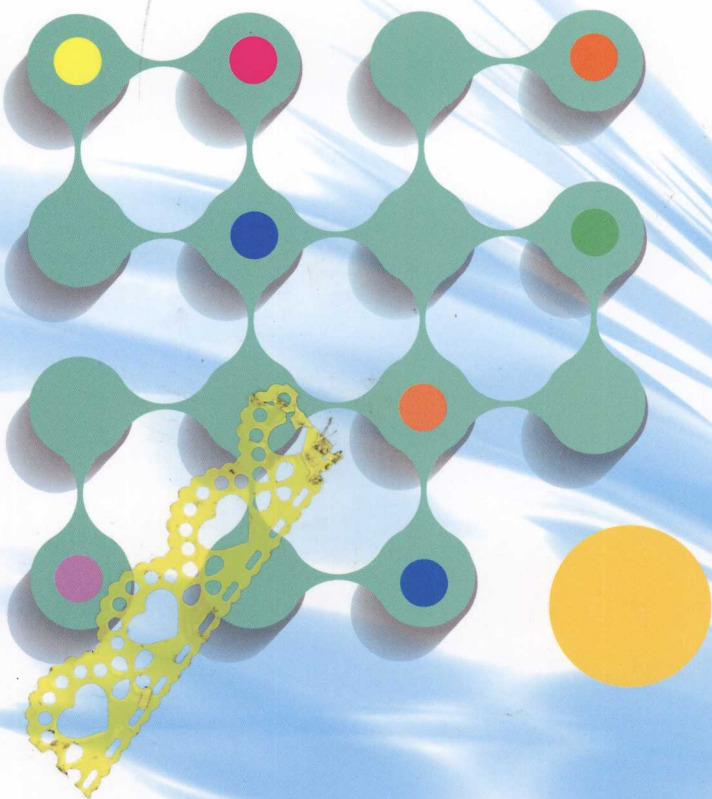


ARM Cortex-M4 微控制器原理与实践

温子祺 冼安胜 林秩谦 杨伟展 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

清华大学出版社

清华大学出版社

本书是清华大学出版社出版的一本关于ARM Cortex-M4微控制器的书籍。本书详细介绍了ARM Cortex-M4微控制器的原理、结构、指令集、外设、编程方法等内容。本书可作为高等院校电子信息类、计算机类专业的教材，也可供从事嵌入式系统开发的工程技术人员参考。

ARM Cortex-M4 微控制器原理与实践

本书是清华大学出版社出版的一本关于ARM Cortex-M4微控制器的书籍。本书详细介绍了ARM Cortex-M4微控制器的原理、结构、指令集、外设、编程方法等内容。本书可作为高等院校电子信息类、计算机类专业的教材，也可供从事嵌入式系统开发的工程技术人员参考。

温子祺 冼安胜 林秩谦 杨伟展 编著

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

北京航空航天大学出版社

本书是清华大学出版社出版的一本关于ARM Cortex-M4微控制器的书籍。本书详细介绍了ARM Cortex-M4微控制器的原理、结构、指令集、外设、编程方法等内容。本书可作为高等院校电子信息类、计算机类专业的教材，也可供从事嵌入式系统开发的工程技术人员参考。

内 容 简 介

本书以新唐公司的 NuMicro M451 系列微控制器为蓝本,由浅入深,并结合 SmartM-M451 迷你开发板系统地介绍了 ARM Cortex-M4 内核的原理与结构、开发环境的使用和各种功能器件的应用。本书还介绍了驱动 TFT 屏的方法、触摸控制、SD 卡数据读写、FAT 文件系统的移植、触摸按键、μCOS 的移植与应用、μCGUI 的移植与应用及智能家居中常用的无线串口模组的使用等。此外,配套的资料提供了各章节的实例代码(可在北京航空航天大学出版社网站 www.buaapress.com.cn 的“下载专区”相关页面下载),可使读者在短时间内迅速掌握 NuMicro M451 系列微控制器的应用技巧,并可向读者提供配套开发板。

