

北京希望电脑公司计算机技术丛书

微型机在仪器、测控和高速 信号处理中的应用与实例

林 君 编著

希 望 审校

海 洋 出 版 社

前 言

近年来,微机推广应用发展的十分迅速,已应用到国防、工业、石油、地质、教育、农业、生物医学、企业管理、商业和国民经济的各个领域,迫切需要技术支持。

本书是根据作者从1986年以来在国内外科技刊物以及学术会议上所发表的论文中通过精心编选而成的。全书分成七章,第一章简要评述了微机技术与应用的发展概况。第二章介绍了微机关、硬件开发的技术与经验。第三章提供了几种微机之间信息传递的方法。第四章介绍了以微处理器为核心的智能化仪器设计技术。第五章给出了微机地学仪器设计方法与实例。第六章介绍了几个微机控制系统的设计实例。第七章讨论了高速单片数字信号处理器(DSP)及其应用实例。

有关微机应用的参考书目很多,但本书的注意力放在微机化仪器、测控和高速信号处理几个方面,在编写过程中强调实用性、注重理论与实践的结合。为了节省篇幅,本书所讨论的应用系统设计,软件部分只借助于程序流程图说明设计方法,略去了详细的程序清单。

本书的另一特点是将普及与提高相结合,书中含有大量通俗易懂的微机开发与应用经验的例子,适用于初学微机应用人员学习和解决具体问题的方法、措施和经验,提高实际动手能力;书中还含有近年来迅速发展并得到广泛应用的高速单片数字信号处理器方面的内容,为从事或关心本科技领域发展的读者提供帮助。

有些实例是作者在英国进修期间,与英国莱斯特大学工程系、莱斯特皇家医院和Groby Road医院的有关专家合作,在他们的大力支持下完成的。

有的还曾获得《EDN》和《Electronic Design》等杂志的“最佳设计”。有关高速数字信号处理器在地球物理信号处理方面的应用曾获得国家教委优秀年轻教师基金资助。

本书涉及的机型有IBM-PC及其兼容机、单板机、单片机、LASER系列电脑以及TMS 320系列单片数字信号处理器(DSP)等。

在编著本书中,还参考了有关文献。在这里,谨向我的科研合作者、有关参考文献的作者以及关心和支持本书出版的同事们表示最诚挚的谢意。

希望通过本书能够促进广大读者开发与应用微机的兴趣,提高应用水平。但由于水平所限,书中错误和不足敬请指正。

作者

1992.2

目 录

前 言

第一章 微机发展与应用技术评述

- 1.1 计算机技术发展概述..... (1)
- 1.2 单片机的回顾与展望..... (5)
- 1.3 存贮器的发展与新型存贮器介绍..... (11)
- 1.4 图形系统处理器 (GPS) 的发展与现状 (15)

第二章 微机的软、硬件开发实用技术与经验

- 2.1 LASER机上BASIC与Z80汇编混合编程的调试程序ABUG (22)
- 2.2 LASER机运行机器语言的方法 (26)
- 2.3 LASER 500的内存扩充及应用 (29)
- 2.4 单板机上EPROM编程功能扩展及其快速编程软件..... (32)
- 2.5 微机电源电压监测器及其应用..... (34)
- 2.6 一种提高数据采集速度的实用方法..... (36)
- 2.7 $4\frac{1}{2}$ 位A/D转换器ICL7135与微机 相连的三种 方法 (39)
- 2.8 用 $4\frac{1}{2}$ 位A/D转换器进行数据采集与实时绘图的方法..... (42)
- 2.9 存贮器交换技术的几点应用..... (47)
- 2.10 Z80存贮器扩展的一种 新方法 (48)
- 2.11 用NVRAM开发基于ROM的应用软件..... (49)
- 2.12 PC机并行I/O口应用探讨 (51)
- 2.13 快速位反转方法及其应用 (60)
- 2.14 PC机应用技巧举例..... (63)

第三章 微机之间通讯方法

- 3.1 MCS-51单片机与IBM PC机的串行通讯 (70)
- 3.2 LASER机与TP801单板机并行通讯的方法 (77)
- 3.3 微处理器之间的并行通讯双端口的的设计..... (80)
- 3.4 LASER机与系统机单向通讯的简便方法..... (82)
- 3.5 IBM PC与单板、单片机通讯的一种实用方法..... (85)
- 3.6 DSP与PC通讯..... (87)

第四章 以微处理器为核心的智能仪器设计技术

- 4.1 BASIC程序固化方法及其在智能仪器设 计中的应用 (93)

4.2	E ² PROM的编程写入及其在智能仪器中的应用	(95)
4.3	专用汉字显示在仪器设计中的应用	(100)
4.4	CMOS静态RAM的掉电保护	(103)
4.5	汉字显示粮食收购计算机的设计与应用	(106)
4.6	LASER系列机在仪器仪表领域的开发与应用	(113)

第五章 微机地学仪器的设计方法与实例

5.1	智能仪器的发展与微机地学仪器设计	(117)
5.2	微机地学仪器的算法分析与应用	(124)
5.3	静力触探微机数据采集与实时处理系统	(130)
5.4	智能综合工程探测仪的软硬件设计	(143)

第六章 微机测控系统设计与应用

6.1	微计算机在照排机上的应用	(156)
6.2	HDP-4型电脑屏示照排机的研制	(162)
6.3	人参深加工控制系统设计	(167)
6.4	微机应用中的抗干扰技术	(187)

第七章 高速单片数字信号处理器 (DSP) 及其应用

7.1	数字信号处理器的发展与应用现状	(179)
7.2	介绍几种先进的信号处理器	(194)
7.3	“混合信号”处理器——ADSP-21m5P50及ADSP-21XX系列DSP介绍	(200)
7.4	DSP96002数字信号处理器介绍	(204)
7.5	基于TMS320C25的DSP应用系统设计	(207)
7.6	微机上加快FFT运算速度的方法	(213)
7.7	一种用单片数字信号处理器构成的便携式医学信号实时测量与分析仪器	(216)
7.8	野外轻便型FFT数据处理系统的研制	(222)
7.9	从TMS320系列目标文件获取固化机器代码的方法	(227)

