

AVR单片机

自学笔记

范红刚 宋彦佑 董翠莲 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

AVR 单片机自学笔记

范红刚 宋彦佑 董翠莲 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 ATmega128 单片机为核心,结合作者多年教学和指导大学生电子设计竞赛的经验编写而成。

本书继续保持《51 单片机自学笔记》一书的写作风格。以任务为中心,并在书中配有多幅卡通图片,以轻松诙谐的语言渐进式地讲述了 AVR 单片机的使用方法。本书不但讲述了 AVR 单片机的常用知识,还重点讲述了 BootLoader 及嵌入式操作系统 AVRX 的使用方法,更为重要的是书中还包括单色图形液晶屏绘图函数库的应用,同时将许多实际应用中的设计内容及调试经验融入到本书。

本书既可以作为单片机爱好者的自学用书,也可以作为大中专院校自动化、电子和计算机等相关专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

AVR 单片机自学笔记/范红刚,宋彦佑,董翠莲编著

—北京:北京航空航天大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5124-0834-0

I. ①A… II. ①范…②宋…③董… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 121163 号

版权所有,侵权必究。

AVR 单片机自学笔记

范红刚 宋彦佑 董翠莲 编著

责任编辑 陈 旭

*

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:23.5 字数:501 千字

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0834-0 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

为什么写这本书

最初的想法是想让中国的高等教育越来越好,后来发现自己真的很渺小,能够实际做的事情很有限。所以,就想还是先从小事做起,于是就培训学生单片机应用技术,但是发现没有特别理想的书籍,就自己动手写。2010年写了《51单片机自学笔记》一书,经过与多家出版社联系,最终由北京航空航天大学出版社出版,出版后受到读者的好评,这增加了笔者的信心。所以,就想多写几本,于是就写这本《AVR单片机自学笔记》。

本书的特色

《51单片机自学笔记》一书是国内第一本在书中插入漫画并以神话故事开篇的单片机书籍,而这本《AVR单片机自学笔记》将继续保持《51单片机自学笔记》一书中的很多优点。具体体现在以下几个方面:

- (1) 书中插入了大量漫画,使得原本枯燥的知识变得鲜活,让学习者在轻松的环境下掌握 AVR 单片机应用技术。
- (2) 万事万物都有相通性,所以本书举了很多生活实例,这样便于读者快速理解掌握 AVR 单片机应用技术。
- (3) 语言通俗,很多内容以讲述的方式叙述了 AVR 单片机技术的应用,让读者有亲切感,便于理解掌握。
- (4) 书中的全部程序均已经调试通过,大部分程序都有详细注释。

出书计划

下一步打算出版的图书:

- ▶ 《C语言与51单片机同行》。本书是给那些既没有单片机基础也没有太好C语言基础的读者准备的单片机入门书。
- ▶ 《数字电子可以这样学》。由于很多读者在学习单片机时发现自己的电子技术知识不扎实,所以这本书是给许多单片机爱好者补习数字电子知识的入门书。
- ▶ 《STM8单片机学习笔记》和《STM32学习笔记》。意法半导体公司的芯片的



应用越来越多,相关书籍的数量比较少,所以写这两本书。

致 谢

感谢王振龙先生引领笔者走上单片机之路。

感谢黑龙江科技学院的葛天孝老师为本书的编写风格和内容安排等提出了许多宝贵的意见,并指导完成本书的写作。

感谢笔者的学生、朋友和战友张洋为本书所做的一切辛苦工作!

感谢黑龙江科技学院自动化 08-4 班的肖彤同学为本书画的大量漫画插图,给读者带来了轻松愉悦的阅读氛围。

感谢黑龙江科技学院实训中心的杜林娟老师,她帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作。

感谢黑龙江科技学院机械学院的董金波老师,她帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作(编写了第 1 章、第 10 章和第 2 章及第 9 章的大部分内容)。

感谢黑龙江科技学院电信学院的时颖老师,她帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作。

感谢黑龙江科技学院电信学院的崔崇信老师,他帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作(编写了第 3 章、第 4 章和第 5 章及第 6 章的大部分内容)。

