

计算机科学与工程导论

张全伙 编

中国铁道出版社

计算机科学与工程导论



计算机科学与工程导论

张全伙 编



中国铁道出版社

1994年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是根据美国《ACM—IEEE CS91 教程》，并根据我国《93 教学计划》的要求编写的。全书共分 10 章，主要内容包括：计算机发展简史及类型、特点与应用；计算机的基本结构、各部件的功能及工作过程；计算机中数的表示、运算及编码系统；逻辑代数的概念、运算及电路；算法的概念、设计及效率；软件的生命周期、工程原理、开发过程及评价；计算机文化的形成及其对社会的影响；常用汉字输入技术；常用文字处理软件及排版软件。本书文字流畅，内容详实，知识覆盖面大，便于学生了解计算机科学的全貌。

本书可作为大专院校本科学生教材，也可供各行各业人员自学使用。

15456/15

计算机科学与工程导论

张全伙 编

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 郭 宇 封面设计 赵敬宇

各地新华书店经售

北京朝阳北苑印刷厂印

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:17.5 字数:448 千

1994 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:2000 册

ISBN7-113-01780-0·TP·183 定价:20.10 元

序 言

国内许多高等院校都开设了《计算机导论》这门课。张全伙老师采用自编教材在华侨大学讲授过多年的《计算机导论》课程,积累了丰富的教学经验。最近,他参照美国《ACM-IEEE/CS 91 教程》,并根据我国《1993 教学计划》的需求,在自编教材基础上进行修改,编写了这本《计算机科学与工程导论》。

该书与同类教材相比,增加了软件工程方法概述一章,并强调了计算机的社会伦理。鉴于近年来计算机犯罪和计算机病毒已在我国蔓延,对学生进行计算机学科的基本文化、社会、法律、道德方面的教育无异是十分必要的。这些内容可使学生了解计算机学科对社会和科学技术的发展所起的促进作用,以及了解计算机专业人员的职业道德、职业义务、风险性、可靠性、专利权以及计算机的安全技术。

全书的算法用流程图进行描述。以流程图表示算法,可使算法的逻辑结构清晰,算法的模型构造易于形成,并且独立于任何特定的计算机和程序设计语言,这对于没有程序设计语言作为先导课程的学校开设本课程是很合适的。

该书编入了《计算机操作基础》一章,只需提供适当的实习机时,就可使学生尽早接触计算机,为以后的深入学习提供方便和打下基础。

这本教材的主要内容包括:计算机的发展与应用,计算机硬件基本组成,计算机的运算基础,逻辑基础,计算机软件系统,算法,数据与数据结构,计算机操作基础,软件工程方法概述,计算机文化的形成及其对社会的影响等十章。每章后都附有习题。此外,在附录中还给出了汉字输入技术、文字处理技术和 Super-WPS 桌面印刷系统使用方法的内容。全书编排合理,文字流畅,内容详实,知识覆盖面大,对学生尽早接触计算机专业的名词术语,了解计算机科学概貌,掌握计算机基础知识,是很有好处的。

该书既可作为计算机专业的导论教材或参考书,又可作为非计算机专业和各类培训班学习计算机基础知识和文字处理技术的教材或参考书,也适合各行各业人员自学使用。值此书出版之际,我热忱向广大读者推荐。

施伯乐

1993.12. 于复旦大学

前 言

《计算机科学与工程导论》作为高等学校计算机专业的一门引导性课程,有利于学生尽早接触专业的基础知识和有关名词术语,了解计算机科学的概貌,为以后的深入学习打下基础。

近年来,随着我国微型计算机的应用日益广泛和深入,非计算机专业学生同样迫切需要学习计算机基础知识和操作技能,掌握文字处理技术。因此,编写一本适应性较广的导论教材无异是十分必要的。

编者在华侨大学采用自编教材,讲授过多年《计算机科学与工程导论》课程,积累了一些经验。在此期间,还参加过两届全国《计算机导论》课程研讨会,吸取了各兄弟院校关于如何编好教材,开好《计算机科学与工程导论》课的宝贵意见和经验,并参照美国“ACM-IEEE/CS 91 教程”和根据我国 93 教学计划的要求,在自编教材的基础上,经过精心筛选和多次修改,编写了这本《计算机科学与工程导论》。

