

高等院校信息技术规划教材

微机接口与应用

王正洪 朱正伟 马正华 编著



清华大学出版社

高等院校信息技术规划教材

微机接口与应用

王正洪 朱正伟 马正华 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 8088/8086 CPU 为例,在简要介绍微型计算机原理和汇编语言的基础上,全面介绍了微型计算机接口及其应用。全书共分 8 章,内容涉及微型计算机基础知识和系统总线、汇编语言指令系统、输入输出接口概念、常用接口、人机接口、过程通道接口技术、串行接口、多媒体接口等内容。写法上既有原理分析和设计方法介绍,又结合实际给出应用实例。

本书内容简洁、通俗易懂、突出重点、注重应用。全书各章都附有习题。可以作为高等院校本科和大专、高职、成人高校的自动化技术和计算机类各专业教学参考书,也可以供从事微型计算机开发和应用的科技人员及广大计算机爱好者阅读。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

微机接口与应用/王正洪,朱正伟,马正华编著. —北京:清华大学出版社,2006.3

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 7-302-12234-2

I. 微… II. ①王…②朱…③马… III. 微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005036 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:袁勤勇

文稿编辑:孙建春

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18.25 字数:427 千字

版 次:2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-12234-2/TP·7956

印 数:1~4000

定 价:23.00 元

编委会名单

主 任： 李文忠

副主任： 王正洪 鲁宇红 焦金生

成 员： (按拼音排序)

常晋义	邓 凯	范新南	高佳琴	高玉寰	龚运新
顾建业	顾金海	林 罡	刘训非	马正华	沈孟涛
唐 全	王继水	王 骏	王 晴	王志立	吴访升
肖 玉	杨长春	袁启昌	张旭翔	张 燕	赵明生
郑成增	周凤石				

策划编辑： 张 龙 袁勤勇

序

preface

在科教兴国方针的指引下,我国高等教育进入了一个新的历史发展时期,招生规模和在校生数量都有了大幅度的增长。我们在进行着世界上规模最大的高等教育。与此同时,对于高等教育的研究和认识也在不断深化。高等学校要明确自己的办学方向和办学特色,这既是不断提高高等教育水平的必然要求,更是高校不断发展和壮大必须首先考虑的问题。

教育部领导明确提出要有相当部分的高校致力于培养应用型人才,此类院校在计算机教学中如何实现自己的培养目标,如何选择适用的应用型教材,已成为十分重要和迫切的任务。应用型人才的培养不能简单照搬研究型人才的培养方案,要在丰富的实践基础上认真总结,摸索新形势下的教学规律,在此基础上设计相关课程、改进教学方法,同时编写应用型教材。这一工作是非常艰巨的,也是非常有意义的。

在清华大学出版社的大力支持和配合下,于2003年成立了应用型教材编委会。编委会汇集了众多高校的实践经验,并经过集中讨论和专家评审,遴选了一批优秀教材,希望能够通过这套教材的出版和使用,促进应用型人才培养的实践发展,为建立新的人才培养模式作出贡献。

我们编写应用型教材的主要出发点是:

(1) 适应教育部对高等教育的新要求,以及市场对应用型人才需求量的不断增加。

(2) 计算机科学技术不断更新,发展速度加速,教材内容和教学方式将适时更新和改进。

(3) 教育技术的发展,对教材建设提出了更高的要求,教材将呈现出纸介质出版物、电子课件以及网络学习环境等相互配合的立体化形态。

(4) 突出应用,增强实训,根据不同的专业要求,加强针对性,使理论与实践紧密结合。

从上述各点出发,我们将努力建设一套全新的、有实用价值的应用型计算机教材。经过参编教师的努力,第一批教材已经面世。教材将滚动式地不断更新、修正、提高,逐渐树立起自己的品牌。希望使用本系列教材的广大师生不断反馈各类意见,以便继续修订,逐步建设具有应用型特色的精品教材。

