



高等学校电子信息类专业规划教材

计算机硬件技术基础

徐勇 主 编

贺建民 王景玉 副主编



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



21 世纪高等学校电子信息类专业规划教材

计算机硬件技术基础

徐 勇 主 编

贺建民 王景玉 副主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书是为计算机专业本科生必修课程“微机硬件技术”编写的教材。全书共分为9章,前面两章介绍微型机的基础知识、微处理器的内部结构、微型机的结构和特性;第3章、第4章介绍80X86寻址方式、指令系统、宏汇编语言的结构和汇编语言程序设计方法;第5章介绍总线的基本概念和微机系统中常见的总线标准;第6章介绍存储器芯片和主存储器的组织;第7章介绍中断技术的基本概念、8259A可编程中断控制器的工作原理;第8章介绍微机系统中的接口技术及一些常用的接口芯片;第9章介绍DMA的概念及8086微型机中的DMA系统。

本书从内容选取、概念引入、文字叙述等各方面,都力求遵循面向实际应用、重视实践、便于自学的原则,每章后均留有适量的习题。内容的选取和安排既根据实际需要,又符合教学规律。本书可作为计算机类、电子类、自动化类等有关专业的教材或教学参考书,也可供有关专业的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术基础/徐勇主编;贺建民,王景玉副主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2004.8

(21世纪高等学校电子信息类专业规划教材)

ISBN 7-81082-340-X

I. 计… II. ①徐… ②贺… ③王… III. 硬件-高等学校-教材 IV. TP303

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第070252号

责任编辑:陈川

出 版 者: 清 华 大 学 出 版 社 邮 编:100084 电 话:010-62776969
北京交通大学出版社 邮 编:100044 电 话:010-51686045,62237564

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 20.5 字 数: 494千字

版 次: 2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号: ISBN 7-81082-340-X/TP·133

印 数: 1~5000册 定 价: 27.00元

前 言

本书是为计算机专业本科生必修课程《微型机硬件技术》编写的教材。本书以国内应用较为广泛的 Intel 80x86 为典型机,介绍了微型机的组成及基本工作原理等基础知识,分析了 8086/8088 微处理机的寻址方式、指令系统、汇编语言程序设计,重点讲述了微型计算机系统的组成方法和各种接口技术,主要包括系统总线技术、存储器系统、计数器/定时器、中断控制器、并行接口芯片、串行接口芯片、DMA 控制器等。

作者在编写过程中,注重对基本概念、基本原理的阐述,注重理论联系实际,从应用的角度出发,强调对分析问题、解决问题能力的训练与培养。书中引入了大量的实例,读者从中可以学习如何掌握计算机硬件的有关基础知识,以及汇编语言程序设计、接口电路的设计等重要内容。本书从内容选取、概念引入、文字叙述等各方面,都力求遵循面向实际应用、重视实践、便于自学的原则,每章后均留有适量的习题,便于学生自学。

全书共分 9 章,主要内容包括:第 1 章为计算机基础知识,主要介绍计算机的发展、组成、分类、主要技术指标,以及计算机中的数据表示方法;第 2 章介绍微型计算机系统的组成及工作原理,重点讨论了 8086/8088 CPU 的结构;第 3 章介绍 8086CPU 的寻址方式和指令系统,并给出各种指令的使用举例;第 4 章介绍汇编语言的基本概念、伪指令、汇编语言程序格式及汇编程序的上机过程,叙述了循环、分支、子程序结构和程序设计基本方法,并提供起泡排序、折半查找等多种常用算法的程序举例;第 5 章介绍总线的基本概念和微机系统中常见的总线标准;第 6 章介绍存储器芯片和主存储器的组织;第 7 章介绍中断技术的基本概念、8259A 可编程中断控制器的工作原理;第 8 章介绍微机系统中的接口技术以及一些常用的接口芯片;第 9 章介绍 DMA 的概念及 8086 微型机中的 DMA 系统。

本教材的适应面较宽,可作为高等院校计算机类、电子类、自动化类等有关专业“微型机硬件技术”的教材或教学参考书,也可供从事微型机开发技术工作的工程技术人员参考。

本书承蒙周生炳、任邵东仔细审校了全部书稿,并提出了许多宝贵的修改意见,在此表示深深的谢意。本书的第 2、3、4 章由徐勇编写,第 1、5、6 章由贺建民编写,第 7、8、9 章由王景玉编写。编写过程中,得到解放军理工大学指挥自动化学院傅麒麟教授和南京航空航天大学张育平教授等同志的大力支持和帮助,在此,一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,不妥或错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 2 月

