有不同的选择。

1.1.3 嵌入式系统特点

嵌入式系统作为一个专用计算机系统,与通用计算机相比,有以下明显的特点,在设计阶段需要给予更多的考虑。

(1) 与应用密切相关

嵌入式系统作为机器或设备的组成部分,与具体的应用密切相关。嵌入式系统中计算机的硬件与软件在满足具体应用的前提下,应该使系统最为精简,将成本控制在一个适当的范围内。这就要求软、硬件可裁剪。

(2) 实时性

许多嵌入式系统不得不在实时方式下工作,如果在规定的时间内某一请求得不到处理或者处理没有结束,可能会带来严重的后果。实时性要求嵌入式系统必须在规定的时间内正确地完成规定的操作,例如在嵌入式系统应用较为广泛的工业控制中(如对化工车间的控制)对系统的实时性要求非常严格。虽然在某些嵌入式系统中对实时性要求并不严格,但超时也会导致不良结果。

(3) 复杂的算法

对不同的应用,嵌入式系统有不同的算法。例如控制汽车发动机的嵌入式系统,必须执行十分复杂的过滤操作,以达到降低污染和减少油耗的目的。算法的复杂性还体现在,程序在解决某一问题时必须考虑运行时间的限制、运行环境以及干扰信号带来的影响等问题。

在某些系统中,算法的复杂性还体现在系统能够支持多种速度同步工作。有些系统中同时运行着多个实时操作程序,系统必须同时控制这些操作,虽然这些操作有些速度快、有些速度慢,但系统必须使它们同步。例如多媒体数据流的音频和视频部分以不同的速率播放,但是它们必须保持同步播放。

(4) 制造成本

制造成本在某些情况下,决定了含有嵌入式系统的设备或产品能否在市场上被成功地销售。微处理器、存储器、I/O 设备和嵌入式操作系统的价格,对制造成本有比较大的影响。因此,在设计阶段,应该充分重视对制造成本的控制。

(5) 功耗

许多嵌入式系统采用电池供电,因此对功耗有着严格的要求。在选择微处理器、存储器和

接口芯片时,要充分考虑功耗问题;另外还要考虑微处理器和操作系统是否支持多种节电方式。

(6) 开发和调试

必须有相应的开发环境、开发工具和调试工具,才能进行开发和调试。通常在 PC 上,运行嵌入式系统开发工具包,输入并编译需要在嵌入式系统中运行的代码,将可执行文件下载到嵌入式开发实验台(板)上,使其运行并进行调试。代码调试通过后,根据需要,设计并生产相应的电路板,焊接元器件,将程序固化或装入固态盘。这期间要用到一些软件开发工具和调试工具,还要用到一些设备,如 PC、示波器和实验台等。

(7) 可靠性

嵌入式系统应该能够可靠地运行,比如能长时间正确运行而不宕机、能够在规定的温度、湿度环境下连续运行、有一定的抗干扰能力等。

(8) 体积

嵌入式系统一般都要求体积尽可能地小。

1.2 嵌入式微处理器

1.2.1 嵌入式微处理器分类

嵌入式系统硬件部分的核心是嵌入式微处理器,广义上可以将其分为 4 类,如图 1.2 所示。

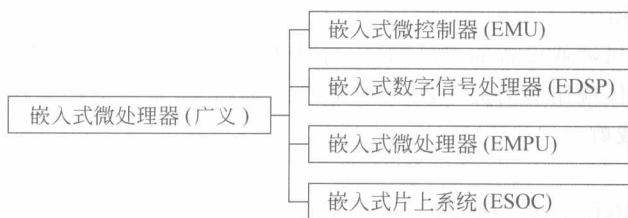


图 1.2 嵌入式微处理器分类

1. 嵌入式微控制器

嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller Unit, EMU),通常也被称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)或单片机。