李文忠

2005年8月

前言

Foreword

随着大规模和超大规模集成电路技术的飞速发展,微型机的应用已渗透到工业过程控制、智能化仪器仪表、家用电器、办公自动化等有关科技领域。微机应用离不开接口,接口技术已日益成为直接影响微机系统功能和微机推广应用的关键技术。

迄今为止已有不少微机接口原理及其应用方面的书籍问世,但与已经出版的微机接口类书籍相比,本书的特点是简洁和实用。本书内容丰富,既介绍了传统的接口,又介绍了一些新型的接口器件及技术,例如通用串行总线 USB 接口、网络接口、多媒体接口等。本书注意面向应用,既有原理分析与设计方法介绍,又结合实际给出应用例子,不失为一本比较好的教材和参考书。

本书共分 8 章。

第 1 章“微型计算机基础与系统总线”,介绍了微型计算机基本结构,微型计算机的工作过程,8088/8086 CPU 的技术特点,对新型 CPU 作了概述,还介绍了几种经典的、常用的接口系统总线。

第 2 章“指令系统与汇编语言程序设计”,介绍了 8088/8086 的寄存器组,8088/8086 寻址方式以及指令系统。

第 3 章“微型计算机接口基础”,介绍了接口的基本概念,对接口的功能和分类进行了讨论,介绍了输入输出数据传递方式,接口的地址译码,并给出了接口电路设计原则。

第 4 章“常用接口电路”,介绍了 4 个常用的接口芯片,并给出了应用实例。

第 5 章“人机接口”,涉及键盘接口、CRT 显示器与触摸屏、LCD 接口、打印机接口和交互式人机接口。

第 6 章“过程通道接口技术”,是接口技术中的重点内容之一。本章从微机在测控系统中担负实时数据检测和实时控制的双重任务出发,以微机与生产过程之间进行信息传递和变换的连接通道为线索,介绍了测量放大技术及芯片、模拟多路开关与采样保持器、



D/A与 A/D 转换器接口技术、模拟量输入输出通道、开关量输入输出通道,并介绍了抗干扰设计方法,最后给出了一个输入输出的编程实例,内容比较深入和具体。

第7章“串行接口”,涉及串行接口及通信技术,在介绍串行通信原理及芯片的基础上,给出了编程实例。这一章还介绍了 USB 接口和网络接口。

第8章“多媒体接口”,介绍了光盘接口技术,声音卡接口技术和视频压缩与解压接口技术。

本书的特点是内容简洁、通俗易懂、突出重点、注重应用。

本书由王正洪、朱正伟、马正华主编。各章执笔人员如下:第1、2章王正洪,第3章陆志敏,第4章张小鸣,第5章陶俊,第6章朱正伟,第7章金纪东,第8章马正华。丁宪成作了大量插图。全书由王正洪、朱正伟、马正华审核,最后由王正洪负责统稿。

本书的不足之处请读者进行指正。

编 者

2005 年 8 月

目录

Contents

第 1 章 微型计算机基础与系统总线	1
1.1 微型计算机的基本结构	1
1.1.1 微型计算机的硬件	1
1.1.2 微型计算机的软件	2
1.2 微型计算机的运行	2
1.2.1 计算机中的数制	2
1.2.2 计算机中的编码	3
1.2.3 微型计算机的工作过程	4
1.3 8088/8086 CPU 的技术特点	6
1.4 新型 CPU 简介	8
1.5 系统总线	10
1.5.1 总线概述	10
1.5.2 PC 系统总线	15
习题	18
第 2 章 指令系统与汇编语言程序设计	19
2.1 8088/8086 寄存器组	19
2.2 汇编语言的语句格式	22
2.3 汇编语言程序的结构	23
2.4 8088/8086 寻址方式	25
2.4.1 直接寻址	25
2.4.2 立即寻址	25
2.4.3 寄存器寻址	25
2.4.4 寄存器间接或变址寻址	25
2.5 8088/8086 指令系统	27
2.5.1 数据传送指令	27
2.5.2 控制转移指令	29



