



高等教育

普通高等教育“十二五”规划教材
信息与电子技术类系列教材

单片机原理与应用技术 (第二版)

吴黎明 主编

 科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
信息与电子技术类系列教材



单片机原理与应用技术

(第二版)

吴黎明 主编

王桂棠 洪添胜 副主编

杨振野 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以 MCS-51 为核心, 比较全面、系统地阐述了单片机的原理及其应用技术。读者可从中掌握微型计算机的软硬件知识, 完成单片机工程应用的基础训练, 同时可结合工程实际需要去初步应用单片机开发技术, 并提高微型计算机应用综合开发能力。其中以大量实际例子作为本书主要组成部分, 既能提高读者对单片机的学习兴趣、从而快速入门, 也能有效提高其设计能力和技巧。结合单片机技术的新发展, 本书第二版最后一章增加 MCS-51 系列单片机 C8051F 芯片, 有利于读者对单片机进一步熟悉并深入应用。

本书既可作为高校信息技术类专业学生学习单片机的教材, 以及工程技术类专业学习微机原理的教材和参考书, 还可作为工程技术人员学习 MCS-51 单片机和应用计算机技术的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用技术/吴黎明主编. —2 版—北京: 科学出版社, 2011
(普通高等教育“十二五”规划教材·信息与电子技术类系列教材)
ISBN 978-7-03-032324-8

I. ①单… II. ①吴… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 184968 号

责任编辑: 雋青龙 李 伟 / 责任校对: 刘玉清
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 11 月第 二 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 11 月第一次印刷 印张: 22

印数: 1—3000 字数: 496 000

定价: 37.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(双青))

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135517-2037

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高等院校信息与电子技术类系列教材

编 委 会

主 任 吴黎明 (广东工业大学)

副主任 贺前华 (华南理工大学)

委 员 (按姓氏笔画排序)

马文华 (广东外语外贸大学)

汤 庸 (华南师范大学)

杨振野 (广东技术师范学院)

洪添胜 (华南农业大学)

徐 杜 (广东工业大学)

曹建忠 (惠州学院)

曾 辉 (嘉应学院)

谢仕义 (广东海洋大学)

廖惜春 (五邑大学)

颜国政 (上海交通大学)

第二版前言

经过五年来的教学实践,根据《单片机原理与技术应用》课程内容的新发展和教学要求,我们对第一版教材内容进行了整理修订。通过综合比较和教学体会,本书保持第一版的大体结构,但对内容进行了较大的改动,对于当前单片机应用较少、较难或一般性技术说明的内容删除,合并成10章。特别对第1、4、5、7章大部分内容改写,第10章和第12章内容合并到了其他章节。考虑到实际应用的需要,在最后一章增加了新的内容,第二版共分为11章。

全书力求内容完整,结构清晰,说理透彻。第1章为计算机技术基础,介绍微机原理基础知识,同时增加第一版第12章介绍几种新型的单片机性能和结构原理的内容。第2章介绍了MCS-51单片机系统组成原理。第3章和第4章分别介绍了单片机的指令系统和程序设计,增加单片机C语言的开发设计。第5章至第7章剖析了单片机系统设计,介绍了单片机的并行、串行通信接口和定时中断系统、单片机应用系统扩展以及键盘显示的接口设计的原理和技术,其中第5章合并了第一版中的第10章。第8章介绍了测控系统常用元器件性能和硬件接口设计。第9章和第10章分别介绍了A/D和D/A、单片机测控系统设计,并给出实际应用例子,其中第10章由第一版中的第11章调整而成。第11章结合单片机技术的新发展,介绍MCS-51系列单片机C8051F芯片及其应用,有利于读者对单片机进一步熟悉并深入应用。

在学时的分配上,可根据总学时的要求安排具体讲授的内容。前7章是本书的基本内容,后4章为扩展和深化。完成这些内容的教授需32~48个学时。本书最后一章为扩展内容,读者可根据掌握工程设计的具体要求,结合其他参考书进一步学习。

