

高等学校教材·计算机科学与技术

汇编语言程序设计教程

卜艳萍 周伟 编著



清华大学出版社

高等学校教材·计算机科学与技术

汇编语言程序设计教程

卜艳萍 周 伟 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 IBM PC 作为背景系统, 介绍微机原理的基础知识及汇编语言程序设计的方法和技术。全书共分 11 章, 第 1 章和第 2 章介绍微机基础知识以及 80x86 机型的系统结构。第 3 章详细介绍 IBM PC 的寻址方式和指令系统。第 4 章介绍伪指令、汇编语言程序格式等知识。第 5 章讲述高级汇编技术, 包括宏汇编、条件汇编、重复汇编等。第 6 章讲述顺序程序设计、分支程序设计、循环程序设计的方法。第 7 章介绍子程序设计的方法。第 8 章讲述 DOS 功能调用和 BIOS 功能调用知识。第 9 章介绍输入/输出程序设计技术, 主要分析了程序查询方式和中断传送方式的基本方法。第 10 章是综合应用程序设计。第 11 章是汇编语言程序设计实验指导。

本书可作为计算机相关专业本科学生的教学用书, 也可作为从事计算机应用的工程技术人员的技术参考书。

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

汇编语言程序设计教程/卜艳萍, 周伟编著. —北京: 清华大学出版社, 2004.7

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 7-302-08645-1

I. 汇... II. ①卜...②周... III. 汇编语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 045549 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社总机: 010-62770175

责任编辑: 闫红梅

封面设计: 王 永

印 刷 者: 清华园胶印厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 16.75 字数: 414 千字

版 次: 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08645-1/TP·6199

印 数: 1~5000

定 价: 23.00 元

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010) 62770175-3103 或 (010) 62795704

前 言

“汇编语言程序设计”是高等教育计算机专业本科学生的必修课，是计算机专业语言类最基础的课程之一。学好这门课程，可为学习相关的专业课打下基础。由于汇编语言是一门实践性很强的课程。因此本课程的开设，对于训练学生掌握指令的操作过程、程序设计的基本规则和方法以及上机调试程序的能力都有重要作用。本书选择目前国内最广泛使用的 IBM PC 作为基础机型进行讲解。

本书以 IBM PC 作为背景系统，介绍微机原理的基础知识及汇编语言程序设计的方法和技术。全书共分 11 章，第 1 章和第 2 章介绍微机基础知识以及 80x86 机型的系统结构。这两章为后面的讲解提供必要的微机系统软件、硬件知识。第 3 章详细介绍 IBM PC 的寻址方式和指令系统。第 4 章介绍伪指令、汇编语言程序格式等知识。第 5 章讲述高级汇编技术，包括宏汇编、条件汇编、重复汇编等。第 6 章讲述顺序程序设计、分支程序设计、循环程序设计的方法。第 7 章介绍子程序设计的方法。第 8 章讲述 DOS 功能调用和 BIOS 功能调用知识，并通过程序设计实例分析系统功能调用的实现。第 9 章介绍输入/输出程序设计技术，主要分析了程序查询方式和中断传送方式的基本方法。第 10 章是综合应用程序设计。第 11 章是汇编语言程序设计实验指导，在介绍了 DEBUG 和 MASM 的命令和使用之后，分五部分给出了汇编语言程序设计实验要求及上机例程的分析过程。书中每一章都提供了大量的程序例题，以便于学生通过实例学习掌握每章的内容。每章后均有习题，以便于学生巩固所学知识。

本书由上海交通大学卜艳萍老师担任主编，其中第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 10 章、第 11 章和附录 C、附录 D 由周伟老师编写，其余部分由卜艳萍老师编写。何飞、燕慧、周风波、周烨晴、邱遥、邓欣瑶、刘雅琴等参加了资料收集及部分书稿的录入工作，在此一并表示感谢。由于编者水平有限及时间仓促，书中错漏之处，敬请读者批评指正。

