

—— 电子计算机应用系列教材 ——

实用BASIC语言程序设计

王展纶 吴 亮 赵险峰 陈莘萌 林茂荃 编著



科学出版社

2
1

电子计算机应用系列教材

实用 BASIC 语言程序设计

王展纶 吴 亮 林茂荃 编著
赵险峰 陈莘萌

科 学 出 版 社

1 9 9 2

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是电子计算机应用系列教材之一。书中详细介绍了 IMC PC 微机上使用的 BASIC 语言的各种功能。全书共有十三章及四个附录,内容包括: BASIC 语言的一般介绍;函数和子程序的应用;字符串和文件的使用方法;声音和图形处理的基本方法;汇编子程序的调用;8087 协处理器的调用; BASIC 程序的编辑、运行和调试方法。本书的特点是:内容丰富,深入浅出,书中主要各章节除讲述基本内容外都附有程序实例,并配有软盘。为便于读者掌握书中内容,每章后还附有习题。

本书可作为非计算机专业的科技人员和大、中学校学生的培训教材,也可作为从事计算机应用工作的有关人员的参考书。

电子计算机应用系列教材 实用 BASIC 语言程序设计

王展纶 吴 亮 林茂荃 编著
赵险峰 陈莘萌

责任编辑 鞠丽娜

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100707

北京市华星计算机公司激光照排

天津市静一胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1992 年 8 月第一次印刷 印张:17 1/4

印数:1—6 500 字数:394 000

ISBN 7-03-001344-1/TP·82

定价:12.50 元

“电子计算机应用系列教材”主持、组织编著单位

主持编著单位:

国务院电子信息系统推广应用办公室

组织编著单位:

广东、广西、上海、山东、山西、天津、云南、内蒙、

四川、辽宁、北京、江苏、甘肃、宁夏、江西、安徽、

河北、河南、贵州、浙江、湖北、湖南、黑龙江、福建、

新疆、广州、大连、宁波、西安、沈阳、武汉、青岛、

重庆、哈尔滨、南京等 35 省、市、自治区、计划单列市

电子振兴

计算机领导小组办公室

科技工作

“电子计算机应用系列教材”联合编审委员会名单

(以姓氏笔划为序)

主 编 审 委 员:

王长胤* 苏世生 何守才 陈有祺 陈莘萌* 邹海明* 郑天健

殷志鹤 童 颀 赖翔飞 (注“*”者为常务主编)

常务编审委员:

于占涛 王一良 冯锡祺 刘大昕 朱维华 陈火旺 陈洪陶 余 俊

李 祥 苏锦祥 佟震亚 张广华 张少润 张吉生 张志浩 张建荣

钟伯刚 胡秉光 高树森 徐洁盘 曹大铸 谢玉光 谢育先 韩兆轩

韩培尧 董继润 程慧霞

编审委员:

王升亮 王伦津 王树人 王振宇 王继青 王翰虎 毛培法 叶以丰

冯鉴生 刘开瑛 刘尚威 刘国靖 刘晓融 刘德镇 孙令举 孙其梅

孙耕田 朱泳岭 许震宇 何文兴 陈凤枝 陈兴业 陈启泉 陈时锦

邱玉辉 吴宇尧 吴意生 李克洪 李迪义 李忠民 迟忠先 沈林兴

肖金声 苏松基 杨润生 吕福德 张志弘 张银明 张 勤 张福源

张翼鹏 郑玉林 郑 重 郑桂林 孟昭光 林俊伯 林钧海 周俊林

赵振玉 赵惠溥 姚卿达 段银田 钟维明 袁玉馨 唐肖光 唐楷全

徐国平 徐拾义 康继昌 高登芳 黄友谦 黄 侃 程锦松 楼朝城

潘正运 潘庆荣

秘 书 组:

秘 书 长:胡茂生

副秘书长:何兴能 林茂荃 易 勤 黄雄才

序

当代新技术革命的蓬勃发展,带来社会生产力新的飞跃,引起整个社会的巨大变革.电子计算机技术是新技术革命中最活跃的核心技术,在工农业生产、流通领域、国防建设和科学研究方面得到越来越广泛的应用.