2.5.3	算术运算指令	35
2.5.4	逻辑运算和移位指令	37
2.5.5	串操作指令	40
2.5.6	其他指令	43
习题		44
第3章 微型计算机接口基础		47
3.1	接口的基本概念	47
3.1.1	接口的功能	48
3.1.2	接口的分类	49
3.1.3	接口的典型结构	50
3.2	输入输出数据传送方式	52
3.2.1	无条件传送方式	52
3.2.2	查询传送方式	52
3.2.3	中断传送方式	53
3.2.4	DMA 传送方式	53
3.3	接口的地址译码	54
3.3.1	接口的端口寻址	54
3.3.2	地址译码方式	55
3.4	接口电路设计原则	57
3.4.1	设计与分析接口电路的基本方法	57
3.4.2	接口设计一般原则	58
3.4.3	接口硬件设计	58
3.4.4	接口软件设计	59
习题		59
第4章 常用接口电路		61
4.1	可编程定时计数器 8253	61
4.1.1	8253 的外部引脚及内部结构	61
4.1.2	8253 的工作方式	63
4.1.3	8253 控制字和编程	66
4.1.4	8253 应用实例	67
4.2	可编程并行接口 8255A	68
4.2.1	8255A 的外部引脚及内部结构	69
4.2.2	8255A 的工作方式	71
4.2.3	8255A 的控制字	73
4.2.4	8255A 应用实例	74

4.3	可编程中断控制器 8259A	75
4.3.1	8259A 的外部引脚及内部结构	76
4.3.2	8259A 的中断过程	76
4.3.3	8259A 的工作方式	77
4.3.4	8259A 的初始化编程	81
4.3.5	中断程序设计	85
4.4	DMA 控制器 8237A	87
4.4.1	8237A 的引脚功能及内部结构	87
4.4.2	8237A 的工作模式	90
4.4.3	8237A 的寄存器及编程	90
4.4.4	8237A 应用实例	93
习题		94
第 5 章	人机接口	96
5.1	人机接口概述	96
5.2	键盘接口	97
5.2.1	键盘工作过程	97
5.2.2	PC 扩展键盘接口	99
5.2.3	键盘中断与键盘输入输出功能	101
5.2.4	键盘应用编程举例	103
5.3	CRT 显示器与触摸屏	105
5.3.1	CRT 显示器的工作原理	106
5.3.2	显示接口卡	109
5.3.3	显示器和显示卡的技术指标	110
5.3.4	触摸屏	112
5.4	LCD 接口	115
5.4.1	LCD 介绍	115
5.4.2	LCD 接口设计	116
5.4.3	LCD 驱动程序设计	118
5.5	打印机接口	120
5.5.1	打印机接口电路	121
5.5.2	打印数据传输编程	123
5.5.3	打印机输入输出程序及应用	126
5.6	交互式人机接口	128
5.6.1	鼠标器	128
5.6.2	扫描仪	130
5.6.3	光笔	133
5.6.4	操纵杆	134



习题	134
第 6 章 过程通道接口技术	135
6.1 输入输出过程通道概述	135
6.2 模拟信号放大技术	136
6.2.1 常用运算放大器	136
6.2.2 测量放大器	137
6.2.3 程控增益放大器	139
6.2.4 隔离放大器	142
6.3 模拟多路开关与采样保持器	144
6.3.1 模拟多路开关的原理与分类	144
6.3.2 模拟多路开关的芯片及其应用	147
6.3.3 采样保持器的作用原理	150
6.3.4 集成采样保持器芯片及其应用	153
6.4 D/A 转换器接口技术	156
6.4.1 D/A 转换器的主要技术指标	156
6.4.2 D/A 转换器集成芯片及选择要点	157
6.4.3 D/A 转换器与微机接口设计	160
6.5 A/D 转换器接口技术	163
6.5.1 A/D 转换器的主要技术指标	163
6.5.2 A/D 转换器集成芯片及选择要点	164
6.5.3 A/D 转换器与微机接口设计	166
6.6 模拟量输入通道	174
6.6.1 模拟量输入通道的基本组成	174
6.6.2 模拟量输入通道与基本技术要求	175
6.6.3 模拟量输入信号处理技术	176
6.7 模拟量输出通道	183
6.7.1 模拟量输出通道的基本组成结构	183
6.7.2 模拟量输出保持器	184
6.8 开关量输入和输出通道	184
6.8.1 开关量输入通道	185
6.8.2 开关量输出通道	186
6.9 过程通道抗干扰设计	187
6.9.1 测控系统中常见的干扰	187
6.9.2 开关量输入输出通道的抗干扰	190
6.9.3 模拟量输入输出通道的抗干扰	192
6.9.4 传输长线的抗干扰	198
6.9.5 其他抗干扰方法简介	207