编 者
2004 年 4 月

目 录

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算机的发展及应用	1
1.1.1 计算机的发展	1
1.1.2 计算机的分类	2
1.1.3 计算机的应用	5
1.2 计算机的特点与主要技术指标	7
1.2.1 计算机的主要特点	7
1.2.2 计算机的主要性能指标	8
1.3 计算机中的信息表示与运算	10
1.3.1 进位计数制及数制转换	10
1.3.2 定点数与浮点数	13
1.3.3 机器数的编码表示	15
1.3.4 BCD 码与 ASCII 码	17
习题 1	20
第 2 章 微型计算机系统概述	21
2.1 微型计算机的基本结构与组成	21
2.1.1 计算机的基本组成	21
2.1.2 微机硬件系统结构	25
2.2 8086/8088 微处理器的结构与组成	26
2.2.1 8086/8088 的功能结构	27
2.2.2 8086/8088 的内存组织	28
2.2.3 8086/8088 CPU 的内部寄存器	29
2.2.4 8086/8088 的接口组织	33
2.3 80x86 微处理器概述	33
2.3.1 80286 微处理器	33
2.3.2 80386 微处理器概述	35
2.3.3 80486 微处理器	38
2.3.4 Pentium 微处理器	44
习题 2	46
第 3 章 微型计算机的指令系统	47
3.1 寻址方式	47

3.1.1	与数据有关的寻址方式	47
3.1.2	与转移地址有关的寻址方式	54
3.2	8086/8088 指令系统	56
3.2.1	数据传送类指令	57
3.2.2	算术运算类指令	63
3.2.3	逻辑操作类指令	71
3.2.4	程序控制类指令	74
3.2.5	数据串操作类指令	78
3.2.6	处理器控制类指令	82
3.2.7	输入输出指令	83
3.3	80x86 指令系统介绍	84
3.3.1	80286 指令系统	84
3.3.2	80386 指令系统	85
3.3.3	80486 指令系统	88
3.3.4	Pentium 指令系统	90
习题 3		90
第 4 章	8086/8088 汇编语言	93
4.1	汇编程序功能	93
4.2	汇编语言中的数值数据	94
4.3	伪指令	94
4.3.1	表达式赋值伪指令	95
4.3.2	数据定义伪指令	96
4.3.3	LABEL 伪指令	98
4.3.4	段定义伪指令	99
4.3.5	过程定义伪指令	102
4.3.6	模块命名、程序开始和程序结束伪指令	103
4.3.7	模块通信伪指令	103
4.4	汇编语言程序格式	105
4.4.1	名字项	105
4.4.2	操作项	106
4.4.3	操作数项	106
4.4.4	注释项	109
4.5	汇编语言程序返回 DOS 的方法	109
习题 4		110
第 5 章	高级汇编技术	112
5.1	宏汇编	112

5.1.1 宏定义伪指令 MACRO.....	112
5.1.2 宏汇编实例分析	113
5.2 重复汇编	117
5.2.1 定重复汇编伪指令	117
5.2.2 不定重复汇编伪指令	118
5.3 条件汇编	120
5.3.1 条件汇编概述	120
5.3.2 条件汇编伪指令介绍	120
5.4 结构与记录	123
5.4.1 结构伪指令 STRUC	123
5.4.2 记录伪指令 RECORD	125
习题 5	127
第 6 章 汇编语言程序设计	128
6.1 程序设计思想	128
6.2 顺序程序设计	129
6.3 分支程序设计	132
6.4 循环程序设计	137
6.4.1 循环程序的基本结构	137
6.4.2 循环程序设计的方法	138
6.4.3 多重循环程序设计	144
习题 6	147
第 7 章 子程序（过程）设计	148
7.1 子程序（过程）的设计方法	148
7.1.1 过程的定义	149
7.1.2 过程定义举例	149
7.2 子程序（过程）的调用	151
7.3 参数传递的方法	155
7.3.1 利用寄存器传递参数	155
7.3.2 利用内存缓冲区传递参数	156
7.3.3 利用堆栈区传递参数	157
习题 7	159
第 8 章 系统功能调用	160
8.1 系统功能调用概述	160
8.2 DOS 系统功能调用	161
8.2.1 DOS 系统功能调用概述	161