目 录

第 1 章 计算机基础知识	(1)
1.1 计算机发展概述	(1)
1.1.1 计算机的发展	(1)
1.1.2 微型机的崛起与发展	(4)
1.1.3 计算机的应用	(6)
1.2 计算机系统的组成	(8)
1.2.1 计算机硬件系统	(8)
1.2.2 计算机软件系统	(10)
1.2.3 计算机系统的层次结构	(10)
1.3 计算机的分类与主要性能指标	(11)
1.3.1 计算机的分类	(11)
1.3.2 与计算机性能相关的一些术语	(13)
1.4 计算机中的数据表示	(15)
1.4.1 进位计数制及其相互转换	(15)
1.4.2 二进制数的运算	(20)
1.4.3 计算机中数的表示方法	(22)
1.4.4 计算机中非数值数据的表示方法	(32)
习题	(35)
第 2 章 微型计算机系统	(37)
2.1 微机系统概述	(37)
2.1.1 微处理机	(37)
2.1.2 微型计算机	(39)
2.1.3 微型计算机系统	(40)
2.2 总线结构的微型计算机	(41)
2.3 8086/8088 微处理机的结构	(42)
2.3.1 8086 CPU 内部主要结构	(43)
2.3.2 8086 CPU 的编程模式	(44)
2.4 典型微机系统介绍	(48)
2.4.1 低档个人计算机 PC/XT 与 PC/AT	(48)
2.4.2 386 与 486 系统	(49)
2.4.3 Pentium 系列系统	(50)
2.4.4 MS - DOS 与 Windows	(50)
2.4.5 典型外设及其连接	(51)
习题	(52)
第 3 章 8086 CPU 的指令系统	(53)

3.1 指令的概念	(53)
3.1.1 指令的结构	(53)
3.1.2 机器指令举例	(53)
3.1.3 指令执行时间的概念	(54)
3.2 8086 CPU 的寻址方式	(54)
3.2.1 立即寻址方式	(55)
3.2.2 寄存器寻址方式	(55)
3.2.3 直接寻址方式	(56)
3.2.4 寄存器间接寻址方式	(56)
3.2.5 寄存器相对寻址方式	(57)
3.2.6 基址变址寻址方式	(57)
3.2.7 相对基址变址寻址方式	(57)
3.2.8 寻址方式的小结	(58)
3.3 8086 CPU 的指令系统	(58)
3.3.1 数据传输指令	(58)
3.3.2 算术指令	(64)
3.3.3 逻辑指令	(69)
3.3.4 串操作指令	(71)
3.3.5 转移控制指令	(73)
3.3.6 处理机控制类指令	(79)
习题	(80)
第4章 汇编程序设计	(83)
4.1 汇编语言程序的基本概念	(83)
4.1.1 机器语言、汇编语言与汇编程序	(83)
4.1.2 开发汇编语言程序的工作过程	(83)
4.2 宏汇编基本语法	(84)
4.2.1 汇编语言程序举例	(84)
4.2.2 伪指令与伪操作	(85)
4.3 汇编语言程序的基本格式	(92)
4.4 汇编程序的调试	(99)
4.4.1 上机过程	(99)
4.4.2 调试程序 DEBUG	(100)
4.5 BIOS 和 DOS 中断功能调用	(104)
4.6 汇编语言程序设计的基本方法	(108)
4.6.1 顺序程序结构	(109)
4.6.2 分支程序结构	(109)
4.6.3 循环程序结构	(111)
4.6.4 子程序	(114)
4.7 几种典型问题的汇编程序设计	(116)

4.7.1	代码转换程序设计	(116)
4.7.2	表处理程序设计	(121)
习题		(126)
第 5 章	系统总线	(130)
5.1	总线的概念	(130)
5.1.1	总线的基本概念	(130)
5.1.2	总线结构与总线信息传送方式	(131)
5.2	总线的控制与通信	(134)
5.2.1	总线的控制方式	(134)
5.2.2	总线的通信控制方式	(137)
5.3	8086 CPU 的总线周期与引脚功能	(138)
5.3.1	8086 CPU 的总线周期	(139)
5.3.2	8086 CPU 的工作模式与引脚功能	(140)
5.4	IBM PC/XT 中总线的形成	(148)
5.4.1	时钟发生器 8284A	(148)
5.4.2	数据与地址总线的形成	(151)
5.4.3	控制总线的形成	(153)
5.5	微机系统中常见的总线标准	(156)
5.5.1	PC 机总线结构类型	(156)
5.5.2	标准接口类型	(159)
习题		(162)
第 6 章	主存储器系统	(164)
6.1	计算机存储系统概述	(164)
6.1.1	存储器的分类	(164)
6.1.2	存储器的分级结构	(166)
6.1.3	存储器的技术指标	(167)
6.1.4	主存储器的基本组成	(168)
6.2	半导体存储器芯片	(169)
6.2.1	半导体存储器芯片的分类	(169)
6.2.2	静态随机存取存储器(SRAM)	(171)
6.2.3	动态随机存取存储器(DRAM)	(176)
6.2.4	只读存储器(ROM)	(182)
6.3	主存储器的组织	(185)
6.3.1	主存与 CPU 的连接	(185)
6.3.2	高速缓冲存储器	(190)
6.3.3	多模块交错存储器	(194)
6.3.4	虚拟存储器	(196)
习题		(200)
第 7 章	中断技术	(202)