本书既可以作为本、专科微控制器相关课程的教材,又可以作为相关专业技术人员的参考与学习用书。最后衷心希望本书能对 ARM Cortex-M4 内核的微控制器的应用与推广起到一定的作用。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Cortex-M4 微控制器原理与实践 / 温子祺等著

— 北京 : 北京航空航天大学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-5124-1993-3

I. ①A… II. ①温… III. ①微处理器—研究 IV.

①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 312183 号

版权所有,侵权必究。

ARM Cortex-M4 微控制器原理与实践

温子祺 冼安胜 林秩谦 杨伟展 编著

责任编辑 孙兴芳

*

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@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京同江印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:40.5 字数:863 千字

2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1993-3 定价:99.00 元

序

欣闻温老师完成了第三本关于 ARM Cortex-M 系列的著作。从 Cortex-M0 进展至 Cortex-M4, 本书涵盖了从 Cortex-M4 内核操作原理、各种外设范例到实时操作系统、UI 运作及文件系统等内容, 并辅以完整周边的学习开发板, 由浅入深, 从内核、芯片、系统到应用, 使得学习与实例相辅相成。即使原厂也不容易做到如此详尽且又系统的讲解与实例说明, 因此言称“温老师”是理所当然的。

在强调创新的潮流中, MCU 为开放式创新的平台, 硬件与软件搭配后, 再加上创意, 即成创新产品。但要成就创新产品, 除了想法外, 还需对芯片、系统有详尽的了解, 这样才能生产出性价比较佳的产品, 这也是目前从创客的创新想法到量产期间所需解决的问题。创客除了需要简单易用的开发工具外, 尚须加上 MCU 的专业知识, 如此方可大幅降低生产技术难度, 加快达到量产。本书可以说是从想法到量产期间较好的工具书, 涵盖原理与实例, 是从构思到量产的技术桥梁。

目前物联网蓬勃发展, 应重视从物联网终端到云端服务间的关联。物联网终端由 MCU、通信与感测组件所组成, 其中 MCU 为处理运算核心, 需要省电和快速地处理感测组件输入的数据与通信协议, 这是 32 位 MCU 体现高效能核心与节能的最佳应用领域, 我们相信 32 位 MCU 一定是物联网应用的主流核心。

适逢中秋佳节, 温老师完成的《ARM Cortex-M4 微控制器原理与实践》一书一定将为 32 位 MCU 的学习、推广与普及起到显著作用, 并为开放式创新奠定基础。再次感谢温老师为 32 位 MCU 的推广做出的贡献。

新唐科技副总经理 林任烈
微控制器应用事业群主管 于新竹

前言

嵌入式领域的发展日新月异,你也许还没有注意到,但如果你停下来想一想 MCU 系统 10 年前的样子,并将其与当今的 MCU 系统比较一下,就会发现 PCB 设计、元件封装、集成度、时钟速度和内存大小已经历了好几代的变化。在这方面最热门的话题之一是,仍在使用 8 位 MCU 的用户何时才能摆脱传统架构并转向使用更先进的 32 位微控制器架构,如基于 ARM Cortex-M 的 MCU 系列。在过去几年里,嵌入式开发者向 32 位 MCU 的迁移一直呈现强劲势头,采取这一行动的最强有力的理由是市场和消费者对嵌入式产品复杂性的需求大大增加。随着嵌入式产品彼此互联越来越多、功能越来越丰富,目前的 8 位和 16 位 MCU 已经无法满足处理要求,即使 8 位或 16 位 MCU 能够满足当前的项目需求,也存在限制未来产品升级和代码重复使用的严重风险;另一个常见原因是嵌入式开发者开始认识到迁移到 32 位 MCU 带来的好处,且不说 32 位 MCU 能提供超过 51 单片机 10 倍的性能,单说这种迁移本身就能够带来更低的能耗、更小的程序代码、更快的软件开发时间以及更好的软件重用性。