8.2.2	DOS 系统调用程序实例	163
8.3	BIOS 系统功能调用	167
8.3.1	BIOS 系统功能调用概述	167
8.3.2	显示器 BIOS 中断服务	170
8.3.3	BIOS 系统功能调用举例	172
习题 8		178
第 9 章	输入/输出程序设计	179
9.1	CPU 与外设传送数据的控制方式	179
9.2	程序查询传送方式	181
9.2.1	程序查询传送方式概述	181
9.2.2	程序查询传送方式举例	182
9.3	中断传送方式	184
9.3.1	中断概述	184
9.3.2	8086/8088 中断系统	186
9.3.3	中断传送方式程序举例	190
习题 9		193
第 10 章	综合应用程序设计	194
10.1	显示程序设计	194
10.1.1	显示器 BIOS 中断服务	194
10.1.2	文本方式下的字符及字符图形显示举例	197
10.1.3	彩色图形方式下显示程序设计举例	204
10.2	磁盘文件存取操作程序设计	207
10.2.1	磁盘文件管理 DOS 功能调用	207
10.2.2	磁盘文件存取操作程序设计举例	209
习题 10		212
第 11 章	汇编语言程序设计实验指导	213
11.1	汇编语言程序的上机过程	213
11.2	DEBUG 命令的使用	215
11.3	顺序程序设计	218
11.4	分支程序设计	219
11.5	单重及多重循环程序设计	222
11.6	子程序设计	225
11.7	系统功能调用程序设计	228

附录	233
附录 A 80x86 指令系统一览表	233
附录 B MASM 伪指令表	242
附录 C 系统功能调用	245
附录 D DEBUG 命令一览表	253
附录 E 80x86 中断向量及功能	255
 参考文献	 257

第 1 章 计算机基础知识

本章首先介绍计算机的发展、分类、技术指标及应用等方面的知识，然后讨论计算机中的信息表示与信息运算问题。

计算机系统内部的信息编码采用二进制，但符号式计算机语言（如汇编语言）支持二进制、八进制、十进制以及十六进制的数据表达，因此涉及到不同进制数据之间的转换问题；在计算机中数值数据的定点数和浮点数表达问题，机器数的原码、反码及补码表示问题；十进制数在机器中通常采用 BCD 码表示，而字符及字符串通常用 ASCII 码表示。以上这些问题都将在本章介绍。

1.1 计算机的发展及应用

1.1.1 计算机的发展

20 世纪 40 年代，无线电技术和无线电工业的发展为电子计算机的研制准备了物质基础。1946 年，美国宾夕法尼亚大学研制成功了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)，它的名称可直译为“电子数字积分计算机”。ENIAC 是一个庞然大物，它共用了 18000 多个电子管，耗电功率达 150kW，重量达 30 吨，占地 170 平方米，其运算速度约为 5000 次/秒，现在看来它性能不高，但是在计算机发展史上它则成为一个重要的里程碑，是它奠定了电子数字计算机的基础，开创了电子数字计算机的新纪元。

从第一台电子数字计算机问世至今只有五十多年的历史，但其发展速度是世界上其他任何学科都无法比拟的。通常根据电子数字计算机使用的主要电子器件，将其分成四个发展时代。

第一代：电子管计算机时代（从 1946 年第一台计算机研制成功到 20 世纪 50 年代后期），其主要特点是采用电子管作为基本器件。在这一时期，主要为军事与国防尖端技术的需要而研制计算机，并进行有关的研究工作，为计算机技术的发展奠定了基础，其研究成果扩展到民用，又转为工业产品，形成了计算机工业。

这一代计算机的主要贡献是：

- (1) 确立了模拟量可以变换成数字量进行计算，开创了数字化技术的新时代。
- (2) 确立了计算机的基本结构。
- (3) 确定了程序设计的基本方法。
- (4) 首创使用阴极射线管 (CRT) 作为计算机的字符显示器。

第二代：晶体管计算机时代（从 20 世纪 50 年代中期到 60 年代后期），这时期计算机的主要器件逐步由电子管改为晶体管，因而缩小了体积，降低了功耗，提高了速度和可靠