全书共分为十章和三个附录。主要内容包括:计算机基础知识、计算机硬件、软件及应用四个部分。第一章简要介绍计算机的发展历史,以及计算机的类型、特点与应用。第二章介绍计算机的基本结构和各部件的功能,以及计算机指令系统。第三章讨论数制及其转换,机内代码表示和运算。第四章介绍逻辑代数的基本概念及运算,并讨论了一些简单的逻辑电路。第五章介绍计算机软件系统,着重介绍计算机程序设计语言、系统软件和应用软件的有关概念和作用。第六章讨论算法的概念,算法设计和算法的效率,并用流程图语言描述了若干算法和子算法的例子。第七章介绍数据与数据结构的概念,并简要讨论了几种常用数据结构。第八章介绍微型计算机的基本操作,包括 DOS 的功能、组成、启动和各种命令,以及磁表面存储器和光盘存储技术。第九章是软件工程方法概述,包括软件生存期、软件工程原理、软件开发过程以及软件质量评价等。第十章是计算机文化的形成及其对社会的影响,简要阐明计算机对人类文明产生的巨大影响,以及计算机病毒、犯罪、法律、安全等问题。每章都附有习题。附录一是汉字输入技术,着重介绍五笔字型输入法。附录二是文字处理技术,着重介绍 Wordstar 的使用。附录三着重介绍 Super-WPS 桌面印刷系统的使用方法。

本书遵照“讲清基本概念,循序渐进,深入浅出,通俗实用”的原则编纂而成,旨在引导读者进入计算机知识的海洋。

本书内容丰富,编排力求合理。可作为计算机专业一年级 50~60 学时的教

材。只需提供适当的实习机时,便可使学生掌握计算机的基本操作,为以后的深入学习计算机专业知识提供方便和打下基础。根据读者需要,可对本书第一至第十章内容进行适当取舍组合,加上附录一、二、三的内容,也可作为非计算机专业和各类培训班学习计算机基础知识和文字处理技术的教材或参考书。全书不涉及高深的专业理论和复杂的算法设计,有些章节内容自成体系,因此也适合作各类人员自学用书。

本书在编写过程中承蒙许多计算机界教授、专家、学者和同行的不吝赐教和热心帮助。复旦大学施伯乐教授为此书写了序言。北方交通大学马桂祥教授认真地审阅了全稿。复旦大学钱乐秋副教授、中国铁道出版社郭宇编辑,为此书的定稿提出了许多指导性的意见。东南大学朱静华副教授关于编写导论教材的精辟见解,使编者受益匪浅。我校陈启泉、刘甲耀教授、张银明、吕东庚、余金山、侯济恭副教授也给以不少帮助,谨此向他们表示诚挚的感谢。此外,我还要感谢我校的游华、张宝珍同志,为此书做了大量录入工作。

由于作者水平所限,加之计算机科学技术发展迅速,书中疏漏不妥之处在所难免,殷切希望读者批评指正。

张全伙

1993.12. 写于华侨大学

目 录

第一章 计算机的发展与应用	(1)
1.1 计算机发展简史	(1)
1.2 计算机的类型与特点	(5)
1.3 计算机的应用	(6)
1.4 计算机科学的研究范畴	(9)
习 题 1	(9)
第二章 计算机基本结构	(10)
2.1 计算机的本质.....	(10)
2.2 人作为信息处理机.....	(11)
2.3 计算机的基本组成.....	(11)
2.4 现代计算机的硬件组成.....	(15)
2.5 计算机系统.....	(16)
2.6 计算机系统性能评估.....	(17)
2.7 计算机指令系统.....	(18)
习 题 2	(19)
第三章 计算机的运算基础	(21)
3.1 记数制.....	(21)
3.2 数制间的转换.....	(24)
3.3 数的原码、补码、反码和移码表示.....	(29)
3.4 数的定点表示与浮点表示.....	(33)
3.5 数的几种编码.....	(36)
3.6 定点数据处理.....	(40)
习 题 3	(45)
第四章 逻辑代数与逻辑电路基础	(47)
4.1 逻辑基础.....	(47)
4.2 逻辑电路.....	(52)
4.3 逻辑设计基础.....	(56)
4.4 功能电路.....	(59)
习 题 4	(69)

第五章 计算机软件系统	(71)
5.1 程序与软件	(71)
5.2 软件系统的组成	(71)
5.3 计算机语言及语言处理程序	(72)
5.4 计算机常用高级语言结构	(75)
5.5 操作系统	(80)
5.6 实用程序	(82)
5.7 应用软件	(83)
习 题 5	(86)
第六章 算法	(88)
6.1 算法设计的一些考虑	(88)
6.2 解题要素和算法设计	(89)
6.3 循环和迭代算法	(97)
6.4 算法的效率	(101)
6.5 子算法	(102)
习 题 6	(114)
第七章 数据与数据结构	(117)
7.1 数据	(117)
7.2 数据结构概述	(117)
7.3 几种典型数据结构	(120)
习 题 7	(134)
第八章 计算机基本操作	(137)
8.1 IBM 微型计算机简介	(137)
8.2 DOS 概述	(144)
8.3 常用 DOS 命令	(148)
习 题 8	(160)
第九章 软件工程方法概述	(163)
9.1 软件的生存期	(163)
9.2 软件工程原理	(165)
9.3 软件工具与软件工程环境	(166)
9.4 软件开发过程简介	(168)
9.5 软件质量评价	(174)
习 题 9	(177)
第十章 计算机文化的形成及其对社会的影响	(178)