本书第二版由吴黎明教授担任主编并负责统稿,王桂棠教授、洪添胜教授担任副主编,杨振野教授担任主审。除了初版参加编写的老师外,广州大学伍冯洁、韶关学院林辉也参加第二版的编写工作。研究生曾文舟、陈刘、张贺云、李文杰、高世平和韩威等参加了本书编写的文字工作、习题和程序上机实验验证。

本书出版一直得到了科学出版社编辑的支持和帮助,得到学校、社会各位老师、同学及读者的指导和关心,借此再版之际表示由衷的谢意!对参考文献中的各位同行、谨表谢意。由于作者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。如有任何问题,请联系编者(jkyjs@gdut.edu.cn)反馈信息。

第一版前言

随着计算机技术的迅速发展,单片微机的应用不断深入,各种新颖的单片机层出不穷,单片机技术的更新换代带来了新的技术革命。单片机以其高可靠性、高性能价格比,在工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、现代通信设备、嵌入式系统以及测控系统等领域得到了广泛的应用。通过系统学习单片微机的原理,可以掌握微型计算机的软硬件知识,并完成计算机工程的基础训练,同时可以有效结合工程实际需要去初步应用单片机开发技术,进而深化、提高综合开发能力。为了解决人们在学习单片机中碰到的技术问题,我们总结了多年的教学和工程应用实践经验,编写了此书。

全书共分为 12 章。第 1 章介绍了单片机的发展趋势,讲述了计算机和单片机的基本原理。第 2 章介绍了单片机系统组成原理,对 MCS-51 系列的单片机的组成结构、复位电路设计以及存储器配置进行了详细叙述。第 3 章和第 4 章分别介绍了 MCS-51 单片机的指令系统和程序设计。第 5~7 章详细剖析了单片机系统设计技术,介绍了单片机的定时器/计数器与中断系统、单片机应用系统扩展以及键盘显示的接口设计的原理和技术。第 8 章介绍了测控系统常用元器件性能和硬件接口设计。第 9~11 章分别介绍了 A/D 和 D/A 接口、串行通信接口和单片机测控系统设计,给出实际应用例子,提供了详细的电路和程序代码。第 12 章介绍了 AVR、ARM 和凌阳等几种新型的单片机性能和结构原理。全书内容全面,结构清晰,说理透彻,既可作为高等院校信息与电子技术类专业单片机课程的教材,以及工程技术类专业微机原理课程的教材和参考书,还可作为工程技术人员学习 MCS-51 单片机和应用计算机技术的参考书。

本书由吴黎明教授担任主编,王桂棠副教授、洪添胜教授担任副主编,吴正光高级工程师担任主审。本书由广东工业大学信息工程学院和华南农业大学信息学院的从事单片机技术的相关老师共同编写。吴黎明、唐露新编写了第 1、2、5、12 章,邓耀华编写了第 3、4 章以及第 9 章的部分内容,王桂棠编写了第 6、7、10、11 章,洪添胜、吴黎明编写了第 8、9 章,参加编写和上机实验验证的还有汤秀春老师。全书由吴黎明统稿。研究生朱妙贤、伍冯洁、何仲凯、薛向东和李伟东为本书的编写做了大量文字工作和上机实验验证。习题和电路图由关建和、刘文豪、刘志远、郭中华和谢斌编制。