6.10	输入输出通道编程实例	212
6.10.1	主要技术指标	213
6.10.2	工作原理及控制字	213
6.10.3	使用与操作	214
6.10.4	编程实例	216
习题		219
第7章	串行接口	221
7.1	串行接口和串行通信	221
7.1.1	串行接口概述	221
7.1.2	串行通信涉及的几个问题	223
7.1.3	串行通信接口连接标准	224
7.2	串行接口的一般结构	227
7.2.1	异步串行 I/O 接口的典型结构	227
7.2.2	同步串行 I/O 接口的典型结构	229
7.3	串行接口 Intel 8251A 及应用	230
7.3.1	8251A 的基本性能	230
7.3.2	8251A 的结构和引脚	230
7.3.3	8251A 编程	234
7.3.4	8251A 应用实例	236
7.4	USB 接口	242
7.4.1	USB 概述	243
7.4.2	USB 结构与工作原理	245
7.4.3	USB 外设控制器的两种实现方式	247
7.4.4	USB 接口电路应用设计	248
7.5	网络接口简介	250
7.5.1	网络接口概述	250
7.5.2	以太网控制器 RTL8019AS	251
7.5.3	Webchip 网络接口芯片 PS2000	252
习题		255
第8章	多媒体接口	256
8.1	光盘接口技术	256
8.1.1	光盘的种类	256
8.1.2	CD-ROM 驱动器	257
8.1.3	CD-R 驱动器	258
8.2	声音卡接口技术	259



8.2.1 声音的基本概念及数字化	259
8.2.2 声音信息的压缩编码	262
8.2.3 音乐的合成——MIDI	262
8.2.4 声音卡	264
8.3 视频的压缩与解压接口技术	266
8.3.1 图形与图像的概念	266
8.3.2 数字 Video 信息的获取	267
8.3.3 静态图像压缩标准 JPEG	267
8.3.4 动态图像压缩标准 MPEG	268
习题	268
附录 A ASCII 码表	270
附录 B 8088/8086 中断向量表(部分).....	272
参考文献	274

第 1 章

chapter 1

微型计算机基础与系统总线

1.1 微型计算机的基本结构

从 20 世纪 70 年代起,微型计算机开始了它的发展历程,在 80 年代,IBM PC 机的问世是一个重要的里程碑。几十年过去了,微型计算机系统发生了巨大的变化。典型的 Intel 公司的微处理器从 8088/8086 发展到 80286、386、486 和 586(Pentium),整个微机系统的硬件与软件和最初相比已是面目全非,但是在讨论微型计算机接口的时候,仍然能隐约看到最初的 IBM PC 机的影子。简单回顾最初 IBM PC 机的硬件和软件,对于理解微型计算机系统的基本结构是有帮助的。

1.1.1 微型计算机的硬件

首先回顾 IBM PC/XT 机的硬件。如果打开一台老的 IBM PC/XT 机主机箱的盖子,可以看到一块主板,比较引人注目的是 5 个总线插槽、256KB 的随机存取存储器(RAM)和 40KB 的只读存储器(ROM)。ROM 中包含一个 BASIC 解释程序和各種标准输入输出设备(键盘、显示屏、硬盘、软盘、时钟电路、串行通信设备、并行打印机等)的接口程序。主板上 4 个支持芯片,或称接口电路。第一个是 8253 计数器/定时器芯片,它可以发出一系列定时脉冲,用于系统日历时钟等很多需要定时和计数的场合,还可以在用户演奏音乐的时候使小扬声器发出声音。第二个是 8237 直接存储器访问(DMA)芯片,它允许磁盘驱动控制器等设备不通过微处理器而直接和存储器交换数据,另外,4 个 DMA 通道之一和 3 个计数器/定时器通道之一协同工作,可以刷新动态 RAM 存储器。第三个是 8255 并行接口电路,它可以读出系统板的有关信息,来确定用户 PC 机上有多少内存,以及磁盘驱动器的数量和显示屏的类型,另外,它可以从键盘读入数据。第四个是 8259A 中断控制器,各种设备可以通过它向 CPU 发出中断请求。