感谢黑龙江科技学院电信学院的房俊杰老师,她帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作。

感谢黑龙江科技学院电信学院的王安华老师付出了很多努力,他帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作。

感谢黑龙江科技学院电信学院的尚春雨老师,他帮助完成了多个章节的编写和资料整理工作。

感谢黑龙江科技学院电信学院的学生:李雍、曲畅、秦振东、曾超、王一茹、姚纪元、范斌华、沈宗宝、魏永超、张磊、欧航、周海武、王亚楠等同学在参加培训时反馈了很多非常有价值的问题,笔者将这些问题整理后写入书中,丰富了本书的内容。

特别要感谢北京航空航天大学出版社的大力支持和帮助,才保证本书的正常出版。

最后,感谢这些年来一直关心、支持和帮助我的亲人、朋友、同学、同事和学生。

获得书中资源和学习板

很多朋友都问笔者如何才能学好单片机?其实,也很简单,就是先爱上它,然后实际编程反复练习就可以了。为了配合读者学习,笔者开通了以下网上平台,读者可以与作者交流:

- (1)“单片机同盟会”学习交流小组。该小组的“文件共享”中可以下载与本书相关的资料(如绘图函数库程序、本书大部分程序的电子版、软件等),同时可以发帖与众多单片机爱好者进行学习交流。“单片机同盟会”学习小组的网址:<http://xiaozu.renren.com/xiaozu/255487>(说明:需要注册人人网的账

- 号才可以加入该小组)。
- (2) 与本书配套的实验板的唯一指定购买网店:<http://shop60932224.taobao.com/>(实验板与本书配套,后续开发的板子会与课后习题兼容配套)。
 - (3) 腾讯微博:http://t.qq.com/fanhonggang_501(有关本书课后习题的解决方案、程序、读者反馈的问题及部分实验讲解视频的更新会在腾讯微博上发布)。
 - (4) 读者反馈信箱:fhg2002@126.com。

作 者

2012年3月

于黑龙江科技学院

目 录

第 1 章 AVR 单片机及其开发环境简介	1
1.1 什么是单片机	1
1.2 单片机都能干什么	2
1.3 学单片机一定要从 51 单片机开始吗	2
1.4 AVR 单片机“强”在哪儿	3
1.5 AVR 8 位单片机的家族成员	4
1.5.1 AVR 单片机的型号列表	4
1.5.2 选择哪一款单片机还得自己做主	7
1.6 简单介绍本书的主角——ATmega128	8
1.6.1 ATmega128 单片机的主要性能	8
1.6.2 ATmega128 单片机的引脚说明	10
1.7 AVR 单片机集成开发环境的安装	11
1.7.1 WinAVR 的安装	11
1.7.2 AVRStudio 的安装	14
1.7.3 下载软件	17
1.8 用什么语言和 AVR 单片机交流	18
1.8.1 还是先从汇编语言谈起吧	18
1.8.2 强大的 C 语言能否一统天下	19
1.9 实验设备	19
1.9.1 最小系统板	19
1.9.2 本书所用的实验开发板	21
1.9.3 下载线	21
1.10 一个古老神灯的闪烁例程	22
1.10.1 一个 LED 灯闪烁的硬件电路	22
1.10.2 开发软件使用	23
1.11 介绍一下笔者的学习过程及心得	26
1.11.1 笔者是如何“上 AVR 道”儿的	26
1.11.2 最快的学习方法就是跟随成功者的脚步	27