7.1 概述	(202)
7.1.1 中断	(202)
7.1.2 中断源和中断识别	(203)
7.1.3 中断系统功能	(203)
7.2 8086 微型计算机中的中断系统	(205)
7.2.1 8086 中断系统的总体结构	(205)
7.2.2 8086 中的中断类型	(205)
7.2.3 8086 中的中断向量表	(207)
7.2.4 8086 系统的中断过程	(208)
7.3 8259A 可编程中断控制器	(209)
7.3.1 8259A 的功能	(210)
7.3.2 8259A 的内部结构与相关的引脚功能	(210)
7.3.3 中断响应过程	(212)
7.3.4 8259A 的编程应用	(213)
7.3.5 8259A 的工作方式	(219)
7.4 8086 微型计算机中的中断系统	(224)
7.4.1 可屏蔽中断(INTR)	(224)
7.4.2 非屏蔽中断(MNI)	(224)
7.4.3 8259A 的编程实例	(225)
习题	(226)
第8章 接口技术	(227)
8.1 微机接口技术概述	(227)
8.1.1 接口技术的概念	(227)
8.1.2 I/O 端口的寻址方式	(231)
8.1.3 I/O 端口地址译码	(233)
8.1.4 CPU 与外部设备之间的数据传输方式	(237)
8.1.5 I/O 中的技术问题	(240)
8.2 可编程定时/计数器 8253 - 5	(243)
8.2.1 定时系统的概念	(243)
8.2.2 8253 - 5 定时/计数器的结构	(245)
8.2.3 8253 - 5 的工作方式	(248)
8.2.4 8253 - 5 的编程控制	(250)
8.2.5 微型计算机中的定时系统	(253)
8.3 可编程并行接口 8255A - 5	(255)
8.3.1 并行接口的概念	(255)
8.3.2 8255A - 5 的结构与引脚功能	(259)
8.3.3 8255A - 5 的工作方式	(262)
8.3.4 8255A 的编程控制	(263)
8.3.5 8255A - 5 各种工作方式的功能	(265)

8.3.6	8255A - 5 在微型计算机中的应用	(269)
8.4	可编程串行接口 INS8250	(272)
8.4.1	串行通信	(272)
8.4.2	串行通信接口标准(RS - 232C)	(279)
8.4.3	20 mA 电流环接口	(284)
8.4.4	可编程异步串行通信接口芯片 INS8250	(285)
8.4.5	异步通信适配器逻辑电路	(295)
习题		(298)
第 9 章	DMA 传输	(300)
9.1	DMA 的概念	(300)
9.1.1	DMA 与 DMA 传输的特点	(300)
9.1.2	DMA 传输系统的操作步骤	(300)
9.1.3	DMA 传输系统的操作类型	(301)
9.1.4	DMA 传输系统的操作方式	(301)
9.1.5	对 DMA 控制器的要求	(302)
9.2	DMA 控制器 8237A	(302)
9.2.1	8237A 的主要特性	(302)
9.2.2	8237A 的引脚功能	(303)
9.2.3	8237A 的内部结构组成	(304)
9.2.4	8237A 的编程控制	(305)
9.2.5	8237A 的工作时序	(311)
9.3	8086/8088 微型计算机中的 DMA 系统	(312)
9.3.1	DMA 控制器逻辑电路	(312)
9.3.2	初始化编程举例	(315)
习题		(316)
参考文献		(317)

第 1 章 计算机基础知识

计算机的诞生是 20 世纪科学技术发展史上最重大的事件之一,它对人类社会的生产和生活都产生了极为深刻的影响,对科学技术的进步做出了不可磨灭的贡献。本章简单地回顾了计算机的发展历史,概括了计算机的特点、分类及应用,重点讨论了计算机的基本组成和工作原理,以初步建立起计算机的整体概念,为以后各章的学习奠定良好的基础。

1.1 计算机发展概述

1.1.1 计算机的发展

世界上第一台电子计算机诞生于 1946 年,它的出现,极大地促进了许多学科快速发展,并对人类社会的生产和生活都产生了极为深刻的影响。可以说,计算机的发明是 20 世纪最伟大的发明之一,它的作用和影响,远远地超出了它的设计者最初的预想。半个多世纪以来,计算机在技术和性能上都取得了突飞猛进的发展。人们一般根据计算机的性能和采用的主要电子元器件,将计算机的发展历程划分为四个阶段。

1. 第一阶段——电子管计算机(1946—1957 年)

世界上第一台计算机是 ENIAC,它是英文 Electronic Numerical Integrator And Calculator 的缩写,即“电子数字积分计算机”。与许多其他技术和工具一样,ENIAC 的设计初衷也是用于军事目的。当时第二次世界大战激战正酣,美国陆军阿伯丁武器试验场承担美国陆军新式火炮的试验任务,每天都需要进行大量的弹道计算工作,但是当时所有的计算工具都无法胜任这项工作。于是在 1943 年,美国军方投资 14 万美元(以后逐步追加到 48 万美元),由美国宾夕法尼亚大学莫尔电气工程学院物理学家莫奇莱(John Mauchly)博士和电气工程师埃克特(P. Eckert)等人为主组成了研制小组。正在参加美国第一颗原子弹研制工作的著名数学家冯·诺依曼,带着原子弹研制过程中遇到的大量计算问题,在研制过程的中期加入了研制小组,对计算机许多关键性问题的解决做出了重要贡献。经过两年多的努力,ENIAC 于 1946 年 2 月 14 日正式宣告研制成功。ENIAC 是个“庞然大物”,重达 30 吨,耗电多达 150 kW,占地面积 170 m²,使用了 18 800 个电子管、1500 个继电器、7000 个电阻、10 000 只电容,运算速度为每秒进行 5000 次加法计算。以今天的眼光来看,ENIAC 的性能是微不足道的,但是它比当时最快的计算工具要快 1000 倍,它的计算速度可以满足军方对弹道计算的需求。ENIAC 的诞生,标志着人类开始进入辉煌的计算机发展时代。