党的十一届三中全会以来,我国计算机应用事业的发展是相当迅速的.到目前为止,全国装机量已突破三十万台,十六位以下微型计算机开始形成产业和市场规模,全国从事计算机科研、开发、生产、应用、经营、服务和教学的科技人员已达十多万人,与1980年相比,增长了近八倍.他们在工业、农业、商业、城建、金融、科技、文教、卫生、公安等广阔的领域中积极开发应用计算机技术,取得了优异的成绩,创造了显著的经济效益和社会效益,为开拓计算机应用的新局面作出了重要贡献.实践证明,人才是计算机开发应用的中心环节.我们必须把计算机应用人才的开发与培养放在计算机应用事业的首位,要坚持不懈地抓住人才培养这个关键.

从目前来看,我国计算机应用人才队伍虽然有了很大的发展,但是这支队伍的数量和质量还远不适应计算机应用事业发展的客观需要,复合型人才的培养与教育还没有走上规范化、制度化轨道,教材建设仍显薄弱,培训质量不高.因此,在国务院电子信息系统推广应用办公室领导、支持下,全国三十五个省、市、自治区、计划单列市计算机应用主管部门共同组织118所大学和科研单位的400多位专家、教授编写了全国第一部《电子计算机应用人才培养大纲》以及与之配套使用的电子计算机应用系列教材,在人才培训和开发方面做了一件很有意义的工作,对实现培训工作规范化、制度化将起到很好的推动作用.

《电子计算机应用人才培养大纲》和电子计算机应用系列教材贯穿了从应用出发、为应用服务,大力培养高质量、多层次、复合型应用人才这样一条主线.大纲总结了近几年各地计算机技术培训正反两方面的经验,提出了计算机应用人才的层次结构、不同层次人才的素质要求和培养途径,制定了一套必须遵循的层次化培训办学规范,编制了适应办学规范的“课程教学大纲”.这部大纲为各地方、各部门、各单位制定人才培养规划和工作计划提供了原则依据,为科技人员、管理人员以及其他人员学习计算机技术指出了努力方向和步骤,为社会提供了考核计算机应用人才的客观尺度.“电子计算机应用系列教材”是培训大纲在教学内容上的展开与体现,是我国目前规模最大的一套计算机应用教材.教材的体系为树型结构,模块化与系统性、连贯性、完整性相兼容,教学内容注重实用性、工程性、科学性,并具有简明清晰、通俗易懂、方便教学、易于自学等特点,是一套很好的系列教材.

这部大纲和系列教材的诞生是各方面团结合作、群策群力的结果,它的公开出版和发行,对计算机应用人才的培训工作将起到积极的推动作用.希望全国各地区、各部门、各单位广泛运用这套系列教材,发挥它应有的作用,并在实践中检验、修改、补充和完善它.

通过培训教材的建设,把培训工作与贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育

通过培训教材的建设,把培训工作与贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育和科技人员继续工程教育等制度相结合,逐步把计算机应用人才的培训工作引向规范化、制度化轨道,为培养和造就大批高素质、多层次、复合型计算机应用人才而努力奋斗,更好地推动计算机应用事业向深度和广度发展.

李祥林

1988年10月17日

前 言

BASIC 语言是广泛用于微机上的高级程序设计语言。目前已出版了多种介绍 BASIC 语言的书籍,但大多数版本所介绍的 BASIC 语言的程序设计方法都较陈旧,其功能也较为简单。为了满足大量从事微机开发应用人员的需要,我们在多年教学实践经验的基础上编写了这本教材。

本教材的编写同目前已出版的 BASIC 语言的教材相比,具有以下明显的优点:

(1)以 IBM PC(0520)先进的微机为背景,较详细地介绍了高级 BASIC 语言的功能,特别是增加了文件、图形和声音处理方面的内容,使得 BASIC 语言在各个领域得到更广泛的应用。

(2)从结构程序设计的观点出发,介绍了程序设计的方法和技巧。

(3)结合国内微机应用的特点,介绍了中文字符的处理。

本书内容安排如下:第一章至第五章介绍了计算机的基本原理和 BASIC 语言的基本语句;第六章介绍了函数和子程序的应用;第七章和第八章介绍字符串和文件的使用方法;第九章至第十一章介绍了声音和图形处理的基本方法,汇编子程序的调用以及 8087 协处理器的使用;第十二章介绍了程序设计的方法,并对 PC BASIC 的版本、启动、编辑修改、运行和调试进行了详细说明。本教材还提供了存放所有例题程序的软盘,以供练习和教学参考。

使用本教材时应注意加强基本技能的训练,培养解决实际问题的能力。如果不讲授第二、第十一章,本课程的参考学时数为 72 学时,其中授课 54 学时,上机实习 18 学时。