参考文献

第一章 微机发展与应用技术评述

1.1 计算机技术发展概述

自1946年以来,计算机大致经历了四代的变化:电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路时代。目前最先进的计算机是从70年代后半期发展起来的第四代计算机。这种以元器件技术为基准的划分,并没有反映出计算机体系结构上的变化。前四代计算机,都采取存储程序和顺序控制执行的方式,这是冯·诺依曼型,其瓶颈是速度问题。为了克服冯·诺依曼型的瓶颈,现正在研究新一代的计算机,即非冯·诺依曼型。日本从1982年起就开始着手研究第五代计算机,并把逻辑型语言PROLOG定为第五代计算机的控制语言。

进入90年代,微电子学的发展以及计算机的广泛应用促使计算机技术进一步发展,主要表现在处理器性能不断提高,RISC技术兴起,并行处理技术、网络技术、多媒质技术、图形技术以及个人工作站等都得到深入发展,与计算机体系结构发展有关的大规模并行处理、数据流驱动型并行处理以及神经元计算机等,都有力地促进着计算机技术的不断发展。

1.1.1. 处理器

自1971年Intel公司的4位微处理器问世,到1989年的80486,通用处理器本身的性能仍将随着大规模集成电路的发展而提高。1985年推出的80386集成了25万个晶体管,时钟速度为33兆赫,性能达5MIPS,而80486集成了100万只晶体管,处理器、协处理器和高速缓冲存储器都集成在一起,性能达15MIPS,时钟为25兆赫,若改成35或40兆赫,其性能可达25MIPS。预计1993年推出的80586的集成度将是80486的4倍,而1996年将集成有2000万个晶体管的80686,到2000年,将发展到集成1亿个晶体管的80786。

集成度的提高主要是改进现有的0.8至1.0微米的VLSI CMOS工艺,到90年代中期会采用0.5至0.8微米的超大规模工艺,而到2000年就将采用0.2至0.5微米巨型规模尺寸集成工艺。要提高处理器的性能,还要考虑用GaAs、硅双极型和BiCMOS等工艺,但是在结构上,提高处理器的并行度和并行操作,是实现更高性能而不增加成本的良好途径。新一代的微处理器,将采用RISC和CISC混合结构以及多总线形成的流水线并行操作来提高运算能力。而且在80年代提出的各种设想,其中包括数字信号处理、大规模并行结构、压缩阵列、以及诸如自适应阵列的构想和神经网络、模糊逻辑及基因算法等都将逐步结出丰硕的果实。

为了适应不同领域的要求,专用微处理器也将得到进一步的发展,单片微处理器已从8位发展到16位和32位,性能上也在不断提高,除了集成存储器、串行口等功能器件外,有些单片微处理器还集成了A/D及D/A等模拟与数字之间进行转换的关键部件以及用于控制的I/O和用于多处理器相连的专用接口。到目前为止已出现的专用微处理器有单片数字信号处理器(DSP)、图形系统处理器(GSP)以及适用于并行系统的Transputer等。

1.1.2. RISC技术

80年代后期,RISC技术与生产工艺发展迅速,各公司围绕着RISC芯片的生产和制造展开了激烈的竞争。衡量RISC的性能与生命力,可以从以下几方面来观察:

1. RISC的性能与价格;
2. RISC体系结构的公开性;

3. 应用软件是否丰富;
4. 是否可提供二进制码的可兼容性;
5. RISC性能是否可按比例迅速增长。

RISC芯片采用了流水线操作、寄存器堆技术、Cache技术和Harvard结构,其运行速度比CISC技术的通用微处理器高得多,如Intel公司的80860是80386运行速度的13倍。目前,作为工作站所需的RISC芯片中,比较有竞争力的有五家,即SUN公司所用的SPARC系列芯片,MIPS公司的MIPS R3000系列芯片,INTEL公司的80860系列,MOTOROLA的M88000系列芯片,以及INTERGRAPH的CLIPPER芯片。

RISC技术发展虽然仅有几年的历史,却取得了令人瞩目的成就,其性能在许多方面都优于CISC,而且价格低。以RISC技术为基础的工作站,在各厂家之间展开了激烈的竞争。

1.1.3. 多媒质技术

此处媒质是指信息的载体,如数字、文字、声音、图形、图像等。利用多媒质技术,可使入同计算机的交流更为融洽,这是90年代个人机发展的关键技术。

1. 数字图像对话会成为压缩运动画面的标准。主要用在声音和静止画面上。在计算机辅助教学中,应用程序处理运动画面时,常用录像带作为存储媒介。Intel的DVI数字图像对话多媒质系统,在1989年3月份CD-ROM国际会议上一举成名。它是一种通过数字式压缩使运动画面存储于CD-ROM中的方式。Intel有可能在2000年将DVI放进CPU芯片中。现在DVI正在得到日益广泛的应用。

画面的质量是主要问题,其次是运动画面的压缩问题。为了压缩,需要专用计算机。支援软件开发的工具也正在完善之中。

2. Apple是应用多媒质技术的先驱

关于媒质的软件环境,是Apple公司首先在Macintosh个人计算机上推出的,如使用CD-ROM的应用软件;处理存放于录像带、CD唱片上的图像声音系统;以及在屏幕上编辑图像、声音等媒质的工具。

Apple公司最早使用“台式媒质”,后来把“台式宣传”,“台式表现”和“台式媒质”三者统一用“多媒质”这一术语表示。与此对应要做多项基础工作,如要开发与多媒质对应的OS,Macintosh的7.0版OS即是多媒质OS。还有多媒质标准接口用的MCA(媒质控制结构)。

1.1.4. 网络

随着计算机系统的分散化,今后局域网LAN将起着更重要的作用。

90年代的计算机通信手段,将以ISDN(综合业务数字网络)、专用高速数字线路、光LAN等为主,这些通信系统将多媒质相适应。网络管理、分散数据库存取将开始实用化。国内3+网已安装了3000多套,是国内主流网络。1989年NOVELL公司微机LAN猛烈冲击了我国市场,在全世界范围内NOVELL网已占优势,其主要技术策略:

1. 专用的多任务管理软件是网络操作系统的核心;
2. 系统容错技术;
3. 通用性技术: 50余种通信适配卡、多种广域网连接、开发性协议技术;
4. 可携性NETWARE,可使多种小型机、不同的操作系统、相异的网络体系结构共同

组成一个开发系统:

5. NEWARE386支持80386、80486的网络操作。

今后, 可以实现从个人机向任意计算机存取信息, 这种网络计算机化将有力地促使网络技术本身以及数据库应用技术等的发展。

1.1.5. 计算机体系结构

正在研究的新型计算机, 要突破冯·诺依曼瓶颈这一障碍。在计算机体系结构上, 主要有以下的进展:

1. 巨型计算机体系结构

根据处理机的互连方式和操作结构, 将巨型机的结构大致分为: 流水线结构、阵列结构和多处理机结构三大类。巨型机中软件技术很重要, 如并行程序设计语言和向量化程序的开发。

2. 新一代体系结构

新一代体系结构的计算机是指那些建立在VLSI基础上的, 且设计思想的构成原理都不同于原有结构的计算机系统。其结构的基本特征是采用超并行化技术, 这些系统又可分为三类:

1) 大规模并行处理系统

由于靠单机提高性能受到集成电路极限的限制, 人们采用重复设置大量处理单元的方式来成百成千倍地提高性能。这类系统性能一般都在每秒亿次以上, 且结构灵活, 设计方便, 性能价格比好, 因此是计算机发展的一个重要方向。适用于多机并行处理的处理器有Transputer等, 但目前并行处理软件的开发落后于硬件, 难于充分发挥硬件的功能。今后的课题是: 自动选取适用于求解问题的并行性模型和开发有效映射超并行机硬件的软件。

2) 数据流驱动型并行处理系统

数据流驱动原理, 即运算的执行顺序由数据间的依赖性决定, 程序员不必指定顺序。数据流机今后将采用部分顺序处理的优点, 以实现高速化。另外, 在结构上还将选取RISC那样的命令长度以及寄存器运算等方式。

3. 神经元计算机

神经元计算机的基本组件是神经元。采用VLSI技术已能够在一个芯片上集成具有多个神经元的电子模拟电路。但依靠目前的技术还难以构成理想的神经元计算机系统, 仍有许多困难需要克服, 因此必须开发新的光电技术。虽然有关神经元计算机的研究已取得许多成果, 但还难以形成商品化产品, 需要继续付出巨大的努力。

3. Intel芯片的战略

1985年推出的32位微处理器80386的结构仍在90年代继续使用。1989年推出的80486采用了80386结构, 因此一般的应用程序可以在80386和80486上运行。

1993年将推出的80586也将采用386的结构, 准备在1996年推出的80686同样用386的结构。可见, 今后一段时间内Intel准备推出的各种处理器, 只不过是386结构的基础上使其系列化, 在性能和功能上不断提高而已。

从体系结构上看, 386将成为一个基本单元。16位的80286已不再发展。就是说, 个人机从小到大都将是80386为核心构成。小型计算机的CPU将从专用的CPU向通用CPU过渡。

IBM生产大型机在世界市场上所占有的地位已经动摇。IBM主机的概念，将被网络主机的新思想所取代，这是因为Intel的微处理器领导着世界微处理器发展的潮流，处理能力不断增强，通过微机网络所形成的强大的处理能力使大型机失去昔日的光彩。

1.1.6. 操作系统

表1.1给出了各种操作系统所占比例。从表中可以看出，90年代初期使用最多的仍然是MS-DOS，但将以386结构为前提并同Window结合演变成多任务的OS。另外ROM版的MS-DOS将扩大低档次的用户。90年代将向两个方面发展，一个面向笔记本型朝着稳定而成熟的OS方向发展；另一个是以386为前提朝着同Windows结合的方向发展。MS-DOS4.0将与Windows/386 3.0结合形成新的MS-DOS。

表 1.1

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
MS-DOS	60.5	61.5	62	58.5	55	45.5
OS/2	—	—	0.5	3	6	12
UNIX	1.5	2.5	2.5	3	4	6
Macintosh	6	6.5	7	7	7	9
利用68000的其它DOS	8	12.5	18	23	25	26
其 他	24	18.5	10	5	3	1.5

OS/2也是以386结构为前提而走向高性能化。支持虚拟存储、多进程、分数处理和面向目标的环境等是OS/2的发展方向，而且很快会将源程序代码公开。

Macintosh的OS，在90年代前半期将逐步完善7.0版，使其具备数据通信，多任务、联系显示/打印两方面的可变字体、应用程序间的联系、多媒质等OS的标准功能。

UNIX已经牢固地作为工作站的OS，今后UNIX将朝着面向高层次和面向个人机两极分化。

不管哪一种OS，都要强化GUI(图形用户接口)，使其掩盖OS的存在。

1.1.7 4GL和CASE

4GL是一种非程序性的计算机语言，用来帮助开发应用系统，从设计、开发、测试、装入到维护在整个生命周期的各个阶段，有助于提高生产率的综合性软件开发工具。第4代语言4GL的应用领域及代表性产品，根据应用领域可分为：

1.信息中心4GL

采用此类4GL开发的应用系统都不复杂，如FOCUS、Hanls和NOMAD等。典型的应用有系统的信息追踪计划报告等。但随着应用需求复杂度日益升高，这类4GL都能提高其处理能力。主要加强的功能有：随着计算机运行情况的改变，将应用分散在大型主机与PC上；增强数据库完整性的检查；监督、记录系统操作情况。最重要是改善人机界面、系统效率等决定产品优劣的功能。

2. 具备4GL的功能的关系式数据库

这类RDBMS有Oracle/SQL、DB2、Ingres、INFORMIX等。

3. 大型应用系统开发适用的4GL

属于此类的有Natural、Ideal、Nantls、PONerHouse等。

4. 其它类型的4GL

在某些特殊应用领域, 如数据输入、财务模式分析等, ENTER/3270, UFO等属于此类4GL。开发决策支持系统的4GL, 大都具备特定查询、绘图、建立模式、统计及分析预测等功能。