随着近年来制造工艺的不断进步,ARM Cortex 微控制器的成本也在不断降低,已经与 8 位和 16 位微控制器的成本处于同等水平。如今,越来越多的微控制器供应商提供基于 ARM 的微控制器,这些产品能提供选择范围更广的外设、性能、内存大小、封装、成本等。另外,基于 ARM Cortex-M 的微控制器还具有专门针对微控制器应用的一些特性,这些特性使 ARM 微控制器具有日益广泛的应用范围。与此同时,基于 ARM 的微控制器的价格在过去 5 年里已大幅降低,并且面向开发者的低成本甚至免费开发工具也越来越多。

与其他架构相比,选择基于 ARM 的微控制器也是更好的投资。现今,针对 ARM 微控制器开发的软件代码可在未来几年内供为数众多的微控制器供应商重复使用。随着 ARM 架构的应用更加广泛,聘请具有 ARM 架构行业经验的软件工程师也比聘请其他架构的工程师更加容易,这也使得嵌入式产品更具竞争力。

本书微控制器的选型以新唐公司 ARM Cortex-M4 内核的 NuMicro M451 系列微控制器为蓝本。此前,作者已经编写了《51 单片机 C 语言创新教程》、《ARM Cortex-M0 微控制器原理与实践》、《ARM Cortex-M0 微控制器深度实战》等书,并在北京航空航天大学

前言

大学出版社出版。

本书共分为五大部分：

第一部分为初步认知篇(第1章~第2章)，简略讲解 ARM Cortex-M4 架构、NuMicro M451 系列微控制器的内部资源。

第二部分为基本控制篇(第3章~第26章)，围绕 NuMicro M451 系列微控制器的内部资源的使用进行讲解，如 GPIO、系统定时器、定时器、PWM、实时时钟、看门狗、窗口看门狗、串口、模拟/数字转换、数字/模拟转换、SPI、I²C、EBI、CRC、DMA、浮点运算等。

第三部分为人机交互篇(第27章)，围绕驱动触摸屏进行讲解，例如：捕获点击坐标、颜色、图形、显示文字等。

第四部分为文件系统篇(第28章~第33章)，讲解 SD 卡的通信原理，如何移植 FAT 文件系统，以及如何显示 BMP、JPG、GIF 图片等。

第五部分为拓展篇(第34章~第36章)，讲解 μ COS 的移植与应用、 μ CGUI 的移植与应用、智能家居中无线串口模组的使用，充分发挥 ARM Cortex-M4 的潜能。

天下大事，必作于细。无论是从微控制器入门与深入的角度出发，还是从实践性与技术性的角度出发，这些都是本书的亮点，可以说是作者的心血之作，是作者多年工作经验的积累和总结。读者通过学习本书可借鉴作者的思路与经验，找到学习微控制器的捷径，能够花最少的时间获得最佳的学习效果，节省摸索的时间。

参与本书编写工作的主要人员有温子祺、冼安胜、林秩谦和杨伟展 4 人，最终方案的确定和本书的定稿全部由温子祺负责。感谢新唐科技股份有限公司的贾雪巍先生、北京航空航天大学出版社的胡晓柏主任，他们在本书的创作与出版过程中提出了不少有价值的参考意见，使此书不断完善。

本书主要取材于实际的项目开发经验，对于微控制器编程的程序员来说是一本很好的参考用书。本书所提供的程序不但编程规范，而且代码具有良好的移植性，读者可在北京航空航天大学出版社网站 www.buaapress.com.cn 的“下载专区”相关页面下载。最后，希望本书能对微控制器的应用与推广起到一定的作用。由于程序代码较复杂、图表比较多，难免会有纰漏，恳请读者批评指正，并且可以通过 wenziqi@hotmail.com 邮箱进行反馈，同时欢迎大家访问 www.smartmcu.com，我们希望能够得到您的参与和帮助。