1.11.3 谁没郁闷过	27
1.11.4 欢迎加入“单片机同盟会”	27
第2章 重温C语言	29
2.1 C语言的四梁八柱——C语言的结构	29
2.1.1 C语言的基本结构	29
2.1.2 C语言的执行过程	31
2.2 C语言的基本字符、标识符和关键字	32
2.3 从储物盒想起C语言中的基本数据类型	34
2.3.1 常量与变量	34
2.3.2 整型数据	36
2.3.3 字符型数据	37
2.3.4 实型数据	38
2.4 C语言中的运算符	38
2.4.1 谁不懂“复制”啊——赋值运算符	39
2.4.2 加、减、乘、除少不了——算术运算符	39
2.4.3 加、减的另一种表示——增量和减量运算符	40
2.4.4 谁大谁小要弄清——关系运算符	40
2.4.5 与、或、非——逻辑运算符	41
2.4.6 位运算符	42
2.4.7 复合赋值运算符	45
2.4.8 条件运算符	45
2.4.9 指针和地址运算符	46
2.4.10 强制类型转换运算符	46
2.5 利益共同体——函数	48
2.5.1 函数究竟是什么	48
2.5.2 系统库函数	48
2.5.3 用户自定义编写的函数	49
2.5.4 变量的势力范围和生命时间	53
2.6 程序结构和流程控制语句	58
2.6.1 按部就班——顺序结构	59
2.6.2 人生的十字路口——选择结构	59
2.6.3 小毛驴拉完磨就放你回去——循环结构	64
2.7 物以类聚说数组	72
2.7.1 一行大树——一维数组	72
2.7.2 两行民宅——二维数组	74

2.7.3	字符数组	78
2.7.4	数组与函数	80
2.8	指桑骂槐言指针	84
2.8.1	环顾左右而言它——指针究竟在指谁	84
2.8.2	指针与一维数组	86
2.8.3	指针与二维数组共同演绎万能跑马灯	87
2.8.4	指针与字符串	89
2.8.5	指针与函数	90
2.9	结构体	91
2.9.1	结构体类型的声明和变量的定义	91
2.9.2	结构变量的初始化	93
2.9.3	对结构体各成员的访问与使用	94
2.10	共用体	96
2.10.1	共用体如何定义	97
2.10.2	用共用体变量点亮 LED 小灯	97
2.11	枚举类型	99
2.11.1	枚举类型如何定义	99
2.11.2	枚举类型取值	100
2.11.3	枚举类型应用实例	100
2.12	typedef 与 #define	101
2.12.1	宏定义 #define	101
2.12.2	用 typedef 定义用户自己的类型	103
第 3 章	AVR 的触角——I/O 口的应用	104
3.1	8 个 LED 闪烁	104
3.1.1	功能描述	104
3.1.2	硬件电路设计	105
3.1.3	程序设计	105
3.1.4	关于 I/O 口的那些小问题的讨论	106
3.2	LED 小灯万能闪	108
3.2.1	数组在 LED 小灯闪烁中的应用	108
3.2.2	用 for 循环控制 LED 小灯闪烁	109
3.2.3	用指针控制 LED 小灯闪烁	110
3.3	LED 数码管的应用	110
3.3.1	点亮一个 LED 数码管	111
3.3.2	LED 数码管显示段码	112



3.3.3	单个数码管显示数字 0~9	113
3.3.4	数码管上显示 0~99	114
3.3.5	数码管上显示 0~9 999	116
3.4	独立按键的应用	120
3.4.1	如何对付按键抖动	120
3.4.2	按键如何指挥跑马灯	121
3.4.3	按键与数码管联手	125
3.4.4	如何让 CPU 不再傻傻地等按键	127
第 4 章	外部中断的应用	129
4.1	中断与生活中的那些事儿	129
4.2	与中断相关知识简介	129
4.3	与外部中断相关的寄存器	132
4.3.1	外部中断控制寄存器 EICRA	132
4.3.2	外部中断控制寄存器 EICRB	132
4.3.3	外部中断屏蔽寄存器 EIMSK	133
4.3.4	外部中断标志寄存器 EIFR	134
4.4	外部中断应用举例	134
4.4.1	外部中断在按键控制中的应用	135
4.4.2	外部中断在循迹小车上的应用	137
第 5 章	定时器/计数器的应用	141
5.1	8 位定时器/计数器 T0(T2)	141
5.1.1	定时器定时实现 LED 的闪烁	141
5.1.2	定时器定时制作简易数字电子时钟	146
5.1.3	定时器 T0 的计数功能	151
5.1.4	定时器 T0 的 PWM 功能	155
5.2	16 位定时器/计数器 T1(T3)	163
5.2.1	定时器 T1 工作在普通定时方式	163
5.2.2	定时器 T1 的 PWM 功能产生正弦波	165
第 6 章	模/数转换器 ADC 的应用	170
6.1	10 位 A/D 模块概述	170
6.2	与 ADC 相关的寄存器	171
6.3	应用举例	175
6.3.1	简易电压表的设计	175