近来, CASE (计算机辅助软件工程) 工具兴起, CASE与4GL虽有相同的目的, 但手段不同。CASE着重于将传统生命周期各阶段的工作予以自动化。对开发大型应用系统来说, 与CASE工具结合使用显得特别重要。由于4GL主要强调在程序编写、测试及维护方面可提高生产率, 因此前期CASE工具正好可弥补4GL在分析、设计方面欠缺的功能。一般的做法是建立4GL与前期CASE工具之间数据交流的渠道: 将两类工具处理的数据, 如数据项目、数据库定义、屏幕/报表格式等存在相同的数据库内。这样一来, 利用前期CASE工具分析、设计的结果, 可迅速地传递给4GL, 不但可确保数据的完整性、一致性, 而且可以提高处理效率。

要提高软件开发和维护的生产效率, 还有数据库管理系统 (DBMS)、专家系统 (ES) 和电子数据交换 (EDI) 等关键技术, 这些技术是促进软件产品发展的重要一环。

目前发展的计算机技术, 有开发系统、人机接口、X窗口等技术。

综上所述, 我们可以得出如下几点结论:

1. 通用计算机一统天下的局面结束了, 如今是小型计算机、工作站、个人机并存的时代。
2. 传统的冯·诺依曼体系结构面临着严峻挑战, 多机并行处理技术日臻完善。
3. RISC技术兴起, 以RISC技术为基础的工作站, 在各厂家之间展开了激烈的竞争。
4. UNIX获得前所未有的支持, 各大公司都要进入UNIX市场; 4GL、CASE、X窗口为软件人员提供了新的工具。
5. 开发系统已被用户接受, 各厂家不得已进入开放系统开发者的行列, 否则将丧失市场。
6. 互联网络逐步成熟, 超越网络、EDI和大型局域网正在兴起。

1.2 单片机的回顾与展望

1.2.1. 引言

单片微计算机 (Single-Chip Microcomputer) 简称单片机, 是指在一个芯片上集成了微型计算机的全部单元, 主要包含CPU、存储器 and 外围I/O功能, 这不同于通常所说的微处理器 (Microprocessor), 因为通用微处理器如8086/8088只是控制IBMPC及其兼容机的一个中央控制单元 (CPU), 微处理器本身一般不含有存储器与I/O功能。当单片机用于工业控制, 通常称为微控制器 (Microcontroller)。显然, 单片机与微控制器没有什么区别, 有时还用“嵌入控制器” (Embedded Controller) 代表微型控制器。

正是由于单片机本身的特殊结构, 只需极少的外围器件就可以组成多种智能控制器, 这不仅体积小、耗电少、工作可靠, 而且还具有成本低、设计灵活方便等突出特点, 因此在智

能化仪器仪表, 工业控制以及家用电器控制等领域获得日益广泛的应用。

随着集成电路的飞速发展, 单片机如同微处理器一样, 在集成度、性能、结构等方面都在不断发展, 性能/价格比在不断提高、新一代单片机在不断涌现, 应用领域在不断扩大。

1.2.2. 单片机的硬件

单片机的发展是从微处理器的发展而来的, 1971年Intel公司推出微处理器芯片4004, 它是4位芯片。在1972年, Intel就推出了8位微处理器8008, 而8位单片机也是Intel首先推出的, 1976年, Intel的8位单片机MCS-48系列产品问世, 继此之后, 许多微处理器制造厂家相继推出单片机产品。如果像微处理器一样按字长分类, 单片机仍可分成4位、8位、16位、32位或64位; 同样字长的单片机, 按结构和性能还可再进一步分类。

4位单片机每次可以处理一位BCD码数据, 但它不能一次处理一个ASCII码字符, 因此只适应于计算器和简单控制的场合。8位单片机每次可以处理一个字符, 而这在微计算机终端键盘、显示、打印和字符处理中是经常用到的。此外, 8位宽度对于指令代码表示、算术运算、存储器读写以及外围接口等都是比较方便的, 因此它远比4位宽度应用的广泛。8位单片机的一个典型应用是IBMPC及其兼容机的键盘控制。目前国内主要使用的是8位单片机的主导性产品MCS-48系列和MCS-51系列。

16位/32位单片机提供了如同高性能通用微处理器一样功能的指令集, 它们比起8位单片机, 无论是在处理能力还是在整体执行效率等多方面都有显著的提高, 它们主要用于需要高速执行的设备如激光打印与磁盘驱动控制。这类器件还在卫星接收、调制解调以及机器人控制等方面得到广泛使用。16位单片机的典型产品是Intel的MCS-96系列。

32位单片机的发展在某些方面为了适应于一些通用微处理器较难胜任的场合, 如要求实时处理及实时控制的场合, 与其相应发展起来的单片数字信号处理器(DSP)就是32位单片机的一种特殊情况。

早期的单片机主要采用复杂指令集(RISC)技术, 随着精简指令集(RISC)技术与生产工艺的迅速发展, 单片机的结构设计也在发生着变化。Intel的32位处理器80860系列, 就是采用了CISC和RISC技术, 它即吸收了RISC高速的优点, 又克服了RISC难于用汇编语言编程的缺点, 以保证单片机的高效执行特性。

单片机在硬件结构上主要有如下特点:

1. 程序与数据存储器分离, 或称为哈佛结构, 但是两种存储器共享一个数据总线;
2. 片内含有多种外围功能, 典型的有片内定时/计数器、串行I/O, 并行I/O、多级中断控制以及A/D转换器等。

1.2.3. 单片机的软件

通常, 8位单片机的软件用汇编语言编写, 它比用高级语言编译的代码更有效。随着快速处理器的出现以及更有效的编译器的发展, 再加上片内存储器的增大以及复杂的软/硬件设计, 汇编语言不再是唯一的单片机设计语言。

在单片机开发系统中使用的高级语言编程中主要使用的语言是C和Modula-2, 有时也使用Ada、Forth和Pascal。

C语言广泛地用于开发多种微处理器, 这是因为C语言是一种介于高级语言与汇编语言之间的一种适合于系统开发的语言, 它不仅具有高级语言的结构特点, 而且还容易与汇编程序接口。过去只能用汇编语言编程的处理器如TMS320C25(DSP), 现在已提供了C语言