本书主要取材于实际的项目开发经验，对于微控制器编程的程序员来说是一本很好的参考用书。本书所提供的程序不但编程规范，而且代码具有良好的移植性，读者可在北京航空航天大学出版社网站 www.buaapress.com.cn 的“下载专区”相关页面下载。最后，希望本书能对微控制器的应用与推广起到一定的作用。由于程序代码较复杂、图表比较多，难免会有纰漏，恳请读者批评指正，并且可以通过 wenziqi@hotmail.com 邮箱进行反馈，同时欢迎大家访问 www.smartmcu.com，我们希望能够得到您的参与和帮助。

本书主要取材于实际的项目开发经验，对于微控制器编程的程序员来说是一本很好的参考用书。本书所提供的程序不但编程规范，而且代码具有良好的移植性，读者可在北京航空航天大学出版社网站 www.buaapress.com.cn 的“下载专区”相关页面下载。最后，希望本书能对微控制器的应用与推广起到一定的作用。由于程序代码较复杂、图表比较多，难免会有纰漏，恳请读者批评指正，并且可以通过 wenziqi@hotmail.com 邮箱进行反馈，同时欢迎大家访问 www.smartmcu.com，我们希望能够得到您的参与和帮助。

目 录

绪 论	1
第 1 章 ARM 概述	5
1.1 ARM	5
1.2 RISC	7
1.2.1 简 介	7
1.2.2 特 点	7
1.2.3 RISC 和 CISC 的区别	9
1.2.4 CPU 的发展	9
1.2.5 CPU 的制造过程	11
第 2 章 ARM Cortex-M4 的体系与架构	12
2.1 概 述	12
2.2 ARMv7 架构的背景和概述	13
2.3 ARM Cortex-M4 内部结构	15
2.4 ARM Cortex-M4 与其他 Cortex-M 内核比较	18
2.5 Thumb-2 技术	19
2.6 流水线技术	21
2.7 ARM Cortex-M4 内部总线	23
2.8 寄存器	24
2.8.1 通用寄存器	25
2.8.2 特殊功能寄存器	26
2.9 工作模式	28
2.10 异 常	30
2.10.1 异常的类型	30
2.10.2 异常的进入与退出	31
2.10.3 异常的处理机制	33
2.11 MPU 内存保护单元	35

目 录

2.12	ARM Cortex-M4 的电源管理	44
2.13	Bitband	45
第 3 章	新唐 M451 系列	48
3.1	M451 系列特性	48
3.2	M451 硬件平台	56
第 4 章	CMSIS	58
4.1	概 述	58
4.2	CMSIS 的软件架构	59
4.3	CMSIS 文件的规范	60
第 5 章	环境搭建	66
5.1	安装 NuLink	66
5.2	平台的搭建	67
5.3	工程的创建与运行	68
5.4	硬件仿真	76
5.5	启动流程	79
5.6	ISP 下载程序	89
第 6 章	通用的输入/ 输出口	92
6.1	模式说明	92
6.2	实 验	94
6.2.1	驱动 LED	94
6.2.2	按键检测	97
第 7 章	时钟体系	101
7.1	概 述	101
7.2	实 验	103
7.2.1	时钟源切换	103
7.2.2	PLL 实现频率切换	108
第 8 章	系统定时器 SysTick	111
8.1	概 述	111
8.2	实 验	111
8.2.1	SysTick 延时	111

8.2.2 SysTick 中断	114
第 9 章 定时器	117
9.1 概 述	117
9.2 特 性	117
9.3 实 验	118
第 10 章 脉冲宽度调制	123
10.1 概 述	123
10.2 特 性	124
10.3 实 验	125
第 11 章 实时时钟	130
11.1 简 介	130
11.2 内部实时时钟	131
11.3 实 验	131
11.3.1 显示日期与时间	131
11.3.2 警报唤醒	137
第 12 章 看门狗	143
12.1 概 述	143
12.2 特 性	144
12.3 实 验	144
第 13 章 窗口看门狗	150
13.1 概 述	150
13.2 特 性	150
13.3 实 验	150
第 14 章 串 口	157
14.1 概 述	157
14.2 实 验	161
14.2.1 串口收发数据	161
14.2.2 编写 printf 函数	166
14.2.3 编写 scanf 函数	169