IBM PC 机的微处理器芯片是 8088/8086 CPU(8088 与存储器和 I/O 进行数据传送的外部数据总线宽度为 8 位,而 8086 的数据总线宽度为 16 位)。8088/8086 一共有 14 个 16 位寄存器,其中 8 个都可以进行加、减、与、或、异或等算术逻辑运算,可以和存储器互传数据,以及完成各种其他操作。除了这些通常的用途之外,每一个寄存器还有特定的功能。CPU 旁边有一个空的插座,需要的话可以插入 8087 浮点协处理器,它极大地加



强了微机的运算能力。主机箱外面有键盘和显示器。

虽然现代微型计算机的主板已经发生了巨大变化,但是微机的硬件结构仍然是由微处理器、存储器、接口电路、总线和输入输出设备组成的,尤其是最初的几个支持芯片,直到现在仍然是常用的接口电路,构成了本书所要介绍的部分内容。

1.1.2 微型计算机的软件

再来回顾 IBM PC 机的软件。IBM PC/XT 机最初的软件很有限,只有一个磁盘操作系统(DOS)和随之提供的 BASIC 解释程序,但这种情况很快就改变了。随后可以运行在 IBM PC 机上的软件包括几种字处理软件、Lotus 1-2-3 等财务扩展图表处理程序和数据库管理程序、与 8087 芯片协同工作的 FORTRAN 77 以及 Pascal 和 COBOL 编译程序,后来还有 C 语言编译程序、各种监测控制程序和网络应用程序等。

微型计算机软件系统包括系统软件和应用软件两大类。系统软件包括操作系统、汇编程序、编译程序、调试程序、监控诊断程序、设备驱动程序等,它是硬件和应用软件之间的接口。应用软件则包括字处理程序、图表处理程序、数据库管理程序、用户应用程序等。本书着重讨论 8088/8086 指令系统和汇编语言程序设计。现在,人们常常用高级语言和汇编语言混合编程的方法编写程序。

1.2 微型计算机的运行

1.2.1 计算机中的数制

为了解计算机是如何运行的,首先必须熟悉关于数的一些术语和概念,以及它们在计算机里是如何表示的。在 CPU 里,数是在寄存器中被保存和处理的。寄存器是一组双稳态触发器(通常有 8 个或 16 个触发器),它们同时被读出或写入。双稳态触发器是一种电子器件,它能存放两种电平:一种是低电平,计算机把它看作为“0”;另一种是高电平,计算机把它看作为“1”。于是一个寄存器可以存放 8 个或 16 个 0 和 1。每一个 0 或 1 是一位(bit)。16 位构成一个字(word),8 位构成一个字节(byte)。8088/8086 CPU 包含 8 位和 16 位两种寄存器。例如 AX 寄存器就是一个 16 位寄存器,它能存放一个 16 位的二进制数,而 AL 则是一个 8 位寄存器,它只能存放一个 8 位的二进制数。

在十进制数中,每一个数字的位置都是有权重的。例如在 179 这个数中,9 代表 9 个 1,7 代表 7 个 10,1 代表 1 个 100。也就是从最右边一个数字开始,每个数字的位置的值依次递增一个 10 的因子。在二进制中也是如此,只是每个数字的值以 2 的倍数增加。因此十进制中的 179,等于二进制中的 10110011。按照这个规律,十进制的 24、63 和 100,用二进制表示应该是 11000、111111 和 1100100。