10.1	计算机对人类文明的影响	(178)
10.2	计算机病毒	(179)
10.3	计算机犯罪	(182)
10.4	计算机法律	(185)
10.5	法制教育和计算机安全技术教育	(186)
10.6	计算机应用发展与人才需求	(188)
10.7	普及计算机教育势在必行	(191)
	习 题 10	(192)
附录一	汉字输入技术	(193)
1.1	CCDOS 简述	(193)
1.2	汉字输入简介	(195)
1.3	区位码输入法	(196)
1.4	拼音输入法	(197)
1.5	五笔字型输入法	(200)
附录二	文字处理技术	(215)
2.1	Wordstar 简介	(215)
2.2	Wordstar 的启动	(215)
2.3	基本编辑命令的使用	(217)
2.4	编辑与排版	(221)
2.5	查找与替换	(224)
2.6	文本块操作	(227)
2.7	合并打印	(230)
2.8	页式设计和(·)命令	(233)
2.9	制表符及打印字型控制	(235)
2.10	其它 Wordstar 命令的使用	(239)
2.11	提示帮助功能	(241)
2.12	XE 软件简介	(244)
附录三	Super-WPS 桌面印刷系统	(249)
3.1	说明	(249)
3.2	WPS 系统的启动	(253)
3.3	WPS 菜单的使用	(254)
3.4	文书文件编辑	(256)
	参考文献	(270)

第一章 计算机的发展与应用

1.1 计算机发展简史

在人类历史上,一种重要的工具或机器的出现,一门新兴学科的问世,对人类社会的生产力和生产关系的发展起着巨大的推动作用。18世纪瓦特发明的蒸汽机引起的工业革命对人类的生产 and 生活方式曾起过划时代的作用。20世纪40年代诞生的电子数字计算机(简称计算机),对人类社会的意义将更加深远,它标志着科学技术发展的一个里程碑。在计算机诞生的短短40多年时间里,世界上的计算机工业发展极为迅速。计算机硬件,无论在计算速度、存储容量、外部设备,还是机器类型都有了突飞猛进的发展,发生了天翻地覆的变化。计算速度提高了 10^{10} 倍,主机成本每两到三年降低50%,内、外存成本每年降低40%,硬件的性能价格比每十年提高一个数量级,出现了大、中、小、微型计算机及向量计算机,并行多处理机,超级巨型机和超级微型机等各种类型的计算机。伴随着计算机硬件的发展,计算机软件的研制和应用也发生着巨大的变化。软件已在计算机系统中占据着重要的地位。现在,计算机已经广泛应用于国民经济建设和社会生活的各个方面,成为当今信息社会的主要支柱,成为新的工业革命的重要标志。计算机推广应用的程度已经成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

1.1.1 计算机谱系

世界上第一台计算机ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) 1946年诞生于美国,至今不过40多年的历史,计算机已经历了四代变化,现已开始研制新一代计算机。

第一代(1946~1957年)计算机,特征是采用电子管作为逻辑元件,用阴极射线管或声延迟线作为主存储器,数据表示主要是定点方式,用机器语言或汇编语言编写程序。有代表性的计算机是1946年美籍数学家冯·诺伊曼(Von Neuman)与他的同事们在普林斯顿研究所开始设计的存储程序计算机IAS (Institute for Advanced Study machine)。它的设计思想自成一体,被称为冯·诺伊曼计算机结构。所谓冯·诺伊曼计算机结构体系,对后来计算机的发展产生了深远的影响。这个时期有一定批量并实际提供使用的计算机是IBM (International Business Machines Corporation 国际商业机器公司)于1953年推出的IBM-701计算机。

第二代(1958~1964年)计算机,特征是用晶体管代替了电子管,用磁芯体为主存储器,引入了变地址寄存器和浮点运算硬件,利用I/O (Input/Output) 处理机提高输入输出操作能力等。在软件方面引进了FORTRAN, COBOL, ALGOL等高级程序设计语言,以简化编程过程,建立了子程序库和批处理管理程序。这些对计算机的普及和应用产生了深刻的影响。这个时期有代表性的并提供实际使用的计算机有IBM公司生产的IBM 7094计算机和CDC (Con-

