



普通高校“十二五”规划教材

单片机原理及应用

——基于Keil及Proteus

○ 主 编 周 洪 周旭欣

○ 副主编 吴国辉



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

单片机原理及应用 ——基于 Keil 及 Proteus

主 编 周 淇 周旭欣

副主编 吴国辉

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 AT89C51 为典型机深入浅出地讲述单片机的结构、基本原理、硬件资源及单片机的应用技术。主要内容包括:单片机的基础知识、内外系统结构、汇编指令、中断与定时/计数器、串口通信、系统接口、应用系统设计等。

本书在单片机传统教学体系的基础上进行了较大改进。第一体现在编排方式上,书中以 51 单片机汇编语言作为贯穿全书各章节的主线,有机融入集成开发软件 Keil 和单片机仿真软件 Proteus 的使用方法,并将它们应用于例题中,直观显示应用结果,实现了教学内容的可视化。第二体现在内容上,本书加入了新型或当前主流外部设备的原理介绍及仿真,包括 LED 点阵、LCD1602、DS18B20、DS1302 等。

本书可作为高等工科院校计算机类、电气与电子信息类、机电一体化类、机械类等相关专业的本科教材,也可供从事单片机应用研究与开发的技术人员及普通读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用:基于 Keil 及 Proteus / 周淇,
周旭欣主编. -- 北京:北京航空航天大学出版社,
2014. 1

ISBN 978-7-5124-1320-7

I. ①单… II. ①周… ②周… III. ①单片微型计算
机—系统开发 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 283040 号

版权所有,侵权必究。

单片机原理及应用——基于 Keil 及 Proteus

主 编 周 淇 周旭欣
责任编辑 李 宁 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:goodtextbook@126.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:22.25 字数:474 千字

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

ISBN 978-7-5124-1320-7 定价:42.00 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

单片机作为计算机的一个重要分支,具有普通计算机不具备的一系列优点。其体积小,功能强,可靠性高,价格低,性能稳定,被广泛应用于智能仪器仪表、自动控制、通信系统、家用电器和计算机外围设备等。此外,单片机嵌入式系统还在农业、化工、军事、航空航天等领域得到广泛应用。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工程技术人员。了解单片机的知识并掌握其应用技术具有重要的意义。

目前,单片机的种类繁多,虽然近十年来开发出了16位和32位产品,但是在目前乃至今后相当长的时间内,8位产品仍然会有相当的市场。其中,Atmel公司的51内核系列单片机与Intel公司的MCS-51单片机在结构体系、指令系统方面完全兼容,而且MCS-51系列8位单片机教学内容稳定,实验设备成熟。因此,本书以基于51内核的AT89C51为典型机深入浅出地讲述单片机的结构、基本原理、硬件资源及单片机的应用技术。

全书共分5章。第1章单片机的基本知识,这一章中主要介绍了什么是计算机系统、计算机中数据的表示、数据的运算、单片机的内部结构、单片机的类型及单片机的应用系统等;第2章单片机的硬件结构和功能,这一章主要介绍了单片机的一般结构、存储器组织、I/O接口的结构和功能、定时/计数器的结构和功能、中断系统结构和功能、时钟电路和CPU定时、单片机工作方式等;第3章单片机的指令系统及Keil集成开发环境,这一章介绍了常用的伪指令、寻址方式、111条51单片机指令以及Keil集成开发环境简介;第4章51系列单片机汇编语言程序设计方法,这一章主要介绍了5种结构的程序设计方法:顺序程序结构、分支程序结构、循环程序结构、子程序及参数传递、中断程序等,并且大部分例题都采用Keil集成开发环境进行结果显示;第5章51系列单片机接口应用及Proteus仿真,这一章首先简单介绍了Proteus仿真软件,然后介绍了51系列单片机的内部接口及定时器的应用、并行扩展、存储器扩展、74系列器件的接口技术及应用、单片机与8155芯片的接口技术及应用、LED键盘/显示专用电路接口技术及应用、LED点阵显示电路接口技术及应用、LCD显示电路接口及应用、A/D—D/A器件接口技术、单片机与DS1302芯片的接口技术、单片机与温度传感器DS18B20芯片的接口技术,并且大部分例题在Proteus下进行了仿真,并给出仿真结果。以上内容可根据教学需求选择使用。