性。而且价格不断下降。后来又采用了磁芯存储器,使速度得到进一步提高。不仅使计算机在军事与尖端技术上的应用范围进一步扩大,而且在气象、工程设计、数据处理以及其他科学研究等领域内也应用起来。在这一时期开始重视计算机产品的继承性,形成了适应一定应用范围的计算机“族”,这是系列化思想的萌芽。从而缩短了新机器的研制周期,降低了生产成本,实现了程序兼容,方便了新机器的使用。

这一代计算机的主要贡献是:

- (1) 计算机开始用到图形处理领域,开创了计算机处理文字和图形的新阶段。
- (2) 鼠标器问世,使计算机的输入方式发生了重大变化。
- (3) 开始有了通用机和专用机之分,而且通用机的发展势头很大。
- (4) 多种高级语言投入使用。

第三代:集成电路计算机时代(从20世纪60年代中期到70年代前期),这时期的计算机采用集成电路作为基本器件,因此功耗、体积、价格等进一步下降,而速度及可靠性相应地提高,这就促使了计算机的应用范围进一步扩大。正是由于集成电路成本的迅速下降,产生了成本低而功能不是太强的小型计算机供应市场。占领了许多数据处理的应用领域。

这一代计算机的主要贡献是:

- (1) 计算机运算速度提高到每秒运算百万次以上。
- (2) 多种更完善的操作系统推向使用。
- (3) 推出“系列机”的概念,较好地解决了计算机硬件不断更新而软件相对稳定的矛盾。
- (4) 根据计算机的主要性能(字长、速度、容量等)将计算机分成巨型机、大型机、中型机和小型机等不同型号。

第四代:大规模集成电路计算机时代(从20世纪70年代初开始),半导体存储器问世,迅速取代了磁芯存储器,并不断向大容量、高速度发展,此后,存储器芯片集成度大体上每三年翻两番,这就是著名的摩尔定律,从1971年内含2300个晶体管的Intel 4004芯片问世,到1999年包含了750万个晶体管的Pentium II处理器,都证实了摩尔定律的正确性。

20世纪90年代以来,计算机是否应该进入一个更新的时期,目前还没有权威性的说法。有人说应该是多媒体计算机时代、网络计算机时代,计算机集文字、图形、声音、图像于一体。1993年信息高速公路的提出,促进计算机与通信结合形成了各种规模的计算机网络,从局域网、城域网、广域网到因特网,使得计算机的发展永无止境,前途无量。

1.1.2 计算机的分类

按照计算机的规模大小及相应功能,我们可以将计算机分成巨型机、大型机、小型机、微型机、工作站以及计算机网络系统。

1. 巨型机

巨型机主要用于大规模的科学计算,如原子能、弹道导弹技术、航天飞机、天气预报、石油勘探等领域。它的研制集中反映了一个国家科学技术的发展水平。集成电路的进展,

为制造巨型机提供了条件。从 20 世纪 60 年代到 70 年代相继完成了一些巨型机,其中取得最高成绩的要算 Cray-1 计算机。1983 年研制成功的 Cray X-MP 机向量运算速度达每秒 4 亿次。与此同时, CDC 公司的 CYBER203 和 205 先后完成, CYBER205 每秒可进行 4 亿次浮点运算。这些是 80 年代初期的水平最高的巨型机。但是这些成就还不能满足一些复杂问题的需要,所以不少单位开展了性能更高的巨型机的研究工作。后来处理器的发展为阵列结构的巨型机发展带来了希望。例如,古德伊尔公司为美国宇航局(NASA)研制了一台处理卫星图像的计算机系统 MPP,该机由 16384 个微处理器组成 128×128 的方阵。这种采用并行处理技术的多处理器系统是巨型机发展的一个重要方面,称为小巨型机。

我国在 1997 年研制成功的“银河 III”巨型机的运算速度已达到每秒 130 亿次浮点运算,内存容量为 9.15GB。今后,超级计算机的发展方向将是采用新的硬件结构,并以新的软件和处理问题的算法将计算机的处理速度提高到一个新的台阶。

2. 大型机

大型计算机也称为主机。一些高层的企业或研究机构需要功能强大的大型机来存储和处理大量的数据和信息,因此,大型机被许多部门广泛应用。大型机具有通用性强、运算速度快、存储容量大、I/O 通道类型多、网络功能完善等特点,采用对称多处理器、并行处理体系结构。如 IBM 公司的 IBM370 曾占领了 20 世纪 70 年代和 80 年代的大部分大型机市场。