trol Data Corporation 控制数据公司)生产的 CDC 1640 计算机等。

第三代(1965~1971年)计算机,特征是用集成电路 IC(Integrated Circuit)代替了分立元件晶体管。一般使用小规模集成电路 SSI (Small Scale Integration, 门密度 1~10 门/片,即每一芯片上的元件数在 100 个以下)和中规模集成电路 MSI (Medium Scale Integration, 门密度 10~100 门/片,即每一芯片上元件数在 100~1000 个);用半导体存储器逐渐代替磁芯存储器;广泛使用微程序技术简化处理机的设计,提高处理机的灵活性;在软件方面引进多道程序及并行处理等新技术,以及操作系统的成熟与功能的日益强化是第三代计算机的显著特点。多处理机,虚拟存储器系统以及面向用户的应用软件的发展,大大丰富了计算机软件资源。为了充分利用已有的软件资源,解决软件兼容问题而发展了多种系列机。标准化、模块化、系列化已成为计算机设计的基本指导思想。这个时期有代表性、最有影响并提供社会实际应用的计算机是 IBM 公司的 IBM-360、IBM-370 计算机系列、CDC 公司的 CDC7600 计算机和后来又推出的 CYBER 计算机系列,DEC 公司(Digital Equipment Corporation)的 PDP-8 计算机(Programmed Data Processor 程序控制的数据处理机),以及后来发展成有名的 PDP-11 系列和 VAX-11(Virtual Address Extension 虚拟地址扩展)系列机等。由于它的成本低、性能好,适应范围广,在计算机的推广普及方面起了巨大作用。

第四代(1972 开始)计算机,其特征是以大规模集成电路 LSI(Large Scale Integration, 门密度几百门~几千门/片,即每一芯片上的元件数在 1000~10000 个)和超大规模集成电路 VLSI (Verylarge Scale Integration, 门密度 1 万门以上/片,即每一芯片上的元件数在 10000 个以上)为计算机主要功能部件。用 16KB、64KB 或集成度更高的半导体存储器部件作为主存储器,在系统结构方面发展了并行处理技术、多机系统、分布式计算机系统和计算机网络以及数据流结构的计算机等。在软件方面发展了数据库系统、分布式操作系统、高效可靠的高级语言以及软件工程标准化等,并逐步形成软件产业部门。此外,还进行了模式识别和智能模拟的研究,以及计算机科学理论的研究等。第四代计算机的另一个重要分支是以 LSI 为基础而发展起来的微处理机和微型计算机(简称微型机)。

1.1.2 微处理器与微型机的发展

微处理器和微型机自 70 年代初崛起以来,发展极为迅猛,在短短 20 年的时间里已经历了四代,应用的发展也极为迅速,已经渗透到各个技术领域,以及文化、教育,乃至家庭、日常生活的各个领域,对整个社会将起着越来越大的影响。

微处理器(Microprocessor)是由一片或几片大规模集成电路组成的中央处理部件(CPU),即通常计算机上的运算器和控制器,其中还包括时钟脉冲发生器和系统控制器。

微型机(Microcomputer)是指以微处理机为基础,配以随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)和一些与外界通信用的输入/输出接口电路,以及其它相应的配套电路而构成的裸机系统。现在已能把上述各种类型片子制成在一个芯片上,即所谓单片微型计算机。

微型机的发展趋势主要包扩以下两个方面:

(1)提高性能。微处理机片子的集成度越来越高,几乎每两年翻一番,且性能提高一个数量级。拿 Intel 公司的产品来说,1971 年的 4004,集成度为 2500 个/片,1976 年的 8085,集成度为 9000 个/片,1978 年的 8086,集成度为 29000 个/片,1985 年的 80386,集成度为 260000 个/片。现在 16 位、32 位的微处理机已经大量出现。半导体存储器的集成度也越来越高,64KB 的商品已出售,256KB 的产品也已经出现。软磁盘的存储密度日益提高,Winchester 硬磁盘(温

盘)的研制成功,为微型机系统提供了一种价格低廉而存储容量很大的外存储设备,大大扩大了微型机系统的功能。各种微型机的操作系统,如CP/M、MP/M、CP/M86、MS-DOS、Unix、P系统等等。在各种操作系统支持下的大量高级语言,像雨后春笋般涌现,大大丰富了微型机的系统软件。为各种微型机配制硬件配件、选件,以及编制应用软件,出售软件包的公司也大量涌现,成为一种新的行业。现在,没有应用软件支持的微型机已成为裸机,大大影响销售量。总之,微型机系统的性能已经赶上甚至超过70年代小型机的水平。

(2)降低价格。微型机发展的另一个重要趋势是降低价格。一方面片子的价格降低,另一方面制成了各种价格低廉的微型机。价格低廉,是微型机真正能在各行各业应用、能深入到办公室自动化、乃至家庭,形成个人计算机(Personal Computer)的重要条件。目前,各种微处理机片子的年产量为数亿片,各种微型机的年产量和销售量为数千万台。微型机的普及应用方兴未艾,正以越来越高的势头发展。微型机的广泛应用,已经引起了各种科学技术领域的深刻变革,甚至引起了生活领域的变革。IBM公司生产的个人计算机简称IBM PC,是1981年下半年推出来的,由于它的性能价格比较好,也由于IBM公司在计算机行业中的地位,赢得了用户的信任;也由于有上千家公司围绕IBM PC做硬件的配件、选件、扩充件,配制各种系统软件和语言,出售各种软件包;也由于IBM公司计划在微型机方面形成系列,考虑软件的兼容、标准化与系列化,以及在大型机软件上的兼容性等等。因而IBM PC发展十分迅速,在1983年大约销售了40万台,1984年生产了约400万台。现在美国IBM PC(包括PC/XT)装机台数已超过1000万台。