本书采用教、学、做相结合的教学模式,系统、全面、深入浅出地介绍 MCS-51 单片机应用中所需的基础知识和基本技能,并通过应用实例分析,将复杂的原理变为直观易懂的内容,以指导读者学习、开发和使用单片机。

本书由南昌航空大学周淇、周旭欣老师任主编。其中,周淇老师编写了第 1、3 章,周旭欣老师编写了 4、5 章,并负责全书的图及统稿;吴国辉老师编写了第 2 章。在本书的编写过程中得到了万卫强老师的大力支持,在这里表示感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月 8 日

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 计算机系统概述	1
1.1.1 计算机	1
1.1.2 微型计算机	2
1.1.3 单片微型计算机	2
1.1.4 嵌入式系统	3
1.1.5 计算机的发展与分类	6
1.2 单片机数据表示方法	6
1.2.1 数制及其转换	6
1.2.2 单片机中的常用编码	9
1.2.3 单片机中数的表示方法	11
1.3 单片机中的数据运算	17
1.3.1 算术运算	17
1.3.2 逻辑运算	20
1.4 单片机的内部结构	21
1.4.1 中央处理器	22
1.4.2 存储器	24
1.4.3 输入/输出接口	26
1.4.4 总 线	27
1.5 单片机的类型和典型单片机产品	27
1.5.1 单片机的类型和特点	27
1.5.2 典型单片机产品	29
1.6 单片机的应用和应用系统结构	31
1.6.1 单片机的应用	31
1.6.2 单片机应用系统结构	33
习 题	34
第 2 章 51 系列单片机硬件结构和功能	36
2.1 总体结构	36

2.1.1	51 系列单片机的总体结构	36
2.1.2	51 系列单片机的引脚定义及功能	38
2.2	存储器的组织结构及功能	40
2.2.1	程序存储器	41
2.2.2	内部数据存储器	42
2.2.3	外部数据 RAM 和 I/O 口	48
2.3	I/O 接口的结构及功能	48
2.3.1	并行接口的结构及功能	48
2.3.2	串行接口的结构及功能	53
2.4	定时/计数器的结构及功能	53
2.4.1	定时/计数器的结构	54
2.4.2	定时/计数器方式寄存器和控制寄存	55
2.4.3	T0、T1 的工作方式和内部结构	57
2.4.4	定时/计数器 T2 的功能和使用方法	59
2.5	中断系统的结构及功能	63
2.5.1	中断系统结构	64
2.5.2	中断源	64
2.5.3	中断控制	66
2.5.4	中断响应过程	68
2.5.5	中断服务程序的现场保护和恢复	69
2.5.6	中断请求的撤出	69
2.6	时钟、时钟电路、CPU 定时	70
2.6.1	CMOS 型 51 单片机时钟电路	71
2.6.2	CPU 时序	71
2.7	单片机工作方式	73
2.7.1	复位方式与复位电路	73
2.7.2	程序执行方式	74
2.7.3	省电工作方式	75
2.7.4	CHMOS 型单片机节电工作方式	76
	习 题	78

第 3 章 51 系列单片机指令系统及 Keil 集成开发环境

3.1	指令系统和指令格式	79
-----	-----------------	----

3.1.1 指令系统的概念	79
3.1.2 指令格式和常用伪指令	80
3.2 指令寻址方式	84
3.2.1 操作数寻址方式	84
3.2.2 指令地址寻址方式	87
3.2.3 位寻址方式	89
3.3 指令状态标志和类型	90
3.3.1 指令状态标志	90
3.3.2 指令类型	91
3.4 数据传送指令	92
3.4.1 内部数据传送指令	93
3.4.2 外部数据存储器传送指令	98
3.4.3 查表指令	99
3.5 算术运算指令	101
3.5.1 加减指令	101
3.5.2 乘除指令	105
3.6 逻辑运算指令	105
3.6.1 ACC 的逻辑操作指令	105
3.6.2 两个操作数的逻辑操作指令	108
3.7 位操作指令	110
3.7.1 位变量传送指令	110
3.7.2 位变量修改指令	111
3.7.3 位变量逻辑操作指令	111
3.8 控制转移指令	112
3.8.1 绝对转移指令	112
3.8.2 条件转移指令	115
3.8.3 调用、返回及空操作指令	118
3.9 Keil μ Vision4 集成开发环境简介	121
3.9.1 μ Vision4 项目管理窗口	121
3.9.2 μ Vision4 的菜单栏	122
3.9.3 μ Vision4 工具栏	128
3.9.4 μ Vision4 的管理配置	132
3.9.5 μ Vision4 的各种常用窗口	136