目 录

第 15 章 模拟/数字转换	173
15.1 概 述	173
15.2 实 验	176
第 16 章 数字/模拟转换	182
16.1 概 述	182
16.2 工作原理	183
16.3 内部 DAC	185
16.4 实 验	189
第 17 章 SPI	198
17.1 概 述	198
17.2 SPI Flash	203
17.2.1 W25Q16/W25Q32/W25Q64	204
17.2.2 特 性	205
17.2.3 功能描述	206
17.3 SPI Flash 实验	209
17.3.1 读 ID	209
17.3.2 擦除扇区	214
17.3.3 擦除芯片	219
17.3.4 读写数据	223
第 18 章 I ² C	228
18.1 概 述	228
18.2 协 议	228
18.3 AT24C02	231
18.4 实 验	233
第 19 章 Flash 存储控制器	243
19.1 概 述	243
19.2 存储器组织	245
19.2.1 LDROM APROM 和数据 Flash	246
19.2.2 用户配置区	246
19.2.3 存储器映射	246
19.2.4 支持 IAP 的系统存储器映射	247

19.2.5 不支持 IAP 功能的系统内存映射	249
19.3 启动选择	250
19.4 在应用编程(IAP)	251
19.5 在系统编程(ISP)	251
19.6 实 验	254
19.6.1 读写 Data Flash	254
19.6.2 读写 LDROM	258
19.6.3 读写 APROM	261
第 20 章 EBI	264
20.1 概 述	264
20.2 功能描述	264
20.3 实 验	270
第 21 章 模拟比较器	281
21.1 概 述	281
21.2 功能描述	281
21.3 实 验	285
第 22 章 触摸按键	290
22.1 概 述	290
22.2 功能描述	292
22.3 实 验	296
第 23 章 循环冗余校验	305
23.1 概 述	305
23.2 功能描述	308
23.3 实 验	309
第 24 章 DMA	316
24.1 概 述	316
24.2 功能描述	319
24.3 实 验	325
24.3.1 基本模式	325
24.3.2 Scatter-Gather 模式	331
24.3.3 串口接收数据	335

目 录

第 25 章 FPU	340
25.1 概 述	340
25.2 功能描述	341
25.3 实 验	343
第 26 章 DSP	347
26.1 概 述	347
26.2 功能描述	347
26.3 DSP 运行库的搭建	350
26.4 FFT 介绍	352
26.5 实 验	353
第 27 章 触摸屏	358
27.1 TFT 技术	358
27.2 TFT 中的 RGB	359
27.2.1 RGB 原理	361
27.2.2 RGB 格式	361
27.3 触摸屏	363
27.3.1 电阻式触摸屏	366
27.3.2 触摸控制 XPT2046	367
27.4 实 验	372
27.4.1 颜色显示	372
27.4.2 绘制图形	381
27.4.3 坐标校准	386
27.4.4 触摸描点	398
第 28 章 SD 卡	403
28.1 简 介	403
28.2 实 验	407
28.2.1 显示信息	407
28.2.2 显示容量	419
28.2.3 读写数据	422
第 29 章 FATFS	428
29.1 简 介	428

29.2 实 验	436
29.2.1 显示文件系统容量	436
29.2.2 读写文本	440
29.2.3 遍历根目录	447
29.2.4 格式化	450
第 30 章 文字显示	457
30.1 GB2312 简介	457
30.2 ASCII 简介	458
30.3 实 验	464
30.3.1 取模显示字体	464
30.3.2 字库显示字体	469
第 31 章 位图编解码	477
31.1 简 介	477
31.2 结 构	479
31.3 实 验	482
31.3.1 位图显示	482
31.3.2 屏幕截图	488
第 32 章 JPEG 解码	498
32.1 简 介	498
32.2 文件格式	500
32.3 解码过程	504
32.4 实 验	504
第 33 章 GIF 解码	508
33.1 简 介	508
33.2 实 验	509
第 34 章 RTOS	513
34.1 概 述	513
34.2 μ C/OS-II	516
34.2.1 简 介	516
34.2.2 创建工程	521
34.2.3 移植文件	526