第一代计算机的主要特点有:

- (1) 采用电子管作为计算机的基本逻辑部件,体积大、耗电量大、可靠性差。
- (2) 采用延迟线作为存储部件,存储容量很小;后来使用磁鼓作为外存储器,扩充了存储容量。
- (3) 主要使用穿孔卡片作为输入/输出装置,速度慢、使用不方便。

(4) 没有系统软件,主要使用机器语言编制程序,后期使用汇编语言进行编程。

第一代计算机的代表性产品有:

- ENIAC,由宾夕法尼亚大学莫尔电气工程学院于 1946 年研制成功;
- 美国高级研究院 IAS(Institute for Advanced Studies)计算机,于 1946 年在普林斯顿研制成功;
- IBM 701,由国际商用机器公司 IBM(International Business Machines)在 1953 年制造出的电子储存程序商用计算机。

体积大、功耗大、价格昂贵、可靠性差,是第一代计算机的共同特点,因此它们很快就被新一代的计算机所替代。

2. 第二阶段——晶体管计算机(1958—1964 年)

第二代计算机的主要特点是:

(1) 使用晶体管制作基本逻辑部件,与第一代计算机相比,体积减小、重量减轻、能耗降低、成本下降,可靠性和运算速度均得到提高。

(2) 普遍采用磁芯作为主存储器,采用磁盘、磁鼓或磁带作为辅助存储器。

(3) 开始有了操作系统的雏形,即监控程序,出现了 Fortran, ALGOL(Algebraic computer language,计算机算法语言),Cobol 等高级语言。

第二代计算机的代表性产品有:

- 1959 年制成的 Univac LARC(利弗莫尔原子研究用计算机);
- 1962 年制成的 IBM 7030 计算机等。

3. 第三阶段——集成电路计算机(1965—1971 年)

第三代计算机的主要特点是:

(1) 使用中、小规模集成电路(MSI,SSI)取代了晶体管,从而使得计算机的体积更小、重量更轻、能耗更低、寿命更长,可靠性和运算速度得到大幅度提高。

(2) 用半导体存储器取代磁芯存储器,存储容量和存取速度有了很大的提高。

(3) 系统软件有了长足进步,出现了分时操作系统。

(4) 出现了更多的高级语言,并得到了广泛的应用,如 Basic, Pascal 等,程序设计方法上采用了结构化程序设计,为编制大型、复杂的软件提供了技术上的保障。

代表性产品有:

- IBM 360,370 系列;
- 得克萨斯仪器公司(TI)的 ASC(高级科学计算机);
- 数字设备公司(DEC,后改名为 Digital,1998 年被 Compaq 收购)的 PDP-8 系列,等等。

4. 第四阶段——大规模集成电路计算机(1971 年至今)

(1) 基本逻辑部件采用大规模、超大规模集成电路(LSI、VLSI),使得计算机的体积、重量、能耗、成本等都大幅度降低,可靠性和运算速度进一步提高。在这一阶段发生的一个重要事件是出现了微型计算机,并迅速得到应用和普及。

(2) 作为主存的半导体存储器的集成度越来越高、容量越来越大、速度越来越快;辅存普遍采用软盘和硬盘,此外还出现了光盘存储器。

(3) 操作系统进一步完善,软件产业蓬勃发展,各种实用软件层出不穷,为计算机的普及和应用做出了很大的贡献。

(4) 计算机技术与通信技术相结合,各种类型的计算机网络(如局域网、广域网、城域网等)迅速发展,在此基础之上建立起了覆盖全球、影响日益广泛的 Internet。

(5) 集图形、图像、声音、文字处理于一体的多媒体技术崛起。

第四代计算机的代表性产品有:

- DEC 公司的 VAX 9000;
- Cray 研究公司的巨型机 Cray X-MP;
- IBM 3090VF, 等等。

我国计算机事业从 20 世纪 50 年代起步。1958 年 10 月,在中国科学院、有关工业部门和国防单位的通力合作下,研制成功我国第一台电子管数字计算机(又称 103 机);1964 年我国第一台晶体管数字计算机问世;1971 年,研制成功集成电路数字计算机;1978 年,研制成功每秒 500 万次的大型计算机;1983 年,我国自行设计的大型向量计算机(“757”机)研制成功,每秒向量运算 1000 万次;1983 年 12 月,由国防科技大学研制成功的巨型机“银河-1”问世,向量运算速度超过每秒 1 亿次,它使我国跨入了少数几个能研制巨型机的国家之一;随后,“银河-2”并行巨型机(1992 年,每秒 10 亿次)、“银河-3”并行巨型机(1997 年,每秒 100 亿次)、“银河-4”并行巨型机(1999 年,每秒 1000 亿次)相继问世;此外,由中国科学院计算技术研究所和国家智能计算机研究开发中心研制成功的“曙光”系列服务器达到了国际先进水平。如 2001 年研制成功的“曙光 3000”超级服务器,它的峰值浮点运算速度为每秒 4032 亿次,内存总容量为 168GB,磁盘总容量为 3.63TB。我国计算机工业经过近 50 年的发展,已经形成了较为完整的工业体系,并具备了相当的计算机硬件、软件和外部设备的研究、生产能力。