3.9.6	用 μ Vision4 创建项目	140
3.9.7	项目仿真和调试	143
习 题	145
第 4 章	51 系列单片机汇编语言程序设计方法.....	147
4.1	单片机系统程序结构及设计过程	147
4.1.1	程序总体构成	147
4.1.2	程序设计过程	150
4.2	顺序程序结构设计	150
4.3	分支程序结构设计	152
4.3.1	基本分支结构程序设计	152
4.3.2	多分支结构程序设计	154
4.4	循环结构程序设计	157
4.4.1	单重循环程序	158
4.4.2	多重循环程序	159
4.4.3	已知循环次数结构程序设计	159
4.4.4	未知循环次数结构程序设计	160
4.5	子程序设计及参数传递方法	161
4.5.1	子程序的调用与返回	162
4.5.2	子程序的参数传递	163
4.6	中断程序设计	169
4.6.1	中断的初始化	169
4.6.2	中断服务程序	170
4.6.3	外部中断程序	171
4.6.4	定时中断程序	172
4.6.5	串行中断程序	173
4.7	常用程序设计及调试实例	174
4.7.1	定点数运算程序	174
4.7.2	查表程序	179
4.7.3	数制转换程序	180
习 题	182

第 5 章 51 系列单片机接口应用及 Proteus 仿真	183
5.1 Proteus 简介	183
5.1.1 Proteus 编辑环境	183
5.1.2 电路原理图设计	188
5.1.3 单片机的仿真	191
5.1.4 ISIS 模块应用举例	193
5.2 51 系列单片机内部接口和定时器的应用	195
5.2.1 并行接口应用	195
5.2.2 定时/计数器应用	204
5.2.3 串行接口电路	211
5.3 51 系列单片机并行扩展系统的扩展原理	223
5.3.1 51 单片机最小系统	223
5.3.2 51 单片机扩展总线与编址技术	223
5.4 程序存储器扩展	228
5.4.1 外部程序存储器的操作时序	228
5.4.2 常用 EPROM 存储器	229
5.4.3 程序存储器扩展方法	231
5.5 数据存储器扩展	233
5.5.1 外部数据存储器的操作时序	233
5.5.2 常用的 RAM 芯片	234
5.5.3 RAM 存储器扩展方法	235
5.5.4 外部 RAM 的读写程序	236
5.6 74 系列器件的接口技术及应用	237
5.6.1 用 74HC245 扩展并行输入/输出	238
5.6.2 用 74HC377 扩展并行输入/输出	238
5.6.3 74HC154 译码器	238
5.6.4 74HC595	240
5.7 RAM/IO 扩展电路 8155 的接口技术和应用	243
5.7.1 8155 的结构与引脚功能	243
5.7.2 内部寄存器及其操作	244
5.7.3 8155 的命令/状态字	245
5.7.4 8155 的定时/计数器	248

5.8	LED 键盘/显示专用电路接口技术和应用	250
5.8.1	LED 显示接口技术	250
5.8.2	按键、键盘与单片机的接口技术	256
5.8.3	键盘、显示器接口芯片——HD7279A	266
5.9	LED 点阵显示电路接口技术和应用	277
5.9.1	点阵 LED 显示器原理	278
5.9.2	LED 点阵显示接口电路及编程方法	279
5.10	LCD 显示电路接口技术和应用	287
5.10.1	SMC1602 显示器工作原理	288
5.10.2	指令集及时序	292
5.10.3	应用实例	297
5.11	ADC 与 DAC 器件接口技术	304
5.11.1	DAC 转换器接口	305
5.11.2	ADC 转换接口	315
5.12	实时时钟电路接口技术——DS1302	322
5.12.1	DS1302 概述	322
5.12.2	DS1302 与微控制器的接口软件及功能应用举例	327
5.12.3	DS1302 时钟日历实例	330
5.13	温度传感器接口技术	331
5.13.1	DS18B20 的基础知识	331
5.13.2	参考程序	336
5.13.3	DS18B20 测温实例	338
	习 题	341
	参考文献	344