目 录

34.3 实 验	535
34.3.1 任务调度	535
34.3.2 消息通信	541
第 35 章 μ CGUI	546
35.1 概 述	546
35.2 创建工程	548
35.3 触摸移植	553
35.4 μ COS 与 μ CGUI 合并	555
35.5 实 验	558
35.5.1 显示图文	558
35.5.2 自定义字体	564
35.5.3 校准参数	576
35.5.4 触摸输出	581
35.5.5 按键控制 LED 灯	592
第 36 章 无线串口	601
36.1 简 介	601
36.2 星形组网	602
36.3 握手协议	603
36.3.1 向从机 0~5 发送数据	604
36.3.2 从从机 0~5 获取数据	605
36.3.3 设置模块角色	606
36.4 实 验	607
附录 A 开发板原理图与实物照	623
附录 B 无线串口实物照	626
附录 C 单片机多功能调试助手	627
附录 D 无线串口调试助手	628
附录 E 源代码预览	629
参考文献	631

绪论

21 世纪是信息时代,电子技术的发展日新月异,随着各种新型数据传输接口技术及新器件的出现,单片机的发展进入百花齐放、百家争鸣的时期,世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机,从 8 位机、16 位机到 32 位机,从 MSP430、C51 到 ARM,数不胜数,应有尽有。未来单片机的走向很大程度上决定着大学生以后的就业以及公司研发产品的周期和性价比,因此了解单片机行业的发展是大势所趋。

那么单片机是什么呢? 单片微型计算机简称单片机,是典型的嵌入式微控制器(Micro Controller Unit, MCU),它最早是被用在工业控制领域。单片机由芯片内仅有 CPU 的专用处理器发展而来。最早的设计理念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中,使计算机系统更小,更容易集成进复杂的且对体积要求严格的控制设备中,如图 0.1.1 所示。Intel 的 Z80 是最早按照这种思想设计出来的处理器,从此以后,单片机和专用处理器的发展便分道扬镳。

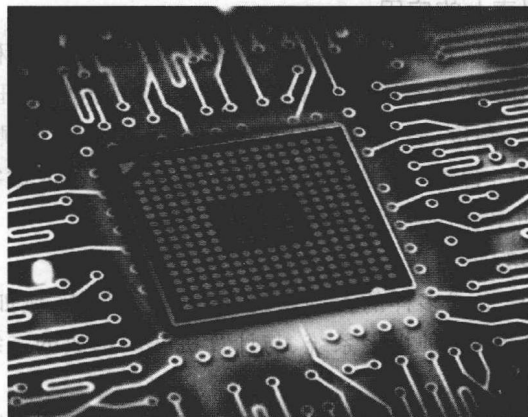


图 0.1.1 芯片集成度

早期的单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 Intel 的 8031,因简单可靠且性能不错而获得好评。此后,在 8031 基础上发展出了 MCS-51 系列单片机。基于这一系统的单片机直到现在还在广泛使用。随着工业控制领域要求的提高,开始出现了 16 位单片机,但因为性价比不理想并未得到广泛的应用。20 世纪 90 年代后,随着消费电子产品的大发展,单片机技术得到了很大提高。随着 Intel i960 系列特别