进入 20 世纪 80 年代以后,随着微机性能的极大提高和网络技术的普及,客户机/服务器技术得以飞速发展,使得人们不得不重新考虑大型机的作用。进入 20 世纪 90 年代后,随着企业规模的扩大与信息技术的发展,很多采用客户机/服务器的分散式运算模式的用户发现,这种系统的管理极为复杂,运算营运成本高,安全可靠难以保证。于是大型机获得东山再起的机会,企业需要一个开放的、安全的大型服务器作为计算平台,因为只有大型机才具有高可靠性、安全性、高吞吐能力、高可扩展性、防病毒以及防黑客的能力。与此同时,大型机的性能在不断提高,成本不断下降,20 世纪 90 年代 IBM 推出的大型机系列为 IBMS/390 系列,并不断推出新产品。

3. 小型机

小型机规模小、结构简单,所以设计试制周期短,便于及时采用先进工艺,生产量大,硬件成本低;同时由于软件比大型机的简单,所以软件成本也低。再加上容易操作、容易维护和可靠性高等特点,使得管理机器和编制程序都比较简单,因而得以迅速推广,掀起一个计算机普及应用的浪潮。DEC 公司的 PDP-11 系列是 16 位小型机的代表,到 20 世纪 70 年代中期 32 位高档小型机开始兴起,DEC 公司的 VAX11/780 于 1978 年开始生产,应用极为广泛。VAX11 系列与 PDP11 系列是兼容的。20 世纪 80 年代以后,精简指令系统计算机(RISC)问世,导致小型机性能大幅度提高。

小型机的出现打开了在控制领域应用计算机的局面,许多大型分析仪器、测量仪器、医疗仪器使用小型机进行数据采集、整理、分析、计算等。应用于工业生产上的计算机除了进行上述工作外还可以进行自动控制。小型机还广泛应用于工程设计、科学计算、信号处理、图像处理、企业管理以及在客户/服务器结构中用作服务器等。

4. 微型机

微型机的出现与发展,掀起计算机大普及的浪潮,利用 4 位微处理器 Intel 4004 组成的 MCS-4 是世界上第一台微型机,它于 1971 年问世。Intel 8086 是最早开发成功的 16 位微处理器(1978 年)。1981 年 32 位微处理器 Intel 80386 问世,与原来的产品相比较,除了提高了主频速度外,还将原属于片外的有关电路集成到片内。

32 位微处理器采用过去大中型计算机中所采用的技术,因此用它构成的微型机系统的性能可以达到 70 年代大中型计算机的水平。

20 世纪 70 年代后期,兴起个人计算机热潮,1981 年一向以生产大中型通用机为主的 IBM 公司推出了 IBM PC,该机采用 Intel 8086 微处理器和 Microsoft 公司的 MS-DOS 操作系统,并公布了 IBM PC 的总线结构,这些开放措施为微型机的大规模生产打下了基础。后来又推出扩充了性能的 IBM PC/XT, IBM PC/AT 以及 80286、80386、80486 和 Pentium 等多种机型。由于具有设计先进、软件丰富、功能齐全、价格便宜和开放性等特点,很快成为微型机市场的主流。国内外有不少厂家相继生产了与 IBM 兼容的个人计算机及其配套的板级产品和外部设备。

微型机向小型化发展出现了便携机(膝上型、笔记本型和掌上型),在 20 世纪 90 年代获得迅速发展。与此同时,个人计算机走进家庭,并向多媒体方向发展,这就是家用电脑和多媒体电脑。

5. 工作站

工作站是 20 世纪 80 年代兴起的面向广大工程技术人员的计算机系统,一般具有高分辨率显示器、交互式的用户界面和功能齐全的图形软件。开始集中应用于各种工程方面的计算机辅助设计,如集成电路设计、机械设计、土木建筑设计等。1980 年成立的 Apollo 公司和 1982 年成立的 Sun 微系统公司主要从事工作站的研制与生产工作。开始都采用 Motorola 的微处理器芯片,后来改用 RISC(精简指令系统计算机)微处理器。1987 年以后,工作站普遍采用 32 位/64 位 RISC 微处理器,不仅处理速度快,而且具有强大的图形处理功能和友好的窗口界面,后来又向多处理器系统和分布式处理系统发展。典型的产品有 Sun 公司的 SPARC 系列、DEC 公司的 Alpha 系列以及 SGI 公司和 HP 公司的工作站系列。