本教材由中国工商银行武汉市分行王展纶担任主编,南开大学计算机与系统科学系副系主任陈有祺副教授担任主审。

本教材由王展纶、吴亮、林茂荃、赵险峰、陈莘萌共同编写,并由王展纶、吴亮统编全稿。在编写过程中,一些同志为本书提出过许多宝贵意见和建议,在此表示诚挚的感谢。由于 BASIC 语言本身还在不断发展,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

作 者

1989 年 1 月

目 录

第一章 计算机的一般知识	1
1.1 计算机的发展过程.....	1
1.2 计算机的应用.....	3
1.3 计算机系统.....	5
1.4 二进制数.....	7
1.5 计算机语言.....	12
习题.....	14
第二章 BASIC 语言的基础知识	15
2.1 基本组成.....	15
2.2 数据类型和常数.....	18
2.3 变量.....	19
2.4 算术函数.....	21
2.5 数值运算符和数值表达式.....	22
2.6 数值精度.....	25
习题.....	28
第三章 赋值语句和基本输入输出语句	29
3.1 LET 语句.....	29
3.2 INPUT 语句.....	31
3.3 READ 语句和 DATA 语句.....	33
3.4 RESTORE 语句.....	35
3.5 PRINT 语句和 LPRINT 语句.....	37
3.6 PRINT USING 语句.....	39
习题.....	43
第四章 基本结构的控制语句	45
4.1 GOTO 语句.....	45
4.2 IF 语句.....	46
4.3 ON GOTO 语句.....	50
4.4 FOR-NEXT 语句.....	51
4.5 WHILE-WEND 语句.....	56
4.6 多重循环.....	57
4.7 程序实例.....	60
习题.....	69
第五章 数组	71
5.1 基本概念.....	71
5.2 数组说明语句.....	73
5.3 程序实例.....	75
习题.....	85

第六章 函数及子程序	87
6.1 格式打印函数	87
6.2 随机函数	89
6.3 自定义函数	93
6.4 子程序	94
6.5 程序实例	98
6.6 递归	102
习题	107
第七章 字符处理	109
7.1 字符型函数	109
7.2 字符运算符和字符表达式	114
7.3 汉字在 BASIC 中的使用	116
7.4 应用举例	121
习题	128
第八章 文件	130
8.1 源程序文件	130
8.2 数据文件	132
8.3 程序实例	142
习题	150
第九章 声音和图形功能	151
9.1 BEEP 语句和 SOUND 语句	151
9.2 PLAY 语句	153
9.3 微机图形显示简介	156
9.4 图形显示的语句	158
9.5 程序实例	167
习题	173
第十章 BASIC 和汇编程序的连接	174
10.1 汇编程序和 BASIC 语言的关系	174
10.2 BASIC 和汇编子程序的连接	175
10.3 程序实例	181
习题	185
第十一章 编译 BASIC 和 8087 协处理器的应用	186
11.1 BASIC 编译程序简介	186
11.2 8087 协处理器简介	191
11.3 BASIC 和 8087 子程序	193
11.4 程序实例	198
习题	204
第十二章 BASIC 程序的设计、编辑、运行和调试	205
12.1 程序及其设计步骤	205
12.2 结构程序设计	207
12.3 PC BASIC 的版本和启动	211
12.4 BASIC 程序的编辑	215

12.5 BASIC 程序的运行和调试	220
第十三章 True BASIC 语言	229
13.1 True BASIC 语言的基础知识	229
13.2 True BASIC 语言的基本控制结构	232
13.3 True BASIC 语言的函数、子程序和库	23
13.4 True BASIC 语言的文件	240
13.5 True BASIC 语言的图形功能	242
附录 A PC BASIC 的保留字	251
附录 B PC BASIC 的命令、函数和语句	252
附录 C PC BASIC 中的错误信息	260
参考文献	266

第一章 计算机的一般知识

电子计算机是 20 世纪最辉煌的科学技术成就之一,它对人类科学技术的进步产生了巨大的影响,现在已经渗透到各个领域,并成为现代文明的一个重要标志.目前,我国电子计算机正在逐步走向普及,越来越多的人渴求掌握电子计算机的有关知识.本书就是一本入门性的工具书.为了使初学者尽快地掌握本书的内容,首先介绍一些有关电子计算机的一般知识.