编译器, 而且某些处理器的指令集干脆设计成类C语言的结构, 如AT & T的DSP32系列以及Analog Derices的ADSP2100系列。

Modula-2通常是由基于Pascal的开发系统移植而来的, 因此它具有许多Pascal的特点, 而且它还有位操作、中断处理和协处理等单片机编程所需的功能。

但是从目前各种开发系统所配的语言来看, C语言也许是单片机开发的最好的选择, 它优于Modula-2的主要一点是C语言可直接访问处理器和存储器, 而这种访问可以在汇编语言级。

高级语言调试程序也多采用C, 它允许单步执行调试程序并给出调试过程的中间结果, 如寄存器内容、变量类型及其范围等。C语言调试工具为单片机开发提供了极大的方便。

高级语言还用于单片机的模拟与仿真。利用模拟与仿真器, 可以在没有单片机硬件的条件下, 模拟目标系统的各种功能, 例如用流行的IBMPC及其兼容机来模拟单片机应用系统, 开发单片机应用软件, 这可以避免硬件成本开销, 节省设计时间。这种开发方式已为许多人所采用。

1.2.4. 几种流行的单片机系列

表1.2是目前世界市场上比较流行的单片机及其功能简介, 这里综述几家有影响的单片机系列的主要性能及特点, 以便于用户了解与对比。

表 1.2 几种主要的单片机系列

模型	RAM	ROM	addr	SI/O	PI/O	C/T	Int	位宽
Intel公司 (B)								
8048	64	1K	4K	无	27	1, 8位	2	8
80C51BH	128	4K	64K	uart	32	2, 16位	2	8
8096BH	232	8K	64K	uart	40	6, 16位	8	16
80196KA	232	8K	64K	uart	40	4, 16位	16	16
80196KB	232	8K	64K	uart	40	6, 16位	16	16
80960								
Motorola公司								
Mc6801	128	2K	64K	uart	24~31	3, 16位	3	8
68HC11	256	8K	64K	2	40	8, 16位	17	8
68HC05L6	176	6K	8K	1	58	4, 16位	4	8
68705R3	112	3.8K(EPROM)	0	无	24	1, 8位	3	8
Zilog公司								
Z86C11	128	4K	120K	uart	32	2, 8位	6	8
Z86E21	256	8K	120K	1	32	2, 14位	6	8
Z8800	352	8K	128K	1	40	2, 16位	8	8
National半导体公司								
COP420	64(位)	1K	0	1	8	1, 10位	1	4
COP888CG	192	4K	32K	2	40	3, 16位	14	8
HDC16083	256	8K	64K	uart	52	8, 16位	8	16
Texas仪器公司								
TMS370	256	4K	112K	2	55	2	2	8
TMS7000	128	4K	64K	0	16	无	2	8
TMS320C14	256(字)	4K(字)	4K(字)	1	16	4	15	16/32
Immos公司								
IMSM212	2K	4K	64K	4	16	2, 16位	2	16
NEC公司								
78214	512	16K	64K	1	60	1, 16位	18	8

1. Intel的单片机系列

有关Intel的单片机产品,国内用户早已熟悉,这是因为国内引入了Intel的MCS-48、MCS-51以及MCS-96产品,相应的参考资料以及产品应用介绍都很多。MCS-48是1976年推出的,它除片内ROM/EPROM和RAM外,还有27根I/O线。四年之后,MCS-51系列产品问世,它的性能约是MCS-48的十倍(主要指运行与计算速度),时钟为12MHz时,指令周期可达1 μ S。MCS-96系列也包含许多成员,它们主要用于计算密集的实时控制。它的CPU以及8位/16位外部总线支持位、字节和字操作。当时钟为12MHz时,指令平均执行时间为1—2 μ S。MCS-96的片内含有一个A/D转换器,并且包括采样保持、8路多路转换器。A/D转换器的精度为10位、转换时间为22 μ S。Intel80196是MCS-96系列的一种高效率、HCMOS、低功耗的16位微控制器,它提供了4个高速捕捉输入来记录事件发生的次数和6个高速输出用于脉冲或波形的产生。Intel的32位微处理器80960是为了嵌入控制应用而设计的,由于它采用了RISC和CISC技术,它可以利用硬件或软件来检查错误并保护处理器死锁。

此外,Intel还推出由80386演化而来的80376以及82370等多种高性能产品,其中的82370提供了片内外围器件,主要包括8通道的DMA、3个82C59A中断控制器,4个16位定时器,一个DRAM刷新控制器,一个可编程等待状态产生器以及系统复位逻辑。

2. Motorola的单片机

Motorola的第一个单片机是MC6801系列,在1978年推出。它的指令码与6800微处理器相同,但多了十个新指令,包括有8 $\times$ 8乘法。6801的简化型(或者说为控制型)是MC6805系列,它省去了6801的部分暂存器,而增加控制功能,并有带A/D和LED驱动能力的版本型号。如其中的MC68HC05B6是HCMOS器件,它带有256字节的EPROM,8通道的A/D,一个串行通讯口和两个脉冲宽度调制(PWM)输出。目前Motorola还在研制的6804/68HC04是一种介于4位和8位执行之间的单片机系列,它们是8位器件,其CPU也处理8位数据,使用8位寄存器和指令,但数据的输出是串行的,每次输出一位。它们对程序员来说是8位的,但其设计目标是4位的价格,以便于需求量大而且对成本控制较低的应用场合。利用6801核研制的HCMOS器件68HC11是一种先进的8位微处理器带有精制的片内外围能力。片内存贮器包括8K字节ROM和512字节EPROM,显然EPROM为单片机应用程序的调试与在线修改提供了方便。

Motorola在研制高性能的单片机时,跳过了16位而直接研制32位,代表性器件是68332,它的CPU核基于68020,带有32位寄存器组和32位ALU。片内还含有一个时间处理单元(TPU),它可以独立于CPU来处理16通道的基于时间的事件函数。68332包括了大多数68020的增强功能,如支持虚拟存贮器,指令流水线和32位数学运算等。该器件还有很强的外围能力,如串行外围接口(SPI)、串行通讯接口(SCI)等,它们可方便地与A/D、LCD或DSP相连,主要应用领域是汽车、远程通讯、工业自动化、办公自动化以及通讯控制。