微型机是LSI技术与日益强化的小型计算机相结合的产物,它是在小型机基础上发展起来的,并且采用了小型机和大型机的先进技术,具有体积小、价格低、可靠性高等优点,还具有低功耗、灵活、系列化以及研制周期短,投入运行简便等特点。因此,微型机具有巨大的生命力和广阔的发展前景。

1.1.3 新一代计算机

前面所说的四代计算机,其体系结构都是相同的,都是由控制器、存储器、运算器、输入输出设备四部分组成的冯·诺伊曼体系结构。冯·诺伊曼计算机有两个重要特点:一是存储程序方式;一是顺序控制。只限于顺序控制,即使有多么高速的CPU(Central Processing Unit)和多么大容量的存储器,两者在交换指令或数据时,从根本上来讲,仍是采用顺序的方式。这种通信速度会抑制整体的性能,而且要大幅度提高通信速度是很难实现的。因此,通信速度被称为冯·诺伊曼的瓶颈问题。为克服这些问题:导致了各种各样非冯·诺伊曼型计算机的构想。

为适应90年代社会环境和未来计算机的发展趋势,人们推出了以新的,并行的非冯·诺伊曼体系结构计算机结构。该系统由知识库机、推理机、智能接口等硬件和PROLOG语言等软件组成,它展示的是—种具有人工智能的新一代计算机。

新一代计算机中,知识库具有大容量的知识存储机构和高速检查机构。其中,除能存储有关领域的知识外,还能存储智能接口要用到的有关语言、图象知识。推理机能根据存储的知识进行联想、学习和推理。智能接口的功能类似于目前计算机的输入输出设备,它能够处理文字、声音、图象等多种的输入输出媒介,它由能区分、合成这些媒介的系统组成,能提供人们用更自然的方法与计算机进行信息交换。

新一代计算机将采用PROLOG(PRogramming in LOGic)语言。现在,PROLOG语言已被广泛应用于关系数据库、抽象问题求解、机器定理证明与公式推导、自然语言理解、专家系统

及人工智能的许多领域。

目前,新一代计算机的研究已成为引人注目和各国激烈竞争的热门课程。它的第一个目标是开拓以知识处理系统或人工智能应用系统等语言来表示新的应用领域;第二个目标是在计算机与用户之间提供方便用户的接口,如自然语言、图象识别、文字输入等。新一代计算机采用VLSI技术,及并行处理、数据流技术研究高速逻辑推理机,利用知识库系统相应领域的专门知识,使计算机能象专家一样运用这些知识解决有关问题。可以断言,新一代计算机的研究,必将有力地加强人类的智力活动,大大促进FA(Factory Automation)、OA(Office Automation)及HA(Home Automation),实现信息化社会,从而引起整个社会的变革。

1.1.4 计算机科学技术发展趋势

计算机科学技术正向着信息科学方向发展,以微电子技术为催化剂的新一代信息技术不断高速发展。计算机结构的主导技术,70年代从电子线路设计技术转变为逻辑设计技术,80年代已转移到面向软件的设计技术,90年代正向着面向系统/软件设计技术方向发展,即从冯·诺伊曼结构向非冯·诺伊曼结构方向发展。

计算机的开发生产在今后将更加国际化,任何一个国家都不可能全面垄断技术,一个复杂的计算机系统也不可能在一个国家内独立配套。计算机产品的生产周期越来越短。计算机工业和信息处理服务业不但是不断推出新产品新技术的技术革新型产业,而且是设备不断更新的生产革新型产业。

计算机发展重点从硬件为主转向软件为主。软件的开发向工程化、工厂化、标准化、工具化、自动化、商品化、套装化和易用化的方向发展。计算机的硬件基础从超大规模集成电路向大规模集成电路和高速集成电路方向发展。近期向光电子集成电路、超导器件和生物微电子电路方向发展。计算机硬件结构向超高速和并行处理方向发展。

计算机共享信息资源向网络化方向发展。计算机正从以大型机产品为主流向以微型机产品为主流方向发展。计算机产业将从计算机制造业为主向信息处理服务业为主,从产品生产为主转向以知识生产为主,逐步使之具有知识产业的特点。计算机的应用正从科学运算、信息处理、实时控制等常规应用向计算机辅助知识劳动、专家系统、人工智能等非常规方向发展。计算机的应用范围将逐步扩展到整个社会的各个方面:农业自动化、工业自动化、办公室自动化和家庭自动化等。