绪 论

是后来的 ARM 系列的广泛应用,32 位单片机迅速取代了 16 位单片机的高端地位而进入主流市场。而传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高,其处理能力比 80 年代提高了数百倍。目前,高端的 32 位单片机主频已经超过 2 GHz,性能直追当前的 Intel Core-i3,而普通型号的出厂价格跌落至 1 美元,最高端的型号也只有 10 美元。同时,单片机是世界上数量最多的“计算机”。现代人类生活中所用的电子和机械产品中几乎都会集成有单片机。手机、电话、计算器、家用电器、电子玩具、掌上电脑以及鼠标等计算机配件中都配有 1~2 个单片机。个人计算机中也会有为数不少的单片机在工作。汽车上一般配备 40 多个单片机,复杂的工业控制系统上甚至可能有数百个单片机在同时工作!单片机的数量远超过 PC 和其他计算机的总和,甚至比人类的数量还要多。

目前单片机渗透到我们生活的各个领域,几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制,计算机的网络通信与数据传输,工业自动化过程的实时控制和数据处理,各种智能 IC 卡的广泛使用,民用轿车的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等,这些都离不开单片机,更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。

1. 单片机的应用

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域,大致可分如下几个范畴。

1) 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制可使仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比采用电子或数字电路更加强大,例如精密的测量设备(功率计、示波器、各种分析仪)等。

2) 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统,例如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统、与计算机联网构成的二级控制系统等。

3) 在家用电器中的应用

可以这样说,现在的家用电器基本上都采用了单片机控制,从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩色电视机、音响视频器材,再到电子秤量设备,五花八门,无所不在。

4) 在计算机网络和通信领域中的应用

现代单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的条件。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制,从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信,到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线对讲机等。

5) 在医用设备领域中的应用 单片机在医用设备中的用途也相当广泛,例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

6) 在各种大型电器中的模块化应用 某些专用单片机设计用于实现特定功能,从而在各种电路中进行模块化应用,而不要求使用人员了解其内部结构。如音乐集成单片机,看似简单的功能微缩在纯电子芯片中(有别于磁带机的原理),就需要复杂的类似于计算机的原理;音乐信号以数字的形式存于存储器中(类似于 ROM),由微控制器读出,转化为模拟音乐电信号(类似于声卡)。在大型电路中,这种模块化应用极大地缩小了体积,简化了电路,降低了损坏、错误率,也便于更换。此外,单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

2. 单片机的发展趋势

作为一个炙手可热的产品,单片机未来的走势会是怎样的呢?作为一种应用型产品,无外乎节省、快速两个方面。在资源日益紧张的今天,节能已成为所用产品不可回避的话题,所以低功耗是未来单片机的一个重要方向。当今是一个效率社会,所以提速也是未来单片机的走向。

1) 低功耗 CMOS 化

MCS-51 系列的 8031 推出时的功耗达 630 mW,而现在单片机的功耗普遍都在 100 mW 左右。随着对单片机功耗要求的提高,现在单片机制造商基本都采用了 CMOS(互补金属氧化物半导体工艺),如 80C51 就采用了 HMOS(高密度金属氧化物半导体工艺)和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体工艺)。CMOS 虽然功耗较低,但其物理特征决定其工作速度不够高,而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点,具有这些特点的单片机更适合在要求低功耗的场合应用,如利用电池供电的场合。所以这种工艺将是今后一段时期单片机发展的主要途径。

2) 微型单片化

现在常规的单片机普遍都是将中央处理器 CPU、随机存取数据存储器 RAM、只读程序存储器 ROM、并行和串行通信接口、中断系统、定时电路、时钟电路集成在一块单一的芯片上,增强型的单片机集成了如 A/D 转换器、脉宽调制电路 PWM、看门狗 WDT,有些单片机将 LCD 驱动电路也集成在单一的芯片上,这样单片机包含的单元电路就更多,功能就更强大。单片机厂商甚至可以根据用户的要求为用户量身定做,制造出具有自己特色的单片机芯片。此外,现在的产品普遍要求体积小、重量轻,这就要求单片机除了功能强和功耗低外,还要求其体积要小。现在的许多单片机都具有多种封装形式,其中表面封装 SMD 越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

3) 主流与多品种共存

现在虽然单片机的品种繁多,各具特色,但仍以 80C51 为核心的单片机占主流,