第 1 章 单片机基础知识

1.1 计算机系统概述

1.1.1 计算机

人们日常所说的计算机实质是指电子数字计算机,也是指一个计算机系统,是一种能高速而精确进行各种数据处理的机器。计算机系统由计算机硬件和软件两部分组成。

计算机硬件是构成一台计算机系统的物理部件。如图 1-1 所示,硬件主要包括运算器、控制器、存储器和输入/输出(Input/Output,I/O)设备四部分,其他硬件还有电源电路、机架机箱等部件。

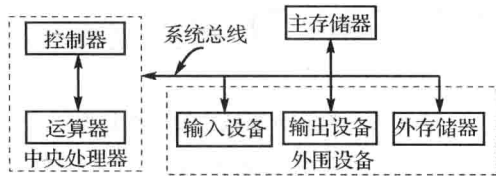


图 1-1 计算机主要硬件结构

运算器是数据处理部件,控制器是协调整个计算机操作的部件,运算器和控制器是计算机硬件的核心,通常合称为中央处理器(Central Processing Unit,CPU)。存储器是存放运行程序、原始数据和计算结果二进制编码的部件;I/O 设备是将运行程序、原始数据输入到计算机和给出数据处理结果的部件。

计算机软件是计算机系统中各类程序及文件,是计算机系统工作的“灵魂”。软件一般包括使计算机系统自动工作或提高计算机工作效率的系统软件和实现某一特定应用目标的应用软件两大类。

计算机的工作过程实际上是一个信息加工过程。计算机中的信息是指构成各类运行程序的机器指令和需要处理及给出计算结果的数据,这些指令和数据在计算机中以一定的二进制编码形式表示。计算机中的数据一般分为数值型数据和非数值型数据两类,数值型数据又分为小数点固定的定点数和小数点不固定的浮点数两类。

1.1.2 微型计算机

随着半导体技术的发展,20 世纪 70 年代出现了将运算器和控制器制作在一个大规模集成电路上组成的中央处理器,称为微处理器(Micro Processor Unit,MPU)。同时出现了多种类型的大容量半导体存储器、各种 I/O 接口,而 I/O 设备的种类、功能、体积也发生了根本性的变化。因此,由微处理器、半导体存储器、新型 I/O 接口和设备组成的各种微型计算机(Micro Computer)相继面世。图 1-2 所示为微型计算机主要硬件结构示意图。

在微型计算机中,微处理器是通过总线和芯片外部的存储器和 I/O 接口相连。微型计算机的电路部分可以由多块印制电路板(主机板、存储卡和显示卡、声卡等各种 I/O 接口板)组成,也可将所有集成电路均安装在一块印制电路板上。微型计算机的外形也有柜式机、台式机和笔记本电脑等多种形式。

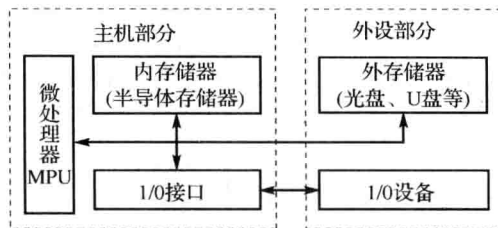


图 1-2 微型计算机主要硬件结构

微型计算机的出现极大地推动了计算机的普及。微处理器不仅是构成微型计算机、单片微型计算机、嵌入式系统和片上系统的核心部件,也是构成多微处理器系统和现代高速并行结构计算机系统的基础。

1.1.3 单片微型计算机

在微处理器问世后不久,便出现了一种将 CPU、存储器和各种 I/O 接口集成在一个大规模集成电路上微型计算机——单片微型计算机(Single Chip Microcomputer,SCMC)又称微控制器(Microcontroller Unit,MCU)。