本世纪末计算机发展的总趋势是从信息处理向知识表示、知识处理方向发展。新一代计算机已引起广泛的重视并正在积极开发之中。

伴随着计算机科学技术的迅速发展,近年来计算机犯罪和计算机病毒的蔓延,已构成对国际社会的严重威胁,信息系统的安全已成为发达国家和发展中国家急待解决的重大课题,人们有理由认为,未来的战争就是计算机战争。

1.1.5 中国计算机事业的发展 and 现状

我国计算机事业是从1956年制定的《十二年科学技术发展规划》后开始起步的。1958年仿制成功了电子管通用计算机103和104机。

60年代中期,我国已全面进入到第二代电子计算机时代。当时研究和生产的计算机有441B,X-2,121,109机等,以后还生产过108Z,320等计算机。

我国的集成电路在1964年已研制出来,但真正研制集成电路的第三代计算机是70年代

初期。整个70年代我国先后生产或研制成的第三代计算机有655, 150, 013, 151, 260等。这些属于中型计算机。研制和生产的小型计算机有100系列, 180系列, 其中130在全国生产量最大。

近年来, 我国的计算机科学技术事业进入了迅猛发展的新阶段。在第四代计算机的研制方面取得了可喜的成绩。目前, 已建立了计算机的科研、生产与服务体系, 在计算机教育、普及与应用方面有了良好的开端。微处理机与微型计算机的研究与应用正在全国蓬勃兴起, 16位微处理机已研制成功, 中、大型计算机与巨型计算机的研制取得了令人鼓舞的成就。每秒亿次的巨型计算机已研制成功并投入实际应用。与国际上主流计算机机型完全兼容的8086计算机系统已投入生产。所有这些都标志着我国计算机技术水平的提高, 巨型计算机技术、兼容技术已达到新的高度。

1.2 计算机的类型与特点

1.2.1 计算机的类型

现有的电子计算机, 从原理上可以分为两大类: 电子模拟计算机和电子数字计算机。这种分类方法是根据计算机进行运算中表示数的方法而决定的。

模拟方法, 即数学上的相似(类比)方法。它是用连续变化的物理量, 如电流、电压、旋转角度、长度等物理量来表示被运算的数值。计算尺是根据尺面上有限长度所划分的刻度表示数值和计算结果的, 这个数值就是一个模拟量。数字方法, 是用离散(非连续)物理量, 如算盘的算珠个数或电脉冲个数和编码来表示被运算的数值。经常接触到的测量仪器有模拟式和数字式两种。

模拟式电压表是利用指针转动角度来描述电压的大小, 其数值是通过刻度读出的, 这个读出的数不是非常确切的一个值, 而是由连续量中取出一个近似值, 这个值当然叫模拟量。数字电压表直接用数字来表示被测量到的电压数值, 这个数值称为数字量。数字表示时, 数值是确切的, 标出多少就是多少。

电子模拟计算机, 它是利用电子线路中的电压变化来模拟各种连续量的运算。由此可知, 模拟计算机的输入是连续变化的电压模拟量, 而输出仍是连续变化的电压模拟量, 但输入输出之值是按函数关系得到的。这类计算机结构简单, 运算方便, 但通用性差, 只能作某方面的数学计算, 而且由于计算的精度较低, 使它的应用范围受到很大限制。电子数字计算机, 它是利用电脉冲进行编码, 机器对编码进行运算和处理。这种运算是按算术法则和逻辑法则进行的。也就是说, 任何要进行计算的数学方程式, 都必须先化成算术四则运算的算法, 计算机才能运算。电子数字计算机运算速度快, 精度高且通用性强。

除上述两类计算机外, 目前还有一类是将数字技术和模拟技术相结合的计算机, 称为混合式计算机。

概括而言, 若以使用目的来划分, 有通用计算机和专用计算机之分; 若以用途划分, 大致可分为科学工程计算机、数据处理计算机、工业控制计算机和知识处理计算机; 若以型体和功能上划分, 有巨型机、大型机、中型机、超级小型机、小型机、微型机和微处理器之分。它们组成了一个庞大的计算机家族。这些计算机在规模、性能、结构、应用等方面都存在有很大差异, 但它们都有一些共同的特点。

当今,创造了神话般奇迹的正是电子数字计算机。通常人们所说的“电子计算机”,或“计算机”,或“电脑”,都是指电子数字计算机而言的。由于电子数字计算机具有很多独特的优点,因而它的应用范围和发展速度远远超过另外两类计算机。本书仅介绍电子数字计算机(简称计算机)的有关知识。

1.2.2 计算机的特点

计算机的特点主要包括以下几个方面:

(1)运算速度快。这是计算机最显著的特点。当代的计算机已能达到每秒进行几百亿次运算的速度。伟大的数学家契依列化了15年时间,计算到 π 的第707位,而用现在中型计算机8小时就可计算到 π 的第10万位。

(2)精确度高。一般计算尺只有二、三位有效数字,而微型计算机就可达到十几位有效字(从理论上说可以更高,但这会使机器太复杂或降低运算速度)。这是其它任何计算工具所望尘莫及的。

(3)有“记忆”能力。它能把数据、程序存入进行处理、计算并把结果保存起来。这是计算机区别于其它计算工具的较本质的特点。微型机的内存容量已经可以达到1~8MB,加上磁盘、磁带等外部存储容量,其存储容量可以扩充到几千个MB,甚至更大。

(4)有逻辑判断能力。它可以进行各种逻辑判断,如对两个信息进行比较,根据比较的结果,自动确定下一步该做什么。

(5)计算机内部操作运算都是按照事先编制的程序自动进行的而不要人来进行干预,这正是计算机与计算器之间本质上的区别所在。

(6)高可靠性。它是指安全、可靠与不出故障。计算机连续无故障运行时间可达几万、几百万小时以上,就是说,几个月,甚至几年连续工作,而不出错误。

1.3 计算机的应用

计算机的诞生,是人类科学技术发展史上的重大事件,它对人类历史的发展具有深远的影响,在计算机发展的40多年时间里,它极大地增强了人类认识世界、改造世界的的能力,深入并影响到社会和生活的各个领域。当今计算机科学已成为新技术的带头学科和先导技术,促进当今世界从社会工业化向社会的信息化方向发展。

计算机具有速度快、精度高、既能储存程序又有逻辑判断能力等特点,应用范围非常广泛,已渗透到人类社会的各个方面,而且还在不断扩大。

按照所使用的主要特点,计算机的应用大致可分为数字信息加工、过程控制和人工智能三个方面。

数字信息加工是计算机出现的原动力,它主要利用计算机的速度快,容量大和精度高的特点对数字信息加工。数字信息加工是将各种以数字形式出现的信息,包括文字、图形等等经过计算机的处理或运算,再以数字的形式把结果送出。通常,又可细分为两类:一类称为数值计算;一类称为数据处理。一般来说,前者运算过程比较复杂,大量的科学计算就是如此;后者输入输出的数据很多,运算往往比较简单,企业管理和财务统计工作属于这一类。随着计算机科学技术的发展,这两大类应用又向系统化发展,出现了各种专门化计算机系统技术,如计算机辅助设计技术,计算机辅助教学技术等。

利用计算机预先储存程序的特点,把要控制的过程编成程序,通过专门的模/数(A/D)转换器,把连续变化的环境信息变成离散的数字量,经过计算机处理,然后,计算机输出适当的控制信号,控制开关的通断或阀门的开闭,也可以用专门的数/模(D/A)转换器输出特定信号以控制某些设备或参数的变化。这就是过程控制的特点。

应用计算机的逻辑判断能力是人们特别感兴趣的,早在计算机出现的初期,人们就开始研究如何应用计算机的这一特点了。计算机下棋是最早提出的,以后又在计算机翻译上取得进展,更进一步是,用计算机证明定理、研究对策,预测动向。在这些方面,应用计算机都取得了很大的成功。逻辑判断能力的进一步发展称为人工智能,人工智能是计算机科学中一门新兴的重要科学,目前世界上投入这方面研究的人很多,前途不可估量。

1.3.1 数值计算(科学计算)

数值计算是指计算机用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题的计算,所以称科学计算。计算机作为一种计算工具,顾名思义,用于数值计算是它的最基本的应用。在科学研究、生产建设中,经常要遇到各种各样的数学问题,有的要进行四则运算,有的要求解微分方程或积分计算等等。这些类型的数学问题,往往计算量大,难度较高,用一般计算工具难于完成。自然科学和技术科学的理论往往表现为数学的形式,如电磁场理论的麦克斯韦尔方程,固体力学和自动控制理论的数学方程的求解,都是极其复杂的。有了计算机以后,许多复杂的计算问题变得迎刃而解了,例如气象日预报,由于要求解描述大气运动规律的微分方程,以得到天气变化的数据,但由于计算工作量大,用人工计算要花几个星期,这样费时的计算结果对预报已无任何价值。而用计算机计算,几分钟内就能得出结果。

随着计算技术的发展,计算机和许多基础科学相结合,出现了一系列新兴的边缘科学,如计算数学、计算物理学、计算天文学、计算地质学、计算生物学、计算力学等等。可以预测,将来还会出现一些新的学科领域。

1.3.2 数据处理(信息处理)