6.3.2 温度采集系统	177
第 7 章 同步串行通信 SPI 接口	183
7.1 SPI 接口简介	183
7.2 互换信物——SPI 的传输原理	183
7.3 里应外合——SPI 接口工作起来了	184
7.3.1 SPI 模块用到的外部引脚设置	184
7.3.2 SPI 接口相关寄存器设置	185
7.4 SPI 接口应用举例	188
7.4.1 两片 AVR 单片机通过 SPI 接口通信(查询法)	188
7.4.2 两片 AVR 单片机通过 SPI 接口通信(中断法)	192
7.4.3 AVR 单片机通过 SPI 接口控制数模转换器 MAX531	195
第 8 章 通用串行接口 USART 的应用	201
8.1 实现串行通信要解决的两个问题	201
8.2 USART 的相关寄存器简介	202
8.3 USART 串行口应用举例	207
8.3.1 两片单片机之间通信	207
8.3.2 单片机与 PC 机通信	210
第 9 章 TWI(I²C)总线接口的应用	212
9.1 TWI(I ² C)总线接口简介	212
9.2 TWI(I ² C)总线是怎么工作的	213
9.3 TWI(I ² C)总线相关寄存器	214
9.4 TWI(I ² C)总线主机发送从机接收过程分解	217
9.5 TWI(I ² C)总线应用举例	218
第 10 章 其他片内外设资源的应用	223
10.1 模拟比较器的应用	223
10.1.1 模拟比较器相关的寄存器	224
10.1.2 模拟比较器在电源电压监测中的应用	226
10.2 EEPROM 的应用	227
10.2.1 EEPROM 相关寄存器	228
10.2.2 EEPROM 存储器应用举例	230
10.2.3 avr-libc 提供的 EEPROM 库函数应用举例	232
10.3 看门狗定时器	233



10.3.1	看门狗定时器控制寄存器 WDTCR	234
10.3.2	看门狗应用举例	235
10.3.3	avr-libc 提供的看门狗库函数应用举例	236
10.4	电源管理及睡眠	238
10.4.1	睡眠模式的设置	239
10.4.2	降低系统功耗的方法	241
10.4.3	avr-libc 提供的睡眠库函数应用举例	242
10.5	熔丝位及锁定位的设置	245
10.5.1	锁定位的设置	246
10.5.2	扩展熔丝位的设置	247
10.5.3	熔丝位高字节的设置	248
10.5.4	熔丝位低字节的设置	249
第 11 章	BootLoader 引导加载功能的应用	253
11.1	AVR 单片机中的 BootLoader 功能简介	253
11.1.1	可以这样理解 BootLoader	253
11.1.2	ATmega128 单片机中 BootLoader 功能的设置	254
11.1.3	avr-libc 对 BootLoader 功能的支持	255
11.2	应用 BootLoader 更新升级用户程序	255
11.2.1	硬件电路设计	256
11.2.2	引导加载程序设计及操作过程简介	256
第 12 章	实时操作系统 AVRX 的应用	270
12.1	实时操作系统和生活中的那些事儿	270
12.2	感受 AVRX 操作系统之好	271
12.2.1	不使用 AVRX 操作系统的设计实例	271
12.2.2	使用 AVRX 操作系统重新设计上例中的程序	274
12.3	AVRX 实时操作系统来龙去脉	277
12.3.1	如何获得 AVRX	277
12.3.2	在 AVR Studio4 下应用 AVRX 操作系统	279
12.4	AVRX 实时操作系统功能介绍	284
12.4.1	AVRX 操作系统的运行机理	284
12.4.2	AVRX 简介	286
12.4.3	AVRX 中任务的结构	287
12.4.4	基于 AVRX 的程序执行分析及延时的原理	290
12.4.5	信号量的应用	292