由于单片机含有计算机的 CPU、存储器和各种 I/O 接口等基本功能部件,一般只要给单片机配上适当的外围 I/O 设备和软件,便构成了一个单片机应用系统。由于单片机上的外设资源一般比较丰富,适合于测试控制场合,所以单片机所构成的计算机应用系统都是针对某一工作目标而设计制作的专用计算机系统。

由于 Intel 公司在单片机技术的发展历史上具有十分重要的地位,所以,单片机发展历史常以 Intel 单片机的发展来划定。这里以 8 位单片机的推出作为起点,将单片机的发展历史大致划分为以下 3 个阶段。

(1) 单片机的探索阶段(1976—1980)

这一阶段以 Intel 公司 1976 年推出的 8 位 MCS-48 系列单片机为典型代表。由于受到工艺和集成度低的影响,单片机中 CPU 功能弱、存储器容量小、I/O 接口的种类和数量少,只能应用于简单场合。这一阶段参与探索的公司还有 Motorola、Zilog 等。

(2) 单片机的完善阶段(1980—1990)

这一阶段以 Intel 公司 1980 年推出的 8 位 MCS-51 系列和 1983 年推出的 16 位 MCS-96 系列单片机为典型代表。相对 MCS-48 系列而言,MCS-51 系列单片机在 CPU、存储器和 I/O 接口方面都有明显改善和提高。MCS-96 系列单片机在提高数据处理能力的同时,将一些用于测控系统的模数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中。随着 MCS-51 系列单片机的广泛应用,许多电气厂商也竞相推出使用 80C51 内核的、测控功能多样的各种扩展型 51 单片机。MCS-96 系列和这些扩展型 51 单片机,增强了外围电路的功能,强化了智能控制的能力,体现了单片机的微控制器(MCU)特征。

(3) 单片机的全面高速发展阶段(1990—)

随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用,全球许多知名、著名半导体厂商不断推出各种新型的 8 位、16 位、32 位单片机,单片机的性能不断完善,品种大量增加,在功能、功耗、体积、价格和可靠性等方面能满足各种复杂的或简单的应用场合要求。特别是片上系统(SoC)的出现,将单片机应用技术提高到了一个新的高度。

1.1.4 嵌入式系统

嵌入式系统(Embedded System)是将计算机嵌入到应用产品之中的计算机系统。它将计算机的硬件技术、软件技术、通信技术、微电子技术、数字信号处理技术等先进技术和具体应用对象相结合,进而达到提升产品功能的目的。嵌入式微处理器的体系结构有冯·诺依曼体系和哈佛体系两种结构;指令系统有精简指令系统(Reduced Instruction Set Computer, RISC)和复杂指令系统(Complex Instruction Set Computer, CISC)两种指令系统。

1. 嵌入式系统的微处理器

嵌入式系统的核心是构成这一系统的微处理器。嵌入式系统微处理器与通用微处理器最大的不同在于前者大多工作在为特定用户群所专用设计的系统中,它将后者许多由板卡完成的任务集成在芯片内部,从而有利于系统在设计时趋于小型化,同时还具有很高的效率和可靠性。因此,对嵌入式系统的微处理器的一般要求有:对实时任务有很强的支持能力,具有功能很强的存储区保护功能,结构可扩展,功耗低。

嵌入式系统的微处理器有以下 4 种类型:

(1) 嵌入式微处理器(Embedded Micro Processor Unit, EMPU)

EMPU 由通用计算机 CPU 演变而来,一般都是 32 位以上的处理器,具有较高

的性能,价格较高。但与一般计算机微处理器不同的是,在实际嵌入式应用中,只保留和嵌入式应用紧密相关的功能硬件,去除其他的冗余功能部分,这样就以最低的功耗和资源实现嵌入式应用的特殊要求。与工业控制计算机相比,嵌入式微处理器具有体积小、重量轻、成本低、可靠性高的优点。目前,主要的嵌入式处理器类型有 Aml86/88、386EX、SC-400、Power PC、68000、MIPS、ARM 系列等。其中,ARM 是专为手持设备开发的嵌入式微处理器。

(2) 嵌入式微控制器(Microcontroller Unit, MCU)

MCU 的典型代表就是单片机。MCU 和 EMPU 相比,其最大特点是单片化,体积大大减小,从而使功耗和成本下降、可靠性提高。MCU 是目前嵌入式系统工业的主流,占嵌入式系统约 70% 的市场份额。