以上对计算机发展阶段的划分,主要是依据计算机所采用的基础元件的更新换代而划分的。每一代计算机的性能都比上一代计算机优越得多。然而,这四代计算机的体系结构都是相同的,都是基于冯·诺依曼的“程序存储”设计思想设计和制造的。

冯·诺依曼(Von Neumann,美籍匈牙利人)是著名的数学家,曾经担任美国阿伯丁武器试验场的顾问,也是 ENIAC 的设计顾问。他参加了第一颗原子弹的研制工作,在研制过程中遇到了大量的复杂计算工作,没有计算机的帮助是根本无法完成的。因此,他试图利用 ENIAC 计算原子弹的特性和效应。但在使用过程中,他发现 ENIAC 在设计结构上存在着严重的缺陷,因为对计算机的控制要靠在机器外部搭建临时的控制线路来实现,而这种控制线路相当复杂,连接控制线路所花费的时间,比计算机进行计算所花的时间要多得多,这样做效率很低,无法充分发挥计算机的高速运算特性。冯·诺依曼总结了研制 ENIAC 的经验和教训,对计算机的设计原则进行了概括,提出了著名的程序存储原理。这一设计原理的主要内容是:

- (1) 计算机的组成应当包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大功能部件。
- (2) 计算机内部应采用二进制来表示指令和数据。指令一般由操作码和地址码组成,其中,操作码表示运算性质,地址码指出操作数在存储器中的地址。
- (3) 将编制好的程序和数据送入存储器中保存,启动计算机工作后,能自动地逐条取出指令并执行,而无需人工的干预,这样就可以使计算机的运算成为真正的自动过程。

现在绝大多数计算机都是根据冯·诺依曼的设计思想而设计的。但在实践中,人们也逐步意识到冯·诺依曼体系结构的计算机也存在着一些不足之处,例如它不是很利于非数值数据的处理,处理速度也有限。于是人们又开始了新一代计算机的研究,有人把新一代计算

机分别称之为第五代计算机和第六代计算机。下面分别对它们做一个简要的介绍。

第五代计算机是通信、存储、信息处理和人工智能相结合的计算机,它由知识库机、推理机、智能接口等硬件,以及非程序设计语言(即说明性语言,如 Lisp, Prolog, Hope)等软件组成。知识库机具有大容量的知识存储机构和高速检索机构;推理机的功能主要是根据存储的知识进行判断、推理;智能接口的作用是处理文字、声音、图像等各种信息,它使人们能更方便地与计算机进行交流。对第五代计算机的研究起始于 1982 年,主要是由日本进行的。其设计的目标是使计算机能最大限度地利用人类现有的经验、知识和智能,再加上逻辑计算能力,使得计算机具有强大的逻辑思辨和知识推理能力,因此,人们把第五代计算机称为智能机。然而遗憾的是,对第五代计算机的研究并没有取得预想的成果,目前为止对它投入的热情和经费也大为减少,其发展前景尚不明朗。

由于微电子技术的进步,给计算机的快速发展提供了可靠的保证。然而科学家也意识到,作为计算机核心元件的集成电路的制造工艺很快将会达到极限,计算机的速度很难再有质的提高。于是许多发达国家开始着手研究第六代计算机,即计算机的核心元件不再是传统的电子元件,而是光电子元件、超导电子元件或生物电子元件。光电子计算机传输的是光信号,其处理速度比传统的计算机将提高许多倍,体积也会缩小;超导元器件的耗电量极小、散热极少,因此,它的集成度可以做得比任何半导体芯片的集成度要高很多,信息处理能力也会提高很多倍;生物电脑采用了遗传工程方法,以生物化学反应模拟人脑的机能来处理大量复杂的信息。可见,号称第六代的计算机与传统计算机相比有了很大变化,对它的研究也取得了不少的成果,但要想进入实用化和商品化,尚需假以时日。

1.1.2 微型机的崛起与发展

微型机的出现是计算机发展史上一个里程碑式的事件,它使计算机从结构复杂、庞大、昂贵的机器,变为可以为办公室、家庭、个人拥有的大众化工具。它拥有的用户之多,是任何其他类型的计算机望尘莫及的。下面我们对微型机的发展做一个简要介绍。