由于工作站出现得比较晚,一般都带有网络接口,并采用开放式系统结构,即将机器的软、硬件接口公开,以鼓励其他厂商、用户围绕工作站开发软、硬件产品。同时尽量遵守国际工业界流行的标准。

6. 计算机网络系统

由于计算机技术和通信技术的迅速发展,为适应高度社会化生产和科技发展的需要,出现了由单个计算中心通过通信线路和若干个远程终端连接起来的联机系统(或称为面向终端的网络)。例如,库存管理系统、生产管理系统、银行业务系统、飞机订票系统、情报检索系统、气象观测系统等,使分散在各处的信息通过终端能很快集中于计算机中,同时各处的工作人员可通过终端进行查询、获取资料。

随着计算机的广泛应用,特别是小型机和微型机的普及,一个单位在一幢大楼或一个

建筑群内安装多台计算机的情况日益普遍, 将这些计算机连接在一起的网络称为局域网。计算机网络的蓬勃发展, 加速了社会信息化的进程。

1.1.3 计算机的应用

随着计算机技术的迅速发展, 计算机的应用范围在不断地扩大, 小到电子手表、儿童玩具, 大到卫星、导弹的发射, 应该说计算机已经渗透到国民经济的各个部门, 是否使用计算机已经成为各单位或部门技术应用水平高低的重要标志。下面从几个方面简述计算机的应用领域。

1. 科学计算

科学计算计算机最为原始的应用, 也是计算机应用最广泛的领域之一。在科学研究和工程设计过程中, 常常会有大量的数值计算问题, 这些问题往往十分复杂, 计算工作量大, 时间性强。例如导弹或卫星的发射, 必须精确地计算其运行轨道和目标; 24 小时天气预报, 用手摇计算器进行计算需要几个星期, 改用高速计算机则只需要几个小时或更短时间; 生命科学中为测定胰岛素的晶体结构, 需要进行大量的、高精度的复杂运算, 只有采用高速计算机才成为可能。

实践证明, 计算机的高速度、高精度的计算改变了科学研究和工程设计的面貌, 使得计算机已经成为广大科学工作者和工程设计人员不可缺少的重要工具。

2. 数据处理

在工业生产、企事业管理、商业及金融等方面, 存在着大量的数据需要及时地进行搜集、整理、归纳、分类、存储、检索、统计、分析、列表、绘图等处理。这类问题涉及数据量大, 运算难度相对较小, 有大量的逻辑运算和判断分析, 处理的结果往往以图表的形式输出。据统计, 在目前的计算机应用中, 数据处理所占的比例最大。为了使人们从大量繁杂的数据统计和事务管理中解脱出来, 使用计算机是最有效的方法, 大大提高了工作效率、管理水平和数据处理质量。

3. 计算机控制

在现代化工厂里, 计算机普遍用于生产过程的自动控制。使用计算机对工业生产过程进行控制, 称为工业控制。利用计算机进行工业生产过程控制, 可以节省劳动力, 减轻劳动强度, 提高生产效率, 同时还可以减少材料消耗, 降低生产成本, 改进产品质量, 缩短生产周期, 特别是对生产过程的监控, 可以避免生产出不合格的产品, 以及出现重大设备事故或人身事故。因此用于生产过程自动控制的计算机, 一般都是实时控制, 它们对计算机的速度要求不高, 但可靠性要求很高。