本书配有多媒体课件,可到 www.sciencep.com 下载。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 计算机技术基础	1
1.1 计算机的发展与应用	2
1.1.1 计算机的发展状况	2
1.1.2 当前计算机的应用概况	3
1.2 单片机及应用概况	5
1.2.1 单片微型计算机概述	5
1.2.2 单片机的特点及其应用范围	6
1.2.3 单片机的发展	7
1.3 计算机中的数码的表示	19
1.3.1 常用数制	19
1.3.2 数值的表示方法	20
1.3.3 常用编码	23
1.4 单片机的组成结构及指令执行过程	25
1.4.1 单片机结构	25
1.4.2 微机指令执行过程	27
习题一	28
第 2 章 单片机组成原理	31
2.1 MCS-51 单片机结构	32
2.1.1 MCS-51 单片机的组成	32
2.1.2 MCS-51 单片机的结构	32
2.1.3 MCS-51 时序	34
2.1.4 MCS-51 单片机的引脚和输入/输出端口	34
2.2 单片机复位电路设计	37
2.2.1 单片机复位原理	37
2.2.2 复位电路	37
2.3 MCS-51 存储器配置	37
2.3.1 程序存储器	38
2.3.2 内部数据存储器	39
2.3.3 特殊功能寄存器	41
习题二	43
第 3 章 单片机指令系统	45
3.1 MCS-51 指令简介	46

3.1.1	MCS-51 系列单片机指令系统分类	46
3.1.2	指令格式	46
3.1.3	指令中常用符号说明	47
3.2	指令系统	47
3.2.1	数据传送指令	47
3.2.2	算术运算指令	51
3.2.3	逻辑运算指令	53
3.2.4	控制转移类指令	56
3.2.5	位操作指令	58
习题三		60
第 4 章	单片机开发程序设计	63
4.1	计算机开发语言特点	64
4.1.1	单片机开发程序设计过程	64
4.1.2	伪指令和宏指令	65
4.2	简单程序设计	67
4.3	分支程序设计	70
4.4	循环程序设计	72
4.5	查表程序和散转程序设计	77
4.6	子程序设计	83
4.7	单片机 C51 语言设计	85
4.8	单片机 C 语言程序优化	89
4.8.1	程序结构的优化	89
4.8.2	代码的优化	91
习题四		94
第 5 章	中断系统和 I/O 接口电路	95
5.1	单片机接口的特点	96
5.1.1	输入/输出传送方式	96
5.1.2	8051 的并行口使用	97
5.2	中断系统	102
5.2.1	8051 中断系统结构	102
5.2.2	8051 中断控制寄存器	103
5.2.3	中断响应条件及响应过程	106
5.2.4	中断程序设计思想	106
5.2.5	中断应用程序设计举例	108
5.3	定时器/计数器	110
5.3.1	定时器/计数器的结构	111