单片机芯片内通常集成了某种处理器内核、少量的 ROM/RAM 存储器、总线控制逻辑、各种必要的功能模块,以及某些外设或外设接口电路。

在单片机的发展过程中,许多著名的厂商(如 Intel、Motorola、Zilog、NEC 等)都生产过不同系列的单片机芯片,其中尤以 Intel 公司在 1976 年推出的 MCS-48、在 1978 年推出的 MCS-51 和在 1982 年推出的 MCS-96 系列产品最具代表性。MCS-51 和 MCS-96 系列芯片至今仍在大量地使用。

MCS-51 系列芯片片内处理器内核为 8 位;片内有 128 字节~256 字节的 RAM;除 8031 外,8051 和 8751 片内有 4KB ROM 或 EPROM;片内有总线控制逻辑、多级中断处理模块、并行和串行接口、多个 16 位定时器/计数器等。

MCS-96 系列芯片片内处理器内核为 16 位;与 MCS-51 相比,存储器容量有所增加,并增加了片内 A/D 转换器等。

单片机在过去 30 年间得到了广泛的应用,在仪器仪表、自动控制和消费电子等多个领域,占据了嵌入式系统低端市场很大的份额。

有代表性的产品包括:8051、P51XA、MCS-251、MCS-96/196/296、MC68HC05/11/12/16 等。

2. 嵌入式数字信号处理器

嵌入式数字信号处理器(Embedded Digital Signal Processor, EDSP),有时也被简称为 DSP,是专门用于嵌入式系统的数字信号处理器。嵌入式 DSP 是对普通 DSP 的系统结构和指令系统进行了特殊设计,使其更适合 DSP 算法、编译效率更高、执行速度更快。嵌入式 DSP 有两个发展来源,一是 DSP 的处理器经过单片化、EMC(电磁兼容)改造、增加片内外设而成;二是在通用单片机或 SOC(片上系统)中增加 DSP 协处理器。

嵌入式 DSP 在数字滤波、FFT、频谱分析等仪器上,使用较为广泛。

在嵌入式 DSP 发展过程中,德州仪器(TI)公司推出过许多具有代表性的产品。1982 年 TI 公司推出了第一代处理器 TMS32010,在语音合成和编码解码器中,得到了广泛的应用。之后 TI 公司又陆续推出了 TMS320C10/C20/C30/C40/C50/C80/C2000/C5000/C6000。

嵌入式 DSP 中比较有代表性的产品是 TI 公司的 TMS320 系列和 Motorola 公司的 DSP56000 系列。

3. 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器(Embedded Micro Processor Unit, EMPU),也被称为嵌入式微处理器单元。

嵌入式微处理器通常可以分为以下两类。

(1) 通用微处理器

通用微处理器并不是为嵌入式应用而设计的,如 x86 系列中的 8086、8088、80186、80286、80386、80486 以至奔腾微处理器,是为通用目的而设计的。可以使用这种通用的微处理器、存储器、接口电路和外设、嵌入式操作系统以及应用程序,作为一个专用计算机系统,成为机器或设备的组成部分,完成某种应用目的,实现嵌入式系统的功能。

(2) 嵌入式微处理器

这类微处理器是专门为嵌入式应用而设计的,在设计阶段已充分考虑了处理器应该对实时多任务有较强的支持能力;处理器结构可扩展,可以满足不同应用需求的嵌入式产品;处理器内部集成了测试逻辑,便于测试;低功耗等。通常狭义上所讲的嵌入式微处理器就是专门指这种类型的微处理器。

典型的嵌入式微处理器产品有 ARM、MIPS、Power PC、68xxx、SC-400、386EX、GoldFire 等系列产品。

本书讲述的 S3C44B0X 嵌入式微处理器,属于 ARM 系列。

4. 嵌入式片上系统

嵌入式片上系统(Embedded System On Chip, ESOC),被简称为 SOC。近年来随着电子设计自动化(EDA)技术的推广和 VLSI 设计的普及,在一个硅片上实现一个复杂的系统已经变成可能,这就是 System On Chip。将各种通用处理器内核作为 SOC 设计公司的标准库,用户只需要定义出整个应用系统,仿真通过后就可以将设计图交给半导体厂家生产样品。这样除个别无法