12.4.6 消息的应用·····	296
第 13 章 12864LCD 及其绘图函数库的应用 ·····	304
13.1 12864LCD(CO0511FPD-SWE)液晶简介·····	304
13.1.1 12864LCD(CO0511FPD-SWE)液晶接口·····	304
13.1.2 12864LCD(CO0511FPD-SWE)液晶与 AVR 单片机的接口电路 ·····	305
13.1.3 12864LCD(CO0511FPD-SWE)8080 并行模式总线读/写时序 ·····	306
13.1.4 12864LCD(CO0511FPD-SWE)6800 并行模式总线读/写时序 ·····	308
13.1.5 12864LCD(CO0511FPD-SWE)串行模式总线读/写时序 ·····	309
13.2 12864LCD 液晶(CO0511FPD-SWE)显示字符 ·····	312
13.2.1 12864LCD(CO0511FPD-SWE)液晶屏上显示的“点”的排列 ·····	312
13.2.2 写入液晶的数据与在液晶上显示的位置及效果的对应关系 ·····	313
13.2.3 如何设置页地址和列地址·····	313
13.2.4 如何在液晶上显示一个数字“7” ·····	315
13.2.5 何时需要重新设置页地址和列地址·····	316
13.2.6 液晶显示数字“7”程序的另一个版本 ·····	316
13.2.7 完整的显示数字“7”的程序 ·····	318
13.2.8 CO0511FPD-SWE 液晶命令汇总 ·····	325
13.3 12864LCD 液晶(CO0511FPD-SWE)显示汉字 ·····	326
13.4 12864LCD 液晶(CO0511FPD-SWE)显示图片 ·····	330
13.5 12864LCD 液晶(CO0511FPD-SWE)上画点 ·····	332
13.6 12864LCD 液晶(CO0511FPD-SWE)上画直线 ·····	333
13.6.1 画一条水平线·····	334
13.6.2 画一条 45°直线 ·····	334
13.6.3 画一条垂直直线·····	335
13.6.4 画一条任意方向的直线·····	338
13.7 绘图函数库·····	340
13.7.1 绘图库简介·····	341
13.7.2 绘图库函数简介·····	342
13.7.3 绘图库函数应用举例·····	344
参考文献 ·····	360

第 1 章

AVR 单片机及其开发环境简介

这一章是写给初学者的,帮助初学者弄清楚,什么是单片机、学单片机有什么用,在众多单片机中为什么要学习 AVR 单片机,传说中的 AVR 究竟“强”在哪儿,AVR 单片机的型号如此之多该如何选择以及开发软件的安装使用等问题。当然,本章只要简单浏览即可,不需要详细研究,很多术语、参数指标、型号都不需要背下来,只要了解即可,等到后面各个章节中具体讲到相关内容时再详细研究。

1.1 什么是单片机

单片机是微型计算机的一个分支。它是在一块芯片上集成了 CPU、内存(RAM)、程序存储器(ROM)、输入/输出接口的微型计算机可以叫它微型电脑毫不过分,很多维修的师傅就直接叫它电脑。因为它具有电脑的所有基本组成部件,只不过没有常用的台式机或者电脑强大而已。例如要控制和显示电饭锅的温度,笔者相信没人会装一个台式机,一是浪费,二是台式机的体积和成本太大了,而单片机恰恰是为这样的控制而设计的,成本低廉体积小。目前大部分单片机还集成诸如通信接口、定时器,A/D 等外围设备。而现在最强大的单片机系统甚至可以将声音、图像、网络、复杂的输入/输出系统集成在一块芯片上。

早期的单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 INTEL 的 8031,因为简单可靠且性能不错获得了好评。此后在 8031 上发展出了 MCSI-51 系列单片机系统,基于这一系统的单片机系统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很广泛的应用。20 世纪 90 年代后随着消费电子产品大发展,单片机技术得到了巨大的提高。随着 INTEL 的 i960 系列特别是后来的 ARM 系列的广泛应用,32 位单片机迅速取代 16 位单片机的高端地位,并且进入主流市场。而传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高,处理能力比起 20 世纪 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 1 GHz,性能直追 20 世纪 90 年代中期的专用处理器,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。当代单片机系统已经不只是在裸机环境下开发和使用,大量专用的嵌入式操作系统也广泛应用在全系列的单片机上。而作为掌上电脑、手机和智能家电等核心处理的高端单片机甚至可以直接使用专用的