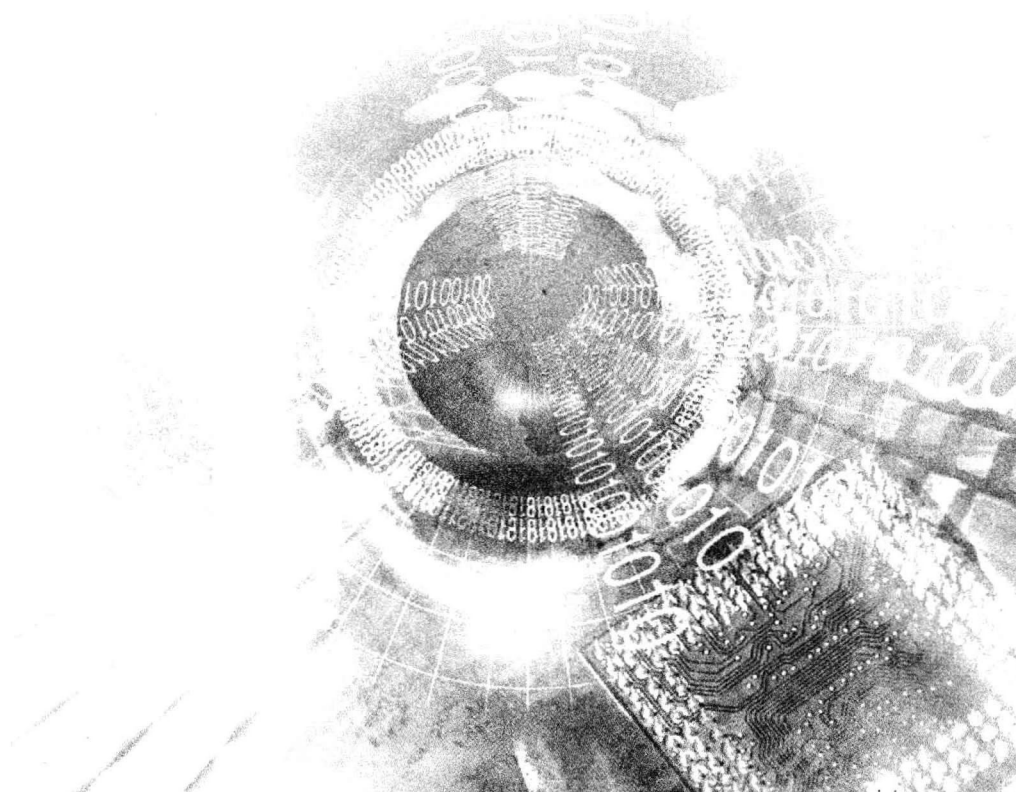
5.3.2	工作方式	112
5.3.3	定时器初始化	114
5.3.4	应用程序设计	116
5.4	串行 I/O 接口及通信	116
5.4.1	串行通信基础知识	116
5.4.2	串行口控制寄存器	118
5.4.3	波特率的设计	119
5.4.4	串行口工作方式	120
5.4.5	串行口应用举例	122
5.4.6	PC 机与 8051 双机通信技术	124
5.4.7	多机通信技术	130
	习题五	138
第 6 章	单片机应用系统扩展设计	141
6.1	存储器的扩展	142
6.1.1	程序存储器的扩展	142
6.1.2	数据存储器的扩展	144
6.1.3	扩展数据和程序存储器综合举例	145
6.1.4	扩展电路工作原理	149
6.2	I/O 接口扩展电路设计	150
6.2.1	简单 I/O 接口扩展	150
6.2.2	8255 可编程并行 I/O 接口扩展与电路设计	151
6.2.3	8255 扩展电路及地址设置	154
6.2.4	8155 可编程 I/O 接口扩展设计	155
6.2.5	串行口扩展 I/O 接口	160
	习题六	162
第 7 章	键盘、显示接口技术	165
7.1	键盘与计算机接口	166
7.2	独立式按键接口设计	166
7.3	矩阵式键盘接口设计	167
7.3.1	矩阵式键盘工作原理	167
7.3.2	矩阵式键盘工作方式	168
7.4	LED 显示器及接口设计	172
7.4.1	LED 显示器结构	172
7.4.2	显示字形和字段码关系	173
7.4.3	LED 与单片机接口	174
7.5	LCD 液晶显示器	177

7.5.1	LCD 的原理	177
7.5.2	LCD 显示器的分类	177
7.5.3	LCD 字符型液晶显示接口技术	178
7.5.4	内置式 T6963C 液晶显示驱动控制器	183
习题七		201
第 8 章 测控系统常用元器件		203
8.1	集成运算放大器应用要点	204
8.2	集成电压比较器	208
8.2.1	CJ111/211/311 集成电压比较器	209
8.2.2	CJ193/293/393 集成电压比较器	210
8.2.3	CJ139 系列集成电压比较器	210
8.3	采样保持放大器	210
8.3.1	采样保持器的工作原理	211
8.3.2	集成采样保持芯片	211
8.4	变压器耦合隔离放大器	213
8.4.1	变压器耦合隔离放大器的工作原理	214
8.4.2	变压器耦合隔离放大器的应用	215
8.5	光电耦合器和光电耦合放大器	215
8.5.1	光电耦合器	216
8.5.2	光电耦合放大器	219
8.6	集成监控电路 MAX703	220
8.6.1	组成及功能	222
8.6.2	典型应用	224
习题八		225
第 9 章 A/D 和 D/A 接口技术		227
9.1	模拟量输入通道	228
9.1.1	模拟量输入通道的构成特点	228
9.1.2	模拟量输入通道的组成	228
9.2	A/D 转换接口技术	234
9.2.1	A/D 转换硬件设计要考虑的问题	235
9.2.2	MCS-51 单片机与 8 位 A/D 转换器接口	238
9.2.3	MCS-51 单片机与 12 位 A/D 转换器接口	241
9.2.4	数据采集系统举例	247
9.3	D/A 转换接口技术	250
9.3.1	D/A 转换选用要考虑的两个重要参数	251
9.3.2	MCS-51 单片机与 DAC0832 接口	251