微型计算机(简称微机)属于第四代计算机,它的核心部件是微处理器(P)或中央处理单元(CPU)。从 1971 年 11 月 Intel 公司研制成第一台微处理器 Intel 4004 开始,众多的公司和厂家生产了大量的微处理器及相应的微处理机系统。如果从微处理器字长的角度进行分类,可以列写出如下的微处理器。

- 4 位微处理器 典型产品是 Intel 4004,由于功能低,未能推广。
- 8 位微处理器 被广泛采用的典型产品有: Intel 公司的 Intel 8080, Zilog 公司的 Z80, Motorola 公司的 M6800 等。其中, Z80 单板机在我国拥有众多的用户。
- 16 位微处理器 知名度较高的产品有: Zilog 公司的 Z8000, Intel 公司的 Intel 8086, Motorola 公司的 M68000 等。其中, Intel 8086 产品在我国最为普及。
- 32 位微处理器 Intel 公司开发出了一系列的 32 位微处理器, 80386, 80486, 80586(正式名称是 Pentium), 以及 Pentium 的后代产品 Pentium II, Pentium III, Pentium IV, Pentium V 等等。Intel 公司生产的微处理器占据了全球 PC 机 CPU 市场的大半江山,但目前已经有数家公司生产的 CPU 对 Intel 公司的垄断地位发起了有力挑战,如美国 AMD(Advanced Micro Device)公司和 Cyrix 公司(现已被中国台湾的芯片组大厂威盛收购)生产的 CPU,由于具有较高的性能价格比而占据了越来越多的市场份额。

中国大陆首枚具有自主知识产权的 32 位实用化 CPU 芯片于 2001 年 7 月 10 日宣告研制成功,代号为“方舟—1”的 CPU 是面向网络应用的 CPU 芯片,采用 $0.25\ \mu\text{m}$ 工艺制造,主频达到 166 MHz,每秒能执行 2 亿条指令。

- 64 位微处理器 自 1992 年 Digital 公司推出 64 位 Alpha 微处理器以来,IBM,SGI, Sun, Intel, HP 等厂商先后推出了自己的 64 位微处理器,从而标志着高性能计算技术将全面进入 64 位时代。处理器字长从 32 位提升到 64 位,使可寻址的地址范围大大增加,内存容量、数据传输速度、处理速度和精度等性能指标也将随之提升。

在微机系统中,影响最大、应用最广的当数 IBM PC 机及其兼容机。

1. 第一代 PC 机

1981 年 IBM 公司推出了 IBM PC 机,它的 CPU 采用了 Intel 8088,操作系统采用的是 Micro Soft 公司(后改名为 Microsoft)的 DOS(Disk Operation System,磁盘操作系统)。1983 年,IBM 又推出了 PC/XT 机(XT 表示扩展型,Extended Type)。PC/XT 使用的 CPU 是 Intel 8088,它的内部数据总线是 16 位,外部数据总线为 8 位,故称为准 16 位机。此外,同期的产品也采用了 Intel 8086,它的内、外部数据总线都是 16 位,因此属于 16 位机。它的 CPU 芯片集成了大约 4.7 万个晶体管,工作主频为 $4.77\sim 10\ \text{MHz}$,每秒钟执行的指令条数约为 100 万,即 1MIPS(Million of Instructions Per Second)。

2. 第二代 PC 机

1984 年 8 月,IBM 公司推出了 IBM PC/AT 机(AT 表示先进型,Advanced Type)。它使用的 CPU 是 Intel 80286(由于这个缘故,PC/AT 机常被简称为 286 机),芯片内部集成了大约 13.4 万个晶体管,工作主频为 $6\sim 12\ \text{MHz}$,指令处理速度为 $1\sim 2\text{MIPS}$ 。PC/AT 机仍是 16 位机,但采用的是工业标准体系结构 ISA 总线(Industry Standard Architecture),又被称为 AT 总线。

3. 第三代 PC 机

由于 PC 机的市场销售取得了出人意料的成功,再加上 PC 机标准的开放性,许多公司开始生产与 IBM PC 机兼容的微机(俗称“兼容机”),并迅速成长为在 PC 机领域举足轻重的角色,占据了市场的大部分份额,如:Compaq, DELL 等。第三代 PC 机就是由兼容机公司 Compaq 于 1986 年率先推出的,它采用的是 32 位的 CPU,即 Intel 80386,其内部由 27.5 万个晶体管组成,工作主频为 $25\sim 50\ \text{MHz}$,指令处理速度为 $6\sim 12\text{MIPS}$ 。而 IBM 公司则“另辟蹊径”,推出了 PS/2 计算机,它的总线已不再与 ISA 总线兼容,而是采用 IBM 独自定义的 MCA 总线(Micro Channel Architecture,微通道结构),并不再采取开放政策,试图以此挽回已丢失的 PC 机市场份额。然而,开放的标准和结构已被广大用户和计算机公司所认同,市场做出了自己的选择。1988 年,Compaq 公司又推出了与 ISA 总线兼容的 EISA 总线(Extended Industry Standard Architecture,扩展工业标准结构)。