Windows、Linux 或者其他嵌入式操作系统。

1.2 单片机都能干什么

单片机都能干什么?许多初学者会有这样的问题。单片机以其高可靠性(算得快)、高性价比(价格低)、低电压(纽扣电池即可工作,台式机和笔记本这样的电老虎就用不起电池了。有的朋友会说我喜欢用交流电,那么当你设计一个可以随身携带的高级电子表时,毕竟没有随身的交流电,这时低功耗正体现了 AVR 的特点,虽然 AVR 不是世界上最低功耗的单片机,但是在低功耗的性能上还是很优秀的)、低功耗(一个纽扣电池在间歇工作情况下可以使用几年)等一系列优点,近几年得到迅猛发展和大范围推广,具体应用举例如图 1-1 所示。单片机广泛应用于工业控制系统(各种控制器等)、数据采集系统(如温度采集系统)、智能化仪器仪表(电表水表等)、通信设备(无线抄表系统)、商业营销设备(景点解说器)、医疗电子设备(心跳监护仪)、日常消费类产品(电磁炉)、玩具(遥控小车)、汽车电子产品等(超声波倒车测距),并且已经深入到工业生产的各个环节以及人民生活的各个层次中。现代人们的家庭中至少有几个到数十个的单片机系统(如全自动豆浆机、电磁炉、带自动定时的微波炉等)。汽车上一般配备几十个单片机,复杂的工业控制系统(如矿泉水生产流水线上甚至可能有数百个单片机在同时工作!单片机的数量不仅远超过 PC 机,甚至比人类的数量还要多,应该说肯定比人多,因为每个人家里都有好几个单片机控制的家电。

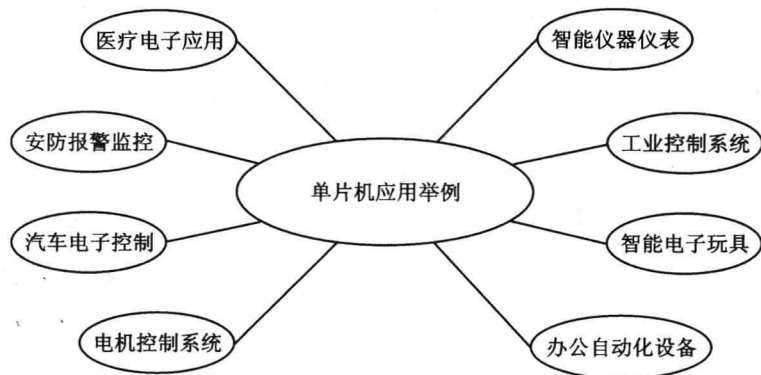


图 1-1 单片机的应用举例

1.3 学单片机一定要从 51 单片机开始吗

现在单片机的型号非常多,许多学生曾经问过笔者学单片机究竟从哪个型号学起好呢?其实,从哪个型号学都可以,只是在中国许多高校都在讲 51 单片机,其资料

比较多,而且内部“部件”相对较少,比较容易入门,而且就目前中国的芯片使用量来看,51单片机的用量仍然是非常大的。因此,笔者建议从51单片机开始入门学习。当然,也可以直接学习AVR单片机或者其他型号的单片机,因为现在的书籍很多,资料也比较容易得到。所以,关于从什么型号开始学还是主要取决于学习者想将这个单片机应用在什么项目中,选择一款适合该项目的单片机即可。既然选择了这本《AVR单片机自学笔记》,那么,就从AVR单片机学起吧!

【练习 1.3.1】:你还知道哪些常用的单片机?

1.4 AVR 单片机“强”在哪儿

AVR单片机功能相当强大。接下来就一起细数AVR的强大之处。初学者如果对下面的部分术语不清楚,请忽略它,知道有这么回事儿就可以,千万不要死记硬背,要是死记硬背就把知识学死了,就不能发挥你强大的创造能力了,就如同你学计算机一样,不能死记硬背第一下鼠标点哪里第二下点哪里,那样永远都学不会使用计算机,当我们一起学到后续章节的具体内容时就会更加清楚AVR的强大了,并且把那些陌生的词汇通过本书,渐渐地熟悉并且知道那些词汇的具体含义,理解后记忆并掌握。