9.3.3 MCS-51 单片机与 AD7520 接口	258
9.3.4 10 位 D/A 转换的典型应用举例	261
习题九	265
第 10 章 工业控制单片机应用实例	267
10.1 步进电机控制接口技术	268
10.1.1 步进电机的工作原理	268
10.1.2 步进电机控制系统	268
10.1.3 步进电机控制程序的设计	275
10.1.4 步进电机的变速控制	278
10.2 PC 机和 8051 实现渗碳过程集散控制系统	290
10.2.1 渗碳工艺	290
10.2.2 计算机控制系统硬件	292
10.2.3 系统软件设计	293
10.2.4 系统抗干扰措施	303
习题十	303
第 11 章 C8051 单片机	305
11.1 C8051 单片机结构	306
11.1.1 C8051 功能模块	306
11.1.2 CIP-51TM 内核	308
11.1.3 存储器	308
11.1.4 JTAG 调试和边界扫描	309
11.1.5 可编程数字 I/O 和交叉开关	310
11.1.6 可编程计数器阵列	311
11.1.7 串行端口	311
11.1.8 模数转换器	311
11.1.9 数模转换器	312
11.1.10 比较器	312
11.1.11 C8051F 引脚和封装定义	312
11.2 C8051 单片机设计特点	317
11.2.1 设计工具简介	317
11.2.2 功能介绍	317
11.3 C8051 单片机的应用方法	318
11.3.1 引导装入程序设计	318
11.3.2 使用 DAC 作为函数发生器	322
习题十一	337
参考文献	338

第 1 章

计算机技术基础



1.1 计算机的发展与应用

1.1.1 计算机的发展状况

1946年,美国宾夕法尼亚大学研制出了世界上第一台可以用程序控制的计算机,被称为电子数字积分器与计算器(Electronic Numerical Integrator And Calculator, ENIAC)。这台计算机的字长为12位,主存储器只有17KB,运算速度为每秒5000次加法运算,共使用18800个电子管,1500个继电器,占地面积为150m²,重30t,耗电150kW,造价为100多万美元。今天看来,这台计算机既贵且重,运算速度低,字长不够长,而且耗电量多。但它正是今天大小不一、种类繁多的各种类型电子计算机的先驱,为计算机技术的发展奠定了基础。如果将ENIAC称为第一代电子计算机的话,至今已发展至第四代了。

第一代(1946~1958年),电子管数字计算机。

计算机的逻辑元件采用电子管,主存储器采用磁鼓、磁芯,外存储器已开始采用磁带,软件主要用机器语言编制,后期逐步发展了汇编语言,主要用于科学计算。

第二代(1958~1964年),晶体管数字计算机。

计算机的逻辑元件采用晶体管,主存储器采用磁芯,外存储器已开始使用磁盘;软件已开始有很大的发展,出现了各种高级语言及编译程序。此时,计算机速度明显提高,耗电量下降,寿命提高。计算机已发展至应用于各种事务处理,并开始用于工业控制。