Motorola的单片DSP产品DSP56000(整型)和DSP96000(浮点型)系列无论在结构上还是在执行效率上都具有独道之处,在目前的DSP应用领域占有一席之地,尤其是浮点型DSP96000系列应值得我们注意。

3. 其它公司的单片机简介

Zilog公司的Z8系列也算是8位单片机中较早推出的一种(1978),它的特点是可用作单片机,也可作为处理器用于微计算机系统中。Z8系列引入的时钟为8MHz,现在已有20MHz的版本(Z8874)。Zilog新的数字TV控制器Z88C27也是基于Z₈核,它将数字TV的所有控制功能都集成在一个芯片上。

Hitachi(日立)公司提供广范围的4位、8位和16位单片机,其中的H8系列基于8位和16位CPU,具有200纳秒周期和2.3微秒的16×16乘法。其中的H8/330含有16K字节ROM,512字节静态RAM,三种类型定时器,一个串行I/O口、一个双端口RAM,一个8通道A/D转换器和一个通用I/O口,可算是8位单片机中功能较强的一种。Hitachi还生产一种MC6805系列的增强型6305系列。此外,该公司的4位单片机MHC40系列应用也较多。

在单片机领域,还有一些制造厂家,如NEC、National、Harris、Mitsubishi、AMD、Dallas等,都有单片机产品,这里不再一一介绍。

1.2.5. 两种特殊结构的单片机

在单片机中采用哈佛结构和流水线操作前面已经提及,而采用模拟与数字电路混合的集成技术,即在单片机中增加A/D及多路转换器等也似乎是人们所熟悉的,如MCS-96系列中含有A/D及采样保持、68HC05B6也是含有A/D的6805系列中成员之一,National的COP8××也含有8位A/D,还有Hitachi的H8系列等等。这里将要讨论的两种是Inmos,的Transputer和Texas的DSP控制器TMS320C14。

1. Inmos的Transputer

Transputer日前有人译成“传算器”,有人译成“超级传输式计算机”,它是英国Inmos公司自1982年以来相继推出的一系列16位、32位、64位高性能单片机,它在单个芯片上集成了包括处理器、高速缓存、浮点运算器、存贮器控制器以及用于Transputer之间点到点相连的串行联接接口。Transputer的出现给计算机并行处理领域和建立高性能专用并行机方面提供了一个有力的工具,已有许多国家的一些公司、企业和大学分别组织了研究小组并建立课题进行开发研究,如英国的Meiko公司应用311个T800芯片组成一种超高速并行处理计算机,其中央处理机的浮点运算速度达每秒12亿次,而美国的浮点系统公司正在研制的T系列机由多台64位Transputer组成,其运算速度高达每秒2620亿次浮点运算。

Transputer系列芯片包括T212、T414、T414以及T800系列。每个系列又有不同的版本,如果按时钟速度分,又有10兆赫、20兆赫、25兆赫及30兆赫不等。T212是16位Transputer, T414/T424则是32位Transputer。T414包含1个32位1千万次的处理器、2K字节RAM、4个串行连接口、4个标准的Inmos通讯链路(Links)。在T414基础上发展起来的32位/64位处理器T800系列具有32位中心处理器,4K字节片内静态RAM,一个64位浮点运算器和4组输入/输出高达每秒20兆比特的链接通道。时钟为25MHz的T800版本——IMS T800-G255集成了一个64位IEEE-754浮点运算器、一个具有微编码块移动指令的32位整型处理器和4K字节静态RAM。其内部到4K字节静态RAM的存贮接口可达到一个100兆字节的数据传输率。这种Transputer可寻址外部存贮器空间为4G字节,通过存贮器接口,外部存贮器的传输速率也可达33兆字节。

Transputer使用的语言是由Inmos开发的一种新的编程语言OCCAM,它的突出特点是以前进作为基本单位,一个进程分为启动、执行和结束三个阶段,而在执行阶段又可处于“等待”状态。在进程与进程之间可以通讯,一个进程也可以被另一个进程所中断。TransP

uter的体系结构适应于使用OCCAM编程,当然也允许使用C、Pascal和Fortan等高级语言,但是这些程序要变换成OCCAM的一个进程。

2. Texas Instruments的TMS320C14

TMS320C14是TMS32010系列DSP产品中的一个成员,它的CPU使用TMS32010,包括256字RAM、4 K字ROM(或者为EPROM)。TMS320C14本身还包含用于控制和其它单片控制器应用所需的外围功能,主要有事件管理器(event manager)、一个串行口、四个独立的定时器和一个并行I/O口。事件管理器用两个硬件定时器来捕获和比较,捕获的事件可以堆存在先进先出(FIFO)栈中,中断源也与FIFO有关。比较的功能是把事先编程好的寄存器内容与定时器值相比较。这个事件管理还提供了14位精度的PWM模型。

TMS320C14的串行口是一个全双工USART,能够进行异步和同步操作,执行的速率分别为秒400kbit/,和6.4M bit/。TMS320C14还提供了双缓冲、地址检测与匹配以及一个局部波特率发生器。TMS320E14是TMS320C14的EPROM版本,为用户的初始开发与设计提供方便。

TMS320C14主要用于算法密集的实时控制应用场合,如引擎控制、汽车工业、伺服控制、磁盘控制、机器人控制、马达控制等。

TMS320C14的指令集与TMS320C10的相兼容,这样,完全可以用TMS320C10的开发系统来研制TMS320C14的应用软件。TMS320系列的一个指令周期可完成乘/加运算等高性能,能较好地满足需要乘/加算法(如数字滤波)且要实时进行的应用场合。