由于 MCU 低廉的价格,优良的功能,所以拥有的品种和数量最多。并且新型 MCU 不断涌现,如支持 I²C(两线式串行总线技术)、CAN-BUS(控制器局域网总线技术)、LCD(液晶显示器)、ISP(在系统可编程)、IAP(在应用可编程)等各种功能的 MCU 以及众多专用的 MCU。目前比较有代表性的 MCU 包括 MCS-51/96、AVR、PIC、MC68 系列等,以及大量以 MCS-51 为内核的衍生产品。

(3) 嵌入式数字信号处理器(Embedded Digital Signal Processor, EDSP)

EDSP(即通常所说的 DSP)是专门用于数字信号处理方面的处理器。其系统采用了哈佛结构,具有很高的编译效率和指令的执行速度。与通用微处理器相比,它的数据处理能力和高速运行能力很强,但其他能力相对较弱。在数字滤波、FFT(快速傅里叶变换)、谱分析等各种仪器和语音处理、图像图形处理、自动控制、家用电器,以及军事、医疗等领域,DSP 获得了大规模的应用,是数字化世界日益重要的计算机芯片。

目前,最为广泛应用的是 TI 公司的 TMS320C2000/C5000 系列,另外如 Intel 的 MCS-296 和 Siemens 的 TriCore 也有各自的应用范围。

(4) 嵌入式片上系统 SoC (System on Chip)

片上系统是一种高度集成化、固件化的系统集成技术。在使用 SoC 技术设计应用系统时,除了那些无法集成的外部电路或机械部分以外,包括计算机功能在内的其他所有系统电路全部集成在一个集成电路芯片中,即 SoC 是追求产品系统最大包容的集成器件。SoC 最大的特点是成功实现了软硬件无缝结合,直接在处理器片内嵌入操作系统的代码模块。而且 SoC 具有极高的综合性,在一个硅片内部运用超高速集成电路硬件描述语言(VHDL),实现一个复杂的系统。用户不需要再像传统的系统设计,绘制庞大复杂的电路板,一点点地连接焊制,只需要使用精确的语言,综合时序设计直接在器件库中调用各种通用处理器的标准,然后通过仿真之后就可以直接交付芯片厂商进行生产。由于绝大部分系统构件都是在系统内部,所以整个系统就特别简洁,不仅减小了系统的体积和功耗,而且提高了系统的可靠性,提高了设计生产效率。

由于 SoC 往往是专用的,所以大部分都不为用户所知,比较典型的 SoC 产品是 Philips 的 Smart XA。少数通用系列如 Siemens 的 TriCore, Motorola 的 M-Core, 某些 ARM 系列器件, Echelon 和 Motorola 联合研制的 Neuron 芯片等。目前, SoC 芯片主要应用在声音、图像、影视、网络及系统逻辑等领域。

综上所述,微控制器(MCU)、片上系统(SoC)都具有单片机的功能,而且是单片机性能的进一步提升。因此,单片机发展也可按其功能划分为单片微型计算机(SC-MC)、微控制器(MCU)、片上系统(SoC)3个时代的说法。

2. 嵌入式系统硬件

多数 8 位、16 位单片机(微控制器)构成的嵌入式系统是低档嵌入式系统。这类系统只要给单片机配上适当的外围 I/O 设备,便构成了一个单片机应用系统的硬件部分。高档嵌入式系统硬件与通用微型计算机系统硬件相似,其微处理器一般采用嵌入式微处理器(EMPU),存储器也包含高速缓存(Cache)、主存和辅助存储器 3 个部分,并根据需要配置一定的通用设备接口和 I/O 接口。

3. 嵌入式系统软件

目前嵌入式系统软件主要有两大类:实时系统和分时系统。其中,实时系统又分为两类:硬实时系统和软实时系统。

实时嵌入系统是为执行特定功能而设计的,可以严格地按时序执行功能。其最大的特征就是程序的执行具有确定性。在实时系统中,如果系统在指定的时间内未能实现某个确定的任务,会导致系统的全面失败,则系统被称为硬实时系统。而在软实时系统中,虽然响应时间同样重要,但是超时却不会导致致命错误。一个硬实时系统往往在微处理器芯片(或在硬件)上添加专门用于时间和优先级管理的功能(或控制芯片),而软实时系统则主要在软件方面通过编程实现时限的管理。