第三代(1964~1971年),集成电路计算机。

计算机的逻辑元件采用小规模和中规模集成电路,即所谓的SSI和MSI;软件发展更快,已有分时操作系统,应用范围日益扩大。

第四代(1971年以后),大规模和超大规模集成电路计算机。

计算机的逻辑元件采用大规模集成电路(LSI),在一个硅片单元上可集成1000~20000个晶体管的集成电路,而目前超大规模集成电路集成超过5000万个晶体管。

目前计算机技术发展迅速,概括来讲主要往两个方向发展,一是朝着大型、巨型化发展,二是向小型、微型化发展。

1. 大型、巨型计算机

为了适应现代科学技术发展的需要,要求计算机提高运算速度,加大主储容量,为此出现了大型和巨型计算机。如美国的克雷公司生产的Cray-1、Cray-2、Cray-3巨型计算机比较著名。我国的银河I就是每秒10亿次并行巨型计算机。巨型计算机象征着一个国家的科技实力,目前只有少数几个国家有能力生产。大型机速度快,容量大,解决了过去无法计算的实时及复杂的数学问题,但设备庞大,价格昂贵。

2. 小型、微型计算机

小型、微型机的出现、普及和应用,适应航天、导弹技术及一般应用的体积小、造价低、高可靠性的要求。

微型计算机 (Microcomputer) 的心脏——中央处理器 (CPU) 集成在一小块芯片上, 被称为微处理器 MPU (Micro Processing Unit), 以区别大、中、小型计算机的 CPU。微型计算机除有 MPU 外, 还有以大规模集成电路制成的主存储器和输入输出接口电路, 三者之间采用总线结构联系起来。如果再配上相应的外围设备, 如显示器 (CRT 或 LCD)、键盘及打印机等, 就成为了微型计算机系统 (Microcomputer System)。目前, 微型计算机功能已经很强大, 比如“奔腾 4” (Pentium4) CPU 的集成度就很高, 集成晶体管有几千万只, 2 个或更多的内核协同工作, 时钟频率高达 3000MHz。由于结构简单、通用性强、价格便宜, 微型计算机已成为现代计算机领域中的一个极为重要的分支, 发展突飞猛进, 近年来其表现为嵌入式计算机系统, 更是与应用对象合成一体。

1.1.2 当前计算机的应用概况

众所周知, 计算机能够进行各类数值计算, 还能控制机床自动加工复杂的零件, 能使火箭准确地进入轨道, 使导弹准确击中目标; 可以代替人管理城市交通, 实现航空和火车的调度; 银行储蓄可以通存通兑; 可以编辑稿件, 自动排版; 可以代替医生诊断疾病, 自动开药方和假条; 与计算机对弈, 连优秀的棋手也会失败……现代科学的发展使计算机应用的领域已极其广泛, 概括起来, 可以归纳为以下几个主要方面。

1. 科学计算

计算机广泛地应用于科学技术方面的计算, 这是计算机应用的一个基本方面, 也是我们比较熟悉的。如人造卫星轨迹计算, 导弹发射的各项参数的计算, 房屋抗震强度的计算, 24 小时的天气预报等, 通常要求解几十阶微分方程组, 进行大型矩阵运算。

2. 数据处理

用计算机对数据及时地加以记录、整理和计算, 加工成人们所要求的形式, 称为数据处理。通常在生产组织、企业管理、市场预测、情报检索等方面, 存在着大量的数据需要及时进行搜索、归纳、分类、整理、存储、检索、统计、分析、列表、绘图等。这类问题数据量大, 而运算又比较简单, 包含大量的逻辑运算与判断, 其处理结果往往以表格或文件形式存储或输出。

3. 自动控制

自动控制也是计算机应用的一个重要方面。在生产过程中, 采用计算机进行自动控制, 可以大大提高产品的数量和质量, 提高劳动生产率, 改善人们的工作条件, 减少原材料的消耗, 降低生产成本。如航天飞行、火星探测、宇航空间站的发射、对接、测控, 代替人类进行有害危险工序的现场操作、控制等。