TMS320系列在不到十年里已经推出五代产品,最新问世的TMS320C40是一种性能极高的浮点DSP产品,包括6个8位并行I/O口,这些口直接支持处理器到处理器之间的通讯,允许用户使用各种各样的多处理器系统结构,显然,这些I/O口类同于Transputer的Links,但TMS320C40采用了并行I/O,传输效率可以明显提高。6个内片DMA控制器服务于这些并行I/O口并允许在处理器的CPU执行算法期间在用户系统 μ P之间进行通讯。微处理器的CPU可以每个机器周期执行几个操作:一个浮点乘法,一个浮点加法、两个数据寻址访问,两个寄存器内更新和一个零开销的分支转移。这种功能强大的单片数字信号处理器,无论在硬件上还是在指令设计上都吸取了最新的计算机技术,这种特殊结构的单片机,是目前功能最强的一种,不过其应用领域不能象Intel8031系列那样应用广泛。

1.2.6 我国的单片机应用与选择

我国单片机的研制和应用始于70年代末,真正应用则在80年代中期。目前国内的单片机开发应用主要是8位单片机,但是品种较单调,主要是Intel系列。低档的8048/8049已批量应用于洗衣机等消费类产品;高档的8051/8031单片机应用面很广,已经成为我国应用的主流机型,但总的应用量没有形成规模。近一两年来,人们对准了16位的8098单片机,这是因为该芯片与8096相比具有如下特点:(1)片内硬件不仅保留了8096的特性,还增加了一个高速采样/保持电路;(2)软件和指令系统与8096完全兼容;(3)片外数据总线采用8位,便于和型号众多的各种8位接口电路连接;(4)采用48脚双列直插封装(其插座价格仅为8096的1/15左右);(5)价格低廉,目前市场售价人民币不到80元,比单独买一个10位逐次逼近式A/D转换器便宜。显然,8098具有更高的性能/价格比(与8096相比),因此,在过程检测、自动控制、仪器仪表、计算机应用等领域有着广泛的推广应用前景,是高档单片

机型中具有竞争能力的一种机型。

随着单片机应用与开发的不断深入,我们还应该注意克服各自为阵、减少重复开发以及合理选择机型、避免清一色品种选型的问题。如国内很多单位把4位单片机和6805单片机应用的场合改为8048/8049,后者主要用于控制和仪器方面。由于Intel的8051的I/O缺乏相应的特殊功能,因此在有些应用场合不得不外接各种芯片,这就体现不出单片机的优越性,也难以取得显著的经济效益。

如果把高速单片数字信号处理器(DSP)也划入单片机中,则国内在16位/32位单片机应用领域已经有了一定的基础,这是因为我国已经把以TMS320系列的DSP产品应用于通信、语音处理、频谱分析、图形/图像处理等领域。但是像TMS320C14/E14这类即具有信号处理能力,又带有强功能的I/O的单片控制器,在我国还没有见到应用。

单片机的突出特点之一就是在一片芯片上集成了微型计算机的全部单元,其应用原则上应是单片应用才能显示出优越性。由于种种原因,国内单片机的应用绝大多数都采用片内无ROM的单片机,而外接ROM无疑要加上线路板的体积。如果从规模和经济角度,采用片内带ROM的单片机形成商品也许更适宜,但这仍需多方面的努力。

1.2.7 结论与展望

在过去的十多年时间里,单片机在如下几个方面得到了迅速发展:

- 1.单片机系列在不断增加,数据总线的宽度在不断扩大;
- 2.单片机的结构转向多样化,传统的冯·诺依曼结构已受到挑战,Transputer和专用数字信号控制器正在兴起;
- 3.单片机的性能在不断增强,片内带A/D转换等功能为单片机在测量和控制等领域的应用提供了方便;
- 4.单片机的集成度在不断提高,如新型的单片机80860使用了100万只晶体管,这种集成度已与80486的集成度相当;
- 5.RISC技术的兴起,已影响到单片机的设计;ASIC技术同样对单片机的发展起到推动作用;
- 6.高集成度高性能的通用微处理机与单片机之间的界限越来越模糊,这是因为许多的新型通用微处理器本身也带有存储器 and I/O功能。

单片机的发展十分迅速,其市场价格也在不断下降,这就更有利于单片机的推广应用。在单片机的应用选型时,注意单片机的发展动向对于产品设计会有很大的帮助。

单片机的将来怎样?自然地,新型的单片机系列将不断涌现,应用领域也将进一步扩大。随着逻辑电路制造工艺的提高,小于 $1\mu\text{m}$ 的线宽LSI设计技术将促使单片机的集成度进一步提高,而单片机的设计方便性以及成本的迅速下降将会吸引越来越多的设计者把单片机作为智能控制等应用的最佳选择。此外,更多的外围处理功能、位管理功能以及专门的信号处理等功能都将是新一代单片机的发展方向。

1.3 存储器的发展与新型存储器介绍

存储器的发展是推动微计算机进展的重要因素之一。随着大规模和超大规模集成电路技术(LSI/VLSI)的迅速发展,微处理器在不断更新换代,其主频和性能在不断提高。新一代的微处理器又要求高密度、低功耗、低成本的存储器与之对应。另一方面,智能化仪器仪

表、办公自动化、通讯等领域中现代电子技术的应用,促进了各种新型存贮器件的涌现。了解存贮器的发展现状和新型存贮器件的性能,对于设计多功能、高可靠、低功耗、长寿命和低成本电子系统是十分必要的。

1.3.1 存贮器发展概况

世界上第一块集成电路的诞生是在1958年10月,Texas仪器公司的Jack Kilby把二个晶体管电路做在一个锗芯片上,发明了以锗为衬底的相移振荡器和触发器,这使微电子学进入了一个新的时期。1961年,第一批小规模集成电路(SSI)产品问世,1966年又生产出中规模集成电路(MSI)产品,紧接着在1967年第一片大规模集成电路(LSI)出现,在1977年,第一片超大规模集成电路(VLSI)问世。80年代VLSI技术发展更加迅猛异常,芯片的集成度已突破百万个元件,被称作巨型规模集成电路(GSI)。

存贮器的发展正是来源于集成电路的发展,60年代初,Texas仪器公司生产出了第一个存贮器芯片,它集成了6个晶体管,可以存贮一个二进制位(bit);而到了60年代后期,已经出现了1K的存贮器芯片。从70年代初开始,存贮在一个芯片上的二进制位数(bits)每三到四年就扩大一倍,近两年速度更快,到1990年,日立公司已研制出64Mb的DRAM芯片。存贮器芯片容量的惊人发展已经使许多专家的预测落后,越来越大的存贮器用于计算机系统,将使操作系统和程序的规模更大并且更复杂。