4. 第四代 PC 机

1989 年,Intel 80486 微处理器问世后,很快就出现了以它为 CPU 的微机系统。80486 又分为 80486SX 和 80486DX,区别在于后者内部集成了 80387 浮点协处理器,在进行浮点运算以及图形处理时的速度更快。80486 仍是 32 位微处理器,芯片内含 $120\sim 160$ 万个晶体管,工作主频为 $25\sim 100\ \text{MHz}$,指令处理速度为 $20\sim 40\text{MIPS}$ 。

5. 第五代 PC 机

1993 年,Intel 公司推出了 Pentium(中文名称为“奔腾”)微处理器,如果按照原来对微处

理器的命名习惯,它相当于 80586,但 Intel 公司出于保护自己产品的目的而给它命名为 Pentium,以区别于其他 CPU 生产厂家(如 AMD, Cyrix 等)同等级的产品。Pentium 微处理器集成了 301 万个晶体管,工作主频为 60~166 MHz,指令处理速度为 112 MIPS。1995 年,Intel 公司又推出了高能奔腾处理器 Pentium Pro,它集成了 550 万个晶体管,工作主频为 133~200 MHz,指令处理速度为 300 MIPS。其内部有 64 位数据总线、36 位地址线。之后,Intel 公司又相继推出了多能奔腾处理器(Pentium MMX,增加了对多媒体处理的指令)、第二代奔腾(Pentium II)、第三代奔腾(Pentium III)、第四代奔腾(Pentium IV)、第五代奔腾(Pentium V)等。尽管每一代奔腾处理器的性能与前一代相比都有较大幅度的提高,但由于它们的发展速度实在是太快,人们不再将它们具体地划分,而是笼统地将以它们为 CPU 的微机划归为第五代 PC 机。

1.1.3 计算机的应用

计算机的应用几乎渗透到了人类生活的各个领域,从科研、生产、教育、国防直到家庭生活,都离不开计算机提供的帮助。计算机的广泛使用,极大地促进了科学技术的发展、提高了社会生产力,也深刻地影响了我们每个人的社会生活方式。下面我们简单地归纳一下计算机应用的主要领域。

1. 科学技术计算

研制计算机的最初目的就是为了进行科学研究和工程计算。把科学技术及工程设计应用中的各种数学问题的计算,统称为科学技术计算。这类计算问题的特点是计算量巨大,如果没有计算机的帮助是根本无法用人工来完成的。例如:高能物理中热核反应控制条件及能量的计算、天气预报的数值计算、核武器的数值仿真等。

2. 数据信息处理

现代社会是信息化社会,随着科学技术的发展、劳动生产力的提高,信息量在急剧增大,我们所面临的一项重要工作就是如何从浩如烟海的信息中挑选出有用的信息,并加工成我们需要的信息以便作为决策的依据。对数据信息进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、传播等操作统称为数据信息处理。据统计,目前世界上大部分计算机都用于数据处理。这类应用的工作量大、涉及面广。目前,计算机数据信息处理已广泛应用于办公自动化;用计算机进行财务管理已十分普遍;图书馆、档案馆利用计算机进行文献、资料、书刊、档案的保存、查阅、整理;人口普查的资料需要利用计算机进行汇总、统计;工商部门利用计算机进行管理、生产调度、成本与利润的核算等,这样的例子不胜枚举。

3. 计算机过程控制

采用计算机对工业生产过程进行控制可以有效地提高劳动生产率。所谓工业过程控制,就是利用计算机对连续的工业生产过程进行控制,使被控对象按照事先的设计保持在最佳的工作状态。这里的被控对象可以是一台机器、一座反应炉、一条生产线、一个车间甚至整个工厂。过去的工业过程控制主要是采用模拟电路,响应速度慢、精度低,不能满足现代化生产的需要。适合于工业环境中使用的计算机称为工业控制计算机(常常简称为“工控机”),这种计算机能采集工业现场的模拟量、开关量,经过放大电路和模/数转换(A/D)后送入计算机进行处理,然后将加工后的数据进行显示,将控制信号经过数/模转换(D/A)后输出给控制执行机构。目前用于工业过程控制的主要有单片机、可编程逻辑控制器 PLC

(Programmable Logic Controller)、微机测控系统等。除了工业生产过程控制以外,计算机控制在军事、航空航天、核能利用等部门的应用非常普遍,发挥着重要的作用。

4. 计算机辅助技术

计算机辅助技术包括计算机辅助设计 CAD(Computer Aided Design)、计算机辅助制造 CAM(Computer Aided Manufacturing)、计算机辅助测试 CAT(Computer Aided Testing)、计算机辅助教学 CAI(Computer Aided Instruction)等。

从20世纪60年代开始,许多国家就开始尝试将计算机用于辅助设计与制造产品。CAD就是利用计算机的数据和图形处理能力,对产品的结构、零部件进行计算、分析、比较和制图,可以随时更改设计参数、反复迭代计算、优化设计方案,直到满意为止。CAD又可分为机械CAD、建筑CAD、电子电路CAD、服装CAD等,它能提高设计工作的自动化程度,节省人力和时间。