4. 辅助设计和制造

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD), 是指用计算机辅助人们进行设

计工作,如设计飞机、汽车、房屋、服装、集成电路等,使设计工作自动化。

由于 CAD 技术的迅速发展,应用范围不断扩大,又派生出许多新的技术分支,如计算机辅助制造(Computer Aided Manufacture, CAM)、计算机辅助教学(Computer Aided Instruction, CAI)等,这些技术的应用及发展提高了机械、电子等行业的设计水平和自动化水平。

5. 系统仿真

计算机仿真是指应用计算机来模仿实际的系统,是近年新兴的应用领域,有着广泛的应用前景。如大型电站仿真、航天飞机的仿真、火箭的仿真、汽车的仿真等。在计算机仿真系统上进行实验、研究,可以节约大量资金,并且实验安全。目前像飞机、汽车的驾驶培训,已经开始使用飞机、汽车驾驶仿真系统,学员可以在仿真系统上进行各种训练。

6. 智能模拟

智能模拟是用计算机软硬件系统模拟人类某些智能行为,如感知、思维、推理、学习、理解等理论和技术。它是在计算机科学、控制论、仿生学和心理学等基础上发展起来的边缘学科,也正是国内外争先研究的人工智能技术,它包括专家系统、模式(声、图、文)识别、问题求解、定理证明、机器翻译、自然语言理解等。

7. 计算机网络与信息高速公路

计算机网络是计算机技术和数字通信技术发展并相融合的产物,它把多个独立的计算机系统通过通信线路、专用电缆、微波卫星、光导纤维等各种通信介质进行数据、通信、资源共享(软件、硬件、数据库等),构成具有多种功能的网络系统。

信息高速公路(Information Highway)的含义是建设全国性甚至全世界的信息网络,可将研究机构、学校、办公室、图书馆、家庭等都连在一起,使每个人都能享受公共信息资源,现在互联网(Internet)广为普及,已成为人们工作、生活不可缺少的组成部分。

8. 无线传感网络与物联网

无线传感网络技术是以计算机为核心的具有交叉学科性质的军民两用战略高技术,可以广泛应用于国防军事、国家安全、环境科学、交通管理、灾害预测、医疗卫生、制造业、城市信息化建设等领域。无线传感器网络(WSNs)是由许许多多功能相同或不同的无线传感器节点组成,每一个传感器节点由数据采集模块(传感器、A/D 转换器)、数据处理和控制模块(微处理器、存储器)、通信模块(无线收发器)和供电模块(电池、DC/AC 能量转换器)等组成。微机械电子系统(MEMS)技术的发展促使传感器的微型化,微处理技术的发展促进了传感器的智能化,通过 MEMS 技术和射频(RF)通信技术的融合促进了无线传感器及其网络的诞生。从传统传感器(Dumb Sensor)到智能传感器(Smart Sensor)再到嵌入式 Web 传感器(Embedded Web Sensor)传感器的内

涵不断丰富发展,正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化。

物联网(The Internet of Things)是新一代信息技术的重要组成部分,是“物物相连的互联网”。物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络,网络用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间进行信息交换和通信。物联网是通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物体与互联网相连接,实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

1.2 单片机及应用概况

1.2.1 单片微型计算机概述

单片微型计算机简称单片机,它是把组成微型计算机的各部件:中央处理器、存储器、输入输出接口电路、定时器/计数器等,制作在一块集成电路芯片中,构成一个完整的微型计算机。1971年,Intel公司首次推出4004的4位单片微处理器。1974年12月仙童(Fairchild)公司推出8位单片机F8(需另加一块3851芯片),其后,Mostek公司和仙童公司一起推出了与F8兼容的3870单片机系列。Intel公司1976年推出MCS-48系列单片机。GI(General Instrument Crop)公司在1977年10月宣布了PIC1650单片机系列。1978年,Rockwell公司也推出了R6500/1系列(与6502兼容)。有些单片机都有8位CPU,若干个并行I/O,8位定时器/计数器,容量有限的RAM和ROM,以及简单中断处理功能。