有时候,寄存器中的某一个特定位置的值需要改变,就要有一种方法去命名每个位。通常所采取的方法是给最右面的位编号为 0,是最低位;对于一个 8 位寄存器来说,最左面的位编号是 7,而对于一个 16 位寄存器来说,最左面的位编号是 15,它们是最高位。

计算机的存储器很像是成千上万个寄存器,只是存储器在 CPU 外面。存储器一般是按字节来组织的,也就是说,一个存储器单元有 8 个双稳态触发器,可以存放从 00000000 到 11111111 共 256 个二进制数。存储器容量通常用 KB(字节)表示,1KB 是 1024 个存储单元。如果一台计算机有 64KB 内存,那么就有 $64 \times 1024 = 65\,536$ 个存储单元。

寄存器和存储器不仅可以存放正数,也可以存放负数,存放负数时要用到 2 的补码形式,就是把所有的 1 换成 0,把所有的 0 换成 1,然后再加 1。因此 011 的补码是 101,10011000 的补码是 01101000。用补码表示负数的基点是:0 和负 0 应该是同一个数。设想有一个 4 位的寄存器,0000 的补码是 $1111 + 1 = 0000$ 。注意当高位有一个进位的时候,这个进位被丢失了,因为这个寄存器只能存放 4 个位,这一点是很关键的。0001 的补码是 1111,所以 1111 是负 1;类似地,0010 的补码是 1110,它是负 2,因为 1 加上负 1 应当是 0,2 加上负 2 应当是 0。在这里可以看出,所有负数的最高位都是 1。为了表示负数所造成的影响是,一个 8 位的寄存器可以表示从 0 到 11111111 共 255 个无符号十进制数,而表示有符号数时则正数不能大于 01111111,因为 10000000 是十进制的 -128。

十六进制数要比二进制数容易书写。十进制数要用 0 到 9 这 10 个数字,在十六进制中,除了 0 到 9 之外,还要用到 A,B,C,D,E,F 这 6 个字母。二进制和十六进制的转换是很容易的,只需从右边开始把 4 个二进制数字转换成 1 个十六进制数字即可,如果二进制数的位数不是 4 的倍数,则在左边补 0。为了能快速地转换,只要记住 4 个二进制数的最左边一个位的权值是 8,左边第二个位的权值是 4,然后是 2 和 1。例如,1011 是 $8 + 2 + 1 = B$ 。为了把十六进制数 D 转换成二进制数,只要算出它可以写成 $8 + 4 + 1$,就可以知道它是 1101。本书使用十六进制。在容易混淆的地方,例如 17 究竟是十进制数还是十六进制数,这时就在数字后面加上一个“H”,表示这是十六进制数,如 17H。还有一种可能发生混淆的场合,例如 CH 究竟是一个数还是一个寄存器的名字,这时就用 0CH 来表示这是一个数。所有的数一律都以十进制的数字开始。

1.2.2 计算机中的编码

如前所述,一个正数可以作为二进制数存放在计算机里,同时,正数和负数可以以 2 的补码的形式存放在计算机里,有人或许会问计算机怎么知道一个 8 位寄存器中的数 0FE 究竟是十进制无符号数 254 还是有符号数 -2 呢? 回答是计算机并不知道,而且也并不关心。计算机只是完成程序员要求它做的事情,至于这些数如何解释以及对它们施加什么操作,那是程序员的事。程序员可以让计算机中的二进制数代表任何东西,只是他所施加的操作应当适合于给予它们的解释。

除了二进制格式之外,还有三种方式来表示数值和字母:ASCII 码、BCD 码和浮点数格式。

ASCII 是 American Standard Code for Information Interchange 的缩写。在 ASCII 格式中,英文字母表中的字母(分大小写)、十进制数 0 到 9 和各种标点符号,都用一个唯一的 7 位二进制数来表示,共有 128 个 ASCII 代码。ASCII 码见附录 A。由于计算机存放的是 8 位二进制数,所以最高位设为 0。如果要想在计算机中存放字符串“THIS IS