一般来说,科学计算数据不多,计算过程比较复杂;而数据处理一般数据量很大,计算过程比较简单,它包括对数据的记录、整理、加工、合并和分类统计等工作。30年前,这类工作还很少,且不使用计算机。现在,信息和数据的处理在计算机的使用中占有很大的比重,而且越来越大。一些先进国家中的大企业、政府部门、机关学校都使用大型信息和数据处理系统进行高效的管理。

目前,信息处理已成为计算机应用的一个最主要的部分。信息处理所涉及的范围和内容十分广泛,如数据处理、企业经济管理、事务管理、图书、资料处理和检索等等。

1.3.3 计算机辅助设计和辅助教学

计算机辅助设计,简称CAD(Computer Aided Design)。它是利用计算机的计算、逻辑判断、处理等功能和人的经验与判断能力相结合,形成一个专业系统,用来帮助各种产品或者各项工程的设计工作,使设计过程趋向半自动化或自动化。它不仅可以缩短设计周期,节省人力、物力、降低成本,而且可以保证产品质量。CAD技术是近十几年来形成的,它是计算机的一项重要应用。目前已采用计算机CAD技术来辅助设计大规模集成电路、飞机、船舶、建筑及大型自动化系统等。

计算机辅助教学,简称CAI(Computer Assisted Instruction)。它开始于60年代。作为一种自动化教学机器,用来辅助完成教学计划,或模拟某个实验过程。计算机可按不同要求,分别提供所需的教材内容,可以同时对一批学生进行不同内容的个别教学,且互不影响,并有自我测验、自动评分等功能。利用计算机辅助教学可提高学生的学习兴趣和积极性,模拟操作一些难于在实际中进行的实验过程,深入认识这些事物变化的特点,对提高教学质量有很大作用。

1.3.4 过程控制(实时控制)

实时控制就是能够及时地搜集检测数据,按最佳值控制对象,并进行自动控制或自动调节的一种控制方式,是实现工业生产过程化的重要手段。计算机用于生产过程控制中除了起“实时”和“控制”作用外,还能及时发现故障,进行报警,并能自动查找故障原因和部位。例如,实时控制高炉炼铁过程,以称量控制为中心,计算机用于掌握投料、出铁、出渣及对原料和生铁成分的管理和控制,通过对数据资料的采集和处理,进行对各种有关操作的指导。这样,不仅可以降低燃料消耗,而且大大提高了产品质量和产量,从而收到显著的经济效益。

有一些控制问题,是人无法去亲自操作的。例如,宇宙飞行,火星探测等。还有一些控制是要求精度极高,例如洲际导弹的发射等。

近年来,由于微电子技术的进步,微处理器的出现,进一步扩大了计算机在过程控制方面的应用。

1.3.5 人工智能

人工智能也叫智能模拟,它的含义是研究计算机模拟人的智能问题。从60年代初提出人工智能以来,受到各先进的工业国家的高度重视。

人工智能活动是一种高度复杂的脑功能,如联想记忆、模式识别、学习模仿、归纳演绎,数值计算、决策对策、文艺创作、创造发明等,都是一些复杂的生理和心理活动过程。研究表明,在智能活动中存在五个基本要素,人的种种智能表现,都是这些基本要素的综合效应。这五个要素是:受感、记忆、归纳、演绎、效应。受感相当感觉传感器,如视、听、触、嗅、味等。用计算机通用的语言来说,即输入设备。效应即相当于输出设备。记忆相当于存储器。归纳和演绎相当于计算机中处理器的作用。当然,人的智能是极其复杂的数学模式,想在短期攻下这个大关是不可能的,必须作出长期的努力。要给计算机以更多的功能,以便协助人们完成一些特定任务,使计算机可以更广泛地在各个方面应用,最后才有可能在人工智能方面获得突破。

智能模拟是一门涉及计算机科学、哲学、控制论、信息论、仿生学、语言学、神经生理学和心理学等学科的边缘科学,是一门探索模拟人的感觉和思维规律的科学。

现在,研究人工智能有以下几方面应用:利用认图功能,可以根据图纸自动控制加工;根据气象图进行气象预报;根据X射线照片,心电图进行自动诊断等。利用物体识别功能,可以自动制图、自动加工控制程序,建立自动交通管理系统,改进雷达系统等。利用声音识别功能,可以建立自动语言翻译系统,声音输入输出系统,声控打字机,声音终端等。

国外人工智能的研究以自然语言的理解、语言识别、文字、图形及景物识别,以及学习功能等为重点。目前,95%~99%的力量集中在建立特殊程序语言系统方面,因为没有这种程序系统,计算机就不会“智能”。目前,已经有了机器人和智能手,它比起一般机器高明,可以对周围环境作出简单的判断、有适应环境的功能,可以自动确定自己行动的方向。在语言识别方面,也已有某些进展。机器进行文章翻译工作的正确率在不断提高。总的看来,目前对人工智能的研