Motorola公司和Zilog公司的单片机问世较迟,但是产品性能较高,单片机内有串行I/O,多级中断处理能力,片内的RAM和ROM容量较大,有些还带有A/D转换接口。Motorola公司在1978年下半年宣布了与6800微处理机兼容的6801单片机。Zilog公司在同年10月也推出了Z80单片机系列。Intel公司在原MCS-48基础上,于1980年推出了高性能的MCS-51系列(包括8031/8051/8751)。1982年,Mostek公司和Intel公司先后推出了16位单片机MK68200(与68000微处理器兼容)和MCS-96(8096、8098)系列。1987年Intel公司推出了性能是8096单片机2.5倍的新型单片机80296。

单片机的处理能力随着CPU运算器的位数增加而提高,单片机的CPU的位数已经从4位到32位,主要有以下几种。

1. 4位单片机

主要产品型号有:

NEC公司的uPD75xx, TI公司的TMS1000系列, Panasonic公司的MNI400系列, NS公司的COP400, Rockwell公司的PPS/1系列, SAMSUNG公司的KS56和KS57系列, Fujitsu公司的MB88系列。

其中, uPD75xx与COP400在4位机中占有重要地位,年产量已达到数千万片。4

位单片机的特点是价格便宜,如 COP400 的价格仅为 8 位单片机 8048 和 6805 价格的一半,但是功能并不弱,只是 4 位 CPU,其片内的 ROM 有 2KB, RAM 为 128×4 位。

NEC 公司的 uPD75xx 片内的 ROM 可达 8KB, RAM 为 512×4 位, I/O 引脚为 58 根,甚至还有 6 位 A/D。近年来,4 位单片机的产量仍在增长,但所占比例逐年下降,单片机的主角已让给了 8 位单片机。4 位机增强了 I/O 的功能(特别是专用 I/O 功能),主要用于家用电器和电子玩具等方面。

2. 8 位单片机

8 位单片机产量占全部单片机产量的 60% 以上,并逐年增长。1985 年的产量为 1.7 亿片,1986 年的产量为 2.1 亿片,1992 年达 7 亿片。8 位单片机不断涌现新的机型。

自 1985 年以来,各种高性能、大容量、多功能的新型 8 位单片机不断地推出,如 Intel 公司的 8x552、uPI-452 (8051 的增强型), Motorola 公司的 MC68HC11 (6801 增强型), Zilog 公司的 Super8 等,它们代表了单片机的发展方向。

3. 16 位单片机

16 位单片机的典型产品如 Intel 公司生产的 MCS-96 系列单片机,其集成度已达 120 000 管子/片,主频为 12MHz,片内 RAM 为 232B, ROM 为 8KB,中断处理为 8 级,而且片内带有多通道 10 位 A/D 转换器和高速输入/输出部件(HSI/HSO),具有很强的实时处理能力。

4. 32 位单片机

32 位单片机除了具有更高的集成度外,其主频已达 40MHz 以上,数据处理能力比 16 位单片机增加许多,性能比 8 位、16 位单片机更加优越。

20 世纪 80 年代以来,单片机的发展非常迅速。就通用单片机而言,世界上一些著名的计算机厂家已投放市场的产品就有 50 多个系列、400 多个品种。单片机的产品已占整个微机(包括一般的微处理器)产品的 80% 以上,其中 8 位单片机的产量又占整个单片机产量的 60% 以上,这说明 8 位单片机将在最近若干年仍是工业检测、控制应用的主角。

1.2.2 单片机的特点及其应用范围

单片机以其卓越的性能,在各个领域都得到了广泛的应用。单片机应用在检测、控制领域中,具有如下特点。

1) 小巧灵活、成本低、易于产品化。它能方便地组装成各种智能式测控设备及各种智能仪器仪表。

2) 可靠性好,适应温度范围宽。单片机芯片本身是按工业测控环境要求设计的,能适应各种恶劣的环境,这是其他机种无法比拟的。

3) 易扩展,很容易构成各种规模的应用系统,控制功能强。单片机的逻辑控制功