例如, 在化工厂中用计算机来控制配料、温度、阀门的开闭等; 在炼钢车间用计算机控制加料、炉温、冶炼时间等; 各种类型的程控机床的推出, 对于提高产品精度和合格率是任何人工所不可能达到的。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计 (CAD) 是近年来迅速发展的一個新的计算机应用领域。各行各业的设计师们都体会到, 为了加快设计速度, 提高设计精度, 采用计算机进行辅助设计是正确的选择。众所周知, 飞机的设计周期是很长的, 一般一架飞机从方案设计到产生全部图纸, 大约需要两年甚至更长的时间, 而采用 CAD 后, 一架飞机的设计周期可缩短为三个月左右, 采用计算机生成图纸不仅速度快、质量高, 而且修改起来非常方便, 尤其是有利于设计方案的比较, 最终选出性能价格比最高的设计方案, 其效率可提高几倍、几十倍甚至更高。

CAD 技术的应用领域越来越广, 从而派生出了许多新的技术分支, 如计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助教学 (CAI)、计算机辅助测试 (CAT)、计算机辅助工艺过程设计 (CAPP) 以及柔性 (Flexible) 制造技术等。

5. 人工智能

人类的许多脑力劳动, 诸如证明数学定理、进行常识性推理、理解自然语言、诊断疾病、下棋游戏、破译密码等都需要“智能”。人工智能学科研究的主要内容包括: 知识表达、自动推理机和搜索方法, 机器学习和知识获取, 知识处理系统, 自然语言理解, 计算机视觉, 智能机器人等。

知识表达是人工智能的基本问题之一, 其中的常识是研究的重点之一, 常识是指人们直觉的、日常使用的那些非专业性知识。自动推理与知识表达方法密切相关, 是知识的使用过程。搜索是人工智能的一种问题求解方法, 搜索策略决定着问题求解的推理过程中知识被使用的优先关系。

机器学习是人工智能另一重要课题。机器学习是指在一定的知识表达意义下获取新知识的过程。

知识处理系统主要由知识库和推理机组成。知识库的功能是存储系统所需要的知识 (如专家系统)。推理机则定义使用知识的方法和策略。

人与机器进行对话, 利用能为计算机所接受的自然语言描述现实世界, 一直是人工智能的研究目标之一。自然语言的理解过程包括语法分析和语义分析, 已经研制的一些自然语言理解系统都只能处理自然语言的子集。其中人机接口和机器翻译系统已有商品, 但要让机器像人一样运用自然语言, 还是一项长远而艰巨的任务。

6. 企业管理

企业管理的范畴非常广泛, 一般来说应包括人事管理、工资管理、物资管理、商务管理、生产经营管理、市场预测、统计报表以及领导决策等, 近年来方兴未艾的办公自动化系统可用来完成这些功能, 一般都是由多台计算机连成网络来实现。随着我国由计划经济向市场经济转变, 用计算机来实现企业管理不仅是可能的, 而且是必要的, 竞争中的各类企业需要尽快获得信息, 及时做出正确决策, 企业才能适应形式, 高速发展。许多企业家已经认识到, 使用计算机实现企业管理不是权宜之计, 而是百年大计。

除此之外, 多媒体技术的发展更加扩大了计算机的应用范围。计算机技术与通信技术相结合形成的各种类型计算机网络的飞速发展, 加快了社会信息化的进程。

1.2 计算机的特点与主要技术指标

1.2.1 计算机的主要特点

电子计算机的产生、发展和应用,是20世纪重大的科技成就之一,它标志着人类文明已进入了一个新的历史阶段。电子计算机自1946年2月诞生以来,在五十多年的时间里得到了迅速的发展。作为20世纪一项伟大的发明,其应用已广泛而深入地渗透到社会的各个领域,成为信息化社会的基础。

五十多年来,虽然计算机制造技术发生了很大的变化,其性能有了极大的提高,计算机取得了科学史上最惊人的发展速度,但计算机的基本组成原理仍遵循着五十多年前美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出的基本计算机的工作原理。冯·诺依曼机应具有以下几点基本功能:

- 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备5个部分组成。
- 用二进制形式表示数据和指令。
- 采用存储程序的方式,程序和数据可以在机器中长期记忆保存。
- 机器的工作应当在指令的控制下协调进行,指令由操作码和地址码组成。
- 机器具有数据的运算和处理功能。
- 可进行数据的输入、输出。

随着构造计算机的主要电子元件从电子管、晶体管、中小规模集成电路发展到大规模集成电路,计算机也经历了4个发展阶段。计算机的应用领域也由单纯的数值计算发展到科研、工业、农业、国防和社会生活的各个领域。如实时控制系统、数据库管理系统、计算机辅助设计、智能模拟与人工智能系统等等。