1.3.2 存贮器的发展趋势

近年来,存贮器芯片的发展不只是在容量上增大,而且为了满足不同领域的需要,还向以下多方面进行发展:

1.存贮器的速度不断提高。存贮器的速度主要是为了满足日益增大的微处理器速度而迅速提高的。早期的IBMPC机,其时钟频率仅为4.77MHz,当时的存贮器件DRAM的速度无需等待。可到了25MHz的80286或33MHz的80386/80486,慢速的DRAM就需加时钟等待了目前的DRAM速度已从150ns提高到80ns,甚至是70ns以下,但仍满足不了高速微处理器的需要。更高速的静态RAM(SRAM)则相继问世。到1990年,美国摩托罗拉(Motorola)公司的高速SRAM样品已达到存取时间为12ns和15ns,而目前市场上可以买到的SRAM产品的速度可以在25ns到100ns之间选择。EPROM的读取速度也在迅速提高,早期的EPROM多为200ns以上,而英特尔(Intel)研制的27C203C(16K×16)EPROM可直接支持20MHz的80386(无等待状态)。这个公司的27960CX(128K×8)EPROM可支持33MHz的RISC80960CA运行。在英国HYBRID存贮器产品有限公司,1M×8的DRAM组件也正在开发25ns,35ns和45ns的高速度产品。

2.存贮器芯片的字宽突破8位。早期的存贮器DRAM的字宽多为1位,SRAM和EPROM的字宽多为8位。随着32位微处理器的出现以及微计算机向微型化发展,存贮器的字宽也在向多样化发展,如HYBRID的DRAM就有256K×4的MDM4256和1M×4的MDM41000等,还有256K×18的MD18256BCX DRAM组件。同样,SRAM和EPROM组件也有字宽为16或32的等等。不同的字宽可以缩小线路板的面积,方便系统设计。

3.存贮器芯片的封装多样化。为了满足便携式、笔记本式微机以及在有限面积的线路板上安装高密度的元器件,从而构成多功能的系统,存贮器的封装形式出现了表面安装用的多种样式,主要有小外型封装(SOP)、塑料扁平封装(PFP)、塑料有引脚芯片载体(PLCC)、无引脚芯片载体(LCC)以及单排立式封装的DRAM(VIL)等。对于那些适用于表面安

装的封装,与普通的直插式封装(DIP)相比,没有长引脚的“天线”效应,具有更好的高频响应和工作速度。

4.新型存贮器件不断涌现。常用的半导体存贮器件主要是用于存贮程序的ROM(PROM和EPROM)以及用于存贮数据(当然也包括程序)的可读写的RAM(DRAM和SRAM)。容量、速度和价格三者是计算机存贮系统设计的矛盾。理想的存贮器应该是SRAM的速度,DRAM的容量和价格。但在实际应用中,必须权衡每一种存贮器的利弊,按用户的需要做出适当的让步。我们知道,ROM的缺点是程序不可改写,为了适应用户可改写程序的需要,出现了电可擦写的只读存贮器(EPROM)。EPROM需要用紫外光照射,实际上不能联机修改,于是出现了E²PROM,它是吸取了RAM和ROM各自的优点,即联机可读可写的特性及掉电之后的非易失特性。但E²PROM的成本太高,而且其集成度低。为了研制出既具有E²PROM的性能,又具有低成本高密度的存贮器,Intel公司近两年推出了Flash EPROM器件。此外,为了满足存贮器的速度与显示扫描、通讯的需要,还出现了双端口存贮器(Dual Port RAM);用于协调微处理器与存储器之间速度的高速缓冲存贮器(Cache)等,后面对新型的存贮器件还要专门介绍。

5.存贮器已经与单片微处理器合为一体。这方面最明显的是单片数字信号处理器(DSP),以最早投放市场的Texas仪器公司DSP产品为例,第一代TMS32010就将高速RAM放在芯片之内(256字数据RAM);而第二代TMS320C25除含有544字的数据RAM外,还含有4K字的程序ROM;第三代的DSP产品TMS320C30不仅含有2K字的RAM和4K字的ROM,而且还含有64字的高速缓冲存贮器(Cache)。此外,EPROM也走进了这些DSP产品中,例如TMS320E15和TMS320E25就分别含有4K字的EPROM。其它类型的DSP产品如DSP32C和DSP96002等都含有相当数量的在片存贮器。

除了DSP产品之外,老一代微处理器的更新如Zilog公司89年生产的Z84C50微处理器就在Z80CPU的芯片上增加了2K的SRAM。

对于新一代的微处理器如80486以及某些RISC产品如Intel的80860以及Motorola的第一个RISC芯片MC88000等都含有Cache。

1.3.3 新型存贮器介绍

除了常规的ROM(PROM、EPROM、E²PROM)和RAM(DRAM、SRAM)之外,在目前的存贮器技术领域,还有适用于某些特殊场合的存贮器,主要有:

1. Flash EPROM。正如前面所述,Flash EPROM是为了弥补EPROM与E²PROM的不足而在近两年时间里迅速发展起来的一种非易失性存贮器。它可以达到EPROM的集成度和成本,又可以象E²PROM那样联机电擦除,其读速度如同EPROM,而且可擦写的次数又比E²PROM的高。

随着笔记本型个人机的发展,人们越来越关注Flash存贮器的发展。过去个人机的记录媒体采用硬盘装置(HDD)或软盘装置(FDD),不仅携带不方便,而且耗电大,可靠性不高,尤其对于用电池供电的笔记本型个人机来说,是急需革新的。Flash存贮器价格低廉,而且不需要用于保持存贮信息的电池,因此只要用几个4Mb的Flash芯片就可以代替FDD或HDD。这样做的优点就是可以加速系统的执行速度,消除机电所引起的不可靠性,降低功耗并减少重量。

虽然现在有多家存贮器生产厂家在争相研制这种非易失存贮器,但是Intel和Seeq技术