CAM是利用计算机进行生产设备的管理、控制和操作。采用CAD完成了设计方案后,可以将设计结果输出形成零部件表、材料表以及数字机床进行加工所需的数据,从而直接把CAD设计的产品生产出来。采用CAM技术可以提高产品质量、降低生产成本、改善工作条件、缩短产品的生产周期。

CAT是利用计算机进行各种测试工作,快速完成对测试设备的各种参数的测试并形成测试报告。

CAI是将教学内容编制成教学课件(courseware),利用计算机的多媒体特性,以图、文、声、像并茂的形式展现教学内容,它强调了学习的交互性、主动性,可以有效地提高教师的教学效果、学生的学习效果。目前各门学科的CAI软件已大量涌现,它对于微机走入普通家庭起了推波助澜的作用。

5. 人工智能

人工智能 AI(Artificial Intelligent)是计算机应用的又一个重要领域。它试图赋予计算机以人类智慧的某些特点,用计算机来模拟人的推理、记忆、学习、创造等智能特征,主要方法是依靠有关知识进行逻辑推理,特别是利用经验性知识对不完全确定的事实进行的精确性推理。

计算机具有人类无法比拟的强大的数值计算能力,但是它的“智能”却很低,与人类的智能相去甚远。人类智能主要包括人类左脑的逻辑推理功能、右脑的模糊处理功能以及整个大脑的并行处理功能。研制出一些与人类智能同等甚至超过人类智能的计算机,是人们不断追求的目标。

目前对人工智能的研究取得了一些进展。比如在1997年,IBM的超级电脑“深蓝”(Deep Blue)击败了国际象棋大师,让人脑在电脑面前尝到了失败的滋味;美国伦塞勒工学院研究人员研制出了能够写作简单小说的计算机软件系统。从计算机技术的角度来看,教会计算机写小说,比教会计算机下国际象棋更有意义,因为计算机下棋只涉及对简单符号的控制,而计算机写小说所需要的“叙述”和“组织故事”的能力则与人类大脑的思维方式更接近。

对人工智能的研究,除了利用现有的计算机技术来模拟人的智能以外,还有很多研究者将目光投向了利用全新的技术实现人工智能。全新的计算机技术包括光子计算机、生物计算机和量子计算机,一旦对它们的研究有了突破性的进展,将会对人工智能的研究和发展起到决定性的作用。

1.2 计算机系统的组成

一台完整的计算机应该包括计算机硬件和软件两部分。只有硬件或者只有软件是无法使计算机工作的,只有将硬件和软件结合起来才能使计算机正常运行。因此,我们理解计算机不能只是局限于硬件,而应该将整个计算机看成是一个系统,而这个计算机系统又是由硬件系统和软件系统两部分组成的。

1.2.1 计算机硬件系统

计算机硬件(Hardware)是指计算机中的电子线路和物理装置的总称。如用集成电路芯片、印刷线路板、电子元器件、接插件等装配成的计算机主板、外部设备、CPU、存储器等,它们是计算机工作的物质基础。

根据计算机的运算速度、输入输出能力、数据存储能力、指令系统的规模、机器价格等因素,可以将计算机划分为巨型机、大型机、小型机、微型机、服务器、工作站等。尽管它们在硬件配置上差别很大,但是它们中的绝大多数都是按照冯·诺依曼计算机体系结构来设计的,因此,它们由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大功能部件组成。

在微型计算机中,通常是将运算器和控制器集成在一块芯片上,称为中央处理单元 CPU (Central Processor Unit);将 CPU、主存储器及连接输入输出设备的接口(不包括实际的输入输出设备)组装在一块主板上,合称为主机。

输入设备和输出设备统称为输入/输出设备(Input/Output,通常简称为 I/O),也将它们称为外部设备或外设。

图 1-1 反映的是计算机硬件系统中五大功能部件之间的相互关系。图中的粗箭头表示数据或指令的传送;细箭头表示由控制器发出的对其他设备的控制信号。

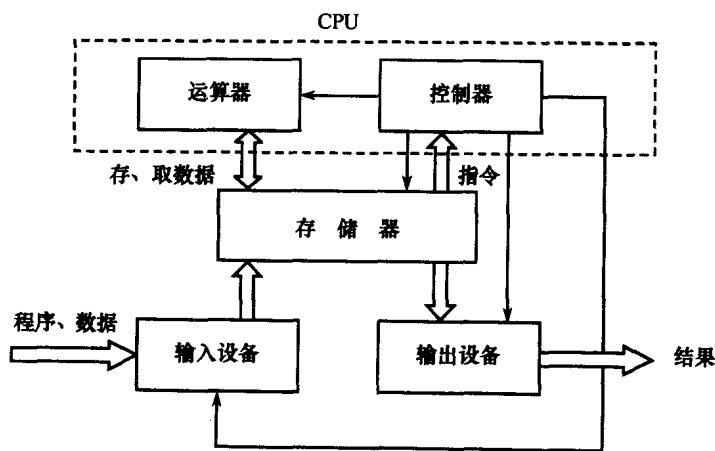


图 1-1 硬件系统结构框图

1.2.1.1 控制器(Controllor)

控制器是计算机的控制指挥中心,计算机的各个部件就是在控制器的控制之下有条不紊