一般低档嵌入式系统都是硬实时系统。软件是由设计者设计的用于某一应用目的的专用软件。高档嵌入式系统软件一般由板级支持包(Board Support Package, BSP)、系统软件和应用软件组成。BSP 是一个介于操作系统和底层硬件之间的软件层次,主要有由硬件初始化(包含片级、板级、系统初始化)程序和硬件相关的设备驱动程序。系统软件由实时多任务操作系统(Real-time Operation System, RTOS)、文件系统、图形用户接口、网络系统及通用组件模块等组成。RTOS 是嵌入式应用软件的基础和开发平台。

目前,一种被称为嵌入式操作系统(Embedded Operation System, EOS)的系统软件正获得广泛应用,已推出一些应用比较成功的 EOS 产品系列。EOS 过去主要应用于工业控制和国防系统领域。随着 Internet 技术的发展,信息家电的普及应用以及 EOS 的微型化、专业化, EOS 开始从单一的弱功能向高专业化的强功能方向发展。EOS 在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。EOS 相对于一般操作系统(如 RTOS)而言,它除具有一般操作系统最基本的功能外,还能应用于智能管理、信息家电、POS(销售终端)网络与

电子商务、环境工程、机电产品与机器人等多种领域。

1.1.5 计算机的发展与分类

世界上第一台电子计算机诞生于 1946 年,它是由美国宾西法尼亚大学的 J. W. Mauchly 和 J. P. Eckert 研制成的 ENIAC 计算机。这台计算机使用了 18 800 个电子管,它体积庞大,占地 150 m²,重达 30 t,而运算速度却很慢,加法每秒为 5 000 次,乘法每秒只有 56 次。对比现在使用的计算机,这台计算机的性能并不好,然而却是这台计算机的诞生,开创了一个全新的计算机时代。

从第一台计算机诞生至今,计算机已经走过了 60 多年的发展历程。在这期间,计算机组成元器件和计算机运行速度、存储容量、功率消耗、体积等方面都发生了深刻变化,性能大大提高,并且从独一无二发展到今天的普及应用。目前,计算机的应用已经遍及当代社会的各个领域,正日益成为人们学习、工作和生活离不开的重要工具,也是各行各业从事科研、管理、生产等方面工作的重要设备。在这 60 多年中,按照其使用的主要元器件情况划代,计算机发展经历了电子管时代(第一代)、晶体管时代(第二代)、中小规模集成电路时代(第三代)、大规模和超大规模集成电路时代(第四代)这四个时代的发展历程。

从总体上看,目前我国在计算机集成电路芯片研发和生产方面仍落后于美欧等发达国家,但在计算机系统集成方面却处在世界先进水平,如国防科学技术大学研制的“天河一号”超级计算机 2010 年 11 月 14 日曾被国际 TOP 500 组织列为全球超级计算机 500 强第一,其实测运算速度可达 2 570 万亿次。

计算机有许多分类方法,按处理信号类型分模拟和数字计算机;按设计目标分通用(如人们平常使用的台式机、笔记本电脑)和专用计算机(如一般单片机系统、嵌入式系统);按用途分科学计算、数据处理和工业控制等类型计算机;按计算机一次能够处理的二进制数据位数(即字长)分 8 位、16 位、32 位和 64 位计算机;按体积分巨型、大型、小型和微型计算机。此外计算机还可按运行速度、功耗、使用场合以及构成计算机主要部件所用的芯片数量等方面进行分类。

1.2 单片机数据表示方法

1.2.1 数制及其转换

1. 进位计数制

计数是人们生活中不可缺少的事情。古代人称重中用到了十六进制,现实生活中人们计数用得最多的是十进制,计时中还有六十进制、十二进制、二十四进制等。计算机中常用的进位计数制有二进制(Binary,表示一个二进制数时加后缀“B”,以后同)、八进制(Octal,后缀加“O”或“Q”,因 O 与 0 易混淆,故常用 Q 表示)、十进制