计算机具有如下特点:

- 运算速度快 计算机具有极高的运算速度,世界上第一台计算机的运算速度为每秒5000次,目前普通的微型计算机每秒就可以执行上亿条指令。
- 运算精度高 计算机的运算精度随着数字运算设备的技术发展而提高,加上先进的算法,可得到很高的运算精度。例如 π 的计算,在计算机诞生前的1500多年的时间里,虽经人们不懈努力,也仅计算到其小数点后500位。而使用计算机后,目前已达到小数点后上亿位。
- 具有记忆能力 计算机的存储器具有存储、记忆大量信息的功能。不但可以存放计算的原始数据、中间数据以及最后结果,还能存放人们事先编好的各种程序,这是计算机能进行自动处理的原因之一。
- 极高的准确性 由于采用了数字化信息编码,使计算机的运算、控制及信息处理具有极大的准确性。在计算机中,所有的数值和符号、文字、图形、图像、语音等非数值信息均采用数字化的编码形式表示,从而保证了准确性。
- 高度自动化 由于程序和数据存储在计算机中,一旦向计算机发出指令,它就能自动按规定的步骤完成指定的任务。计算机不但具有计算能力,还具有逻辑判断

能力。能在程序的指引下, 根据比较的结果, 自动地确定下一步该做什么, 表现出初步的智能化。

- 极强的通用性 计算机采用存储程序原理, 程序可以是各个领域中的用户自己编写的应用程序, 也可以是厂家提供的供众多用户共享的程序, 丰富的软件, 多样的信息, 使计算机具有相当大的通用性。

1.2.2 计算机的主要性能指标

通常根据计算机的机器字长、速度、主频大小、存储器的容量、存储器的存取周期、可靠性及带宽等指标来衡量一台计算机的性能。

1. 机器字长

机器字长是指该计算机能进行多少位二进制数的并行运算, 实际上是指该计算机中的运算器有多少位, 例如, 某机器字长 16 位, 表示该机器中, 每次能完成两个 16 位二进制数的运算。由于参加运算的操作数和运算结果既可存放在处理器内部的寄存器中, 也可存放在主存储器中。因此, 机器字长既是运算器的长度, 也是寄存器的长度, 一般情况下, 它也是存储器的字长。显然, 字长的实质是指 CPU 内部寄存器、运算器、内部数据总线等部件的宽度。通常, 机器字长越长, 计算机的运算能力越强, 其运算精度也越高。衡量机器字长的单位可用“位 (bit)”, 位是计算机内最小的信息单位, 8 位构成一个“字节 (byte)”, 现代计算机的机器字长一般都是 8 位的整数倍, 如 8 位、16 位、32 位、64 位和 128 位等, 即字长由一个字节、2 个字节、4 个字节、8 个字节或 16 个字节组成。所以也可用“字节”来表示机器字长。

2. 速度

长期以来, “速度”被认为是评价计算机性能的重要指标之一, 使用计算机的人希望计算机的运算速度越快越好, 这是无可非议的, 但是应该如何正确地描述计算机的运算速度, 也是一个值得探讨的问题。

CPU 速度是指单位时间 (秒) 内能够执行指令的条数。速度的计算单位不一, 若以单字长定点指令的平均执行时间计算, 用 MIPS (Million Instructions Per Second) 作为单位; 若以单字长浮点指令的平均执行时间计算, 则用 MFLOps (Million Floating Instructions Per Second) 表示。现在, 采用计算机中各种指令的平均执行时间和相应的指令运行权重的加权平均法求出等效速度作为计算机运算速度的标准。

3. 主频

主频又称为主时钟频率, 是指 CPU 在单位时间 (秒) 内产生的时钟脉冲数, 以 MHz (兆赫兹) 为单位。如 486DX/66 的主频为 66MHz, Pentium II/350 的主频为 350MHz, Pentium III/550 的主频为 550MHz 等。计算机 CPU 的时钟频率越高, 运算速度越快, 尤其是对于机器结构相同或相近的计算机。主频可用来比较运算速度的高低。