AVR单片机是1997年由ATMEL公司研发的内置Flash的RISC精简指令集高速8位单片机。AVR单片机具有多种频率的内部RC振荡器、上电自动复位、看门狗、启动延时等功能,使得电路设计变得非常简单,并且内部资源丰富,一般都集成模/数转换器、SPI、PWM、USART、TWI通信口和丰富的中断源等(这里出现了好多的新词汇,先不管它继续往下看)。其特性和特点简介如下:

(1) AVR单片机采用具有独立的数据总线和程序总线的哈佛体系结构,采用流水线方式执行程序指令,极大地提高了指令的执行效率,大部分指令可在一个时钟周期内完成。理论上其执行速度是传统的80C51单片机的12倍,实际上在10倍左右。

(2) AVR单片机I/O结构的设计使得外部电子元件数量可以达到最小化(也就是说除了单片机一个芯片外,不需要太多的其他电子元件就可以达到设计的目的),其I/O端口全部带可设置的上拉电阻、可单独设定为输入或输出、可设定为高阻输入、驱动能力强(输入/输出可达20 mA)等特性,可直接驱动数码管、LED、小型继电器等。

(3) AVR单片机内嵌高质量的Flash程序存储器,擦写方便,可反复擦写1 000~10 000次,支持ISP和IAP,便于产品的调试、开发、生产、更新(也许读者听说老的单片机程序只能写一次就报废了,或者有些老的51单片机要再写入程序时需要用紫外线擦除,费时费力,AVR更新程序就像往U盘里复制和删除文件一样容易)。内嵌长寿命的EEPROM可长期保存关键数据,避免断电丢失。片内大容量的RAM(内



存)有效支持使用高级语言开发系统程序而不用担忧内存不够用的问题。

(4) AVR 单片机片内具备多种独立的时钟分频器,可通过软件设定分频系数,提供多种档次的定时时间。AVR 单片机中的定时器/计数器可双向计数产生三角波,再与输出比较匹配寄存器配合,产生占空比可变、频率可变、相位可变的脉冲调制输出 PWM。PWM 这个功能可以让喜欢控制电机的朋友很开心,例如小车巡线转弯时调节内外侧两个轮子的时速时就会用到 PWM 功能。

(5) 片内有多通道 10 位 A/D 转换器,处理模拟信号时得心应手;串行异步通信 USART 不占用定时器和 SPI 传输功能;具有多个固定的中断向量入口,因此可快速响应中断。

1.5 AVR 8 位单片机的家族成员

AVR 单片机的家族成员很多,主要包括 TinyAVR、MegaAVR、LCD AVR、USB AVR、DVR、RF AVR、SecureAVR、FPGA AVR 等类别,可适用于各种不同场合的要求。

1.5.1 AVR 单片机的型号列表

AVR 单片机的具体型号如表 1-1 所列。表中的型号和参数很多,这个表之所以放在此处是想告诉读者 AVR 8 位单片机家族很庞大;此外,这个表的另一个作用是选择单片机时便于比较和查找,读者可根据各个单片机的特点选择一款适合自己的。

表 1-1 AVR 单片机家族成员列表

	AVR	Flash /KB	EEPROM /字节	RAM /字节	I/O 引脚	SPI	UART	TWI	8 位 定时器	16 位 定时器	A/D 通道	时钟 频率/MHz
TINY AVR	ATtiny11	1	—	—	6	—	—	—	1	—	—	0~6
	ATtiny12	1	64	—	6	—	—	—	1	—	—	0~8
	ATtiny13	1	64	64	6	—	—	—	1	—	4	0~16
	ATtiny15L	1	64	—	6	—	—	—	2	—	4	1.6
	ATtiny26	2	128	128	16	—	—	—	2	—	11	0~16
	ATtiny28	2	—	—	20	—	—	—	1	—	—	0~4
	ATtiny2313	2	128	128	18	—	1	—	1	1	—	0~16
	AT90S1200	1	64	—	15	—	—	—	1	—	—	0~12
	AT90S2313	2	128	128	15	—	1	—	1	1	—	0~10
	AT90S2323	2	128	128	3	—	—	—	1	—	—	0~10
	AT90S2343	2	128	128	4	—	—	—	1	—	—	0~10