1.1 计算机的发展过程

1.1.1 什么叫计算机?

电子计算机(Electronic computer)是一种能自动高速准确地进行大量计算工作的电子设备,按其工作原理可以分为两大类:

1. 模拟计算机(Analog computer)

这是一种采用连续的物理量(如电压或电流等)来表示数字,并根据相似原理来求解各种问题的电子计算机.由于其中包含着模拟的概念,故取名为电子模拟计算机,简称模拟计算机.它的价格通常比数字计算机便宜,但没有数字计算机那样准确,因此常常用于解决专门的问题.

2. 数字计算机(Digital computer)

数字计算机是一种自动的、能存储程序的电子计算机.它用离散量的形式来表示数字,并能接受信息,按预先存储的程序对信息进行处理,然后提供处理的结果.目前人们通常使用的计算机或电脑都是指数字计算机(为了简便,本书也使用这一习惯称呼).计算机按其用途可分为通用机和专用机;按其性能和规模又可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机.

1.1.2 计算机的发展简史

计算机是由古代简单的计算工具演变而来的.早在春秋战国时期,为了适应当时生产迅速发展和科学技术进步的需要,我国的劳动人民就创造发明了算筹——这个用以筹算的工具.在唐宋时期,算筹又演变成为算盘.由于中国算盘技术先进,轻便灵巧,大约在 16 世纪就相继传入朝鲜、日本,以后又影响到欧洲,因此对各国计算工具的发展都起过一定的作用.

17 世纪以来的欧洲,资本主义迅速发展,机器大工业的产生为各门自然科学提供了

丰富的实践经验和新的研究课题。因此迫切需要新的计算方法和新的计算工具。当时有许多著名的数学家都曾致力于这项工作的研究。例如苏格兰人耐普尔(J. Neper)在1614年首次推出对数表,并在此基础上制造了一台能做乘法的机器;法国人帕斯卡(B. Pascal)花费了10年时间,终于在1642年研制成功第一台真正的能作加减法的机械计算机;德国人莱布尼兹(C. W. Leibniz)在研究了耐普尔的乘法器和帕斯卡的加法器之后,于1673年研制成功了一个能进行加减乘除四则运算,还能够开平方的机器。尤其是英国人巴贝奇(C. Babbage)在机械计算技术方面作出了最杰出的贡献。在1822年,他完成了差分机的研制工作,并于1833年构想了一种新的机器——分析机。令人惊讶的是这台分析机的基本原理同现代电子计算机几乎完全相同。由于当时的机械制造业根本无法制造出这样精巧的机器,虽然巴贝奇耗尽了毕生的精力,但是最终还是因没能实现自己的宏愿而含恨终生。此后,巴贝奇的工作几乎被人遗忘,百年后,科学家们不得不再历尽艰辛,重复走一遍巴贝奇所走过的道路。

20世纪中期,资本主义工业的高度发展引起了科学技术的巨大进步,尤其是军事上的迫切需要更是刺激着科学技术的发展。由于重型大炮、自动高射火炮、雷达以及火箭等的研制用原来的机械式计算机是难以实现的,从而使得美国陆军决定制造世界上第一台电子计算机“ENIAC”。“ENIAC”是Electronic Numerical Integrator and Calculator(电子数字求积与计算器)的缩写,其设计者是埃克特(J. P. Eckert)和莫克利(J. W. Mauchly)等人。ENIAC于1943年开始研制,1946年完成,全机使用了18 000个电子管,占地面积达170平方米,重达30多吨,耗电140千瓦,其计算速度是每秒钟5 000次加法(或500次乘法或50次除法)。存储程序计算机的思想是冯·诺依曼在设计和制造EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer,离散变量电子自动计算机)时首先提出来的,但实际完成的第一台存储程序计算机却是EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator,电子延迟存储自动计算机),它是由英国的威尔克斯(M. V. Wilkes)等人在剑桥大学数学实验室制成,1949年5月投入运行的。

自从第一台计算机问世以来,至今计算机的发展已经历了四代,各代计算机主要是按组成基本逻辑电路的元器件来划分的,现简述如下:

第一代计算机(1946—1956年)的主要特征是采用电子管组成基本逻辑电路,用磁鼓或延迟线作主存储器,结构上以中央处理机为中心。它使用机器语言或汇编语言编制程序,主要应用于科学计算。由于使用电子管元件使得它不但造价高、体积大、耗能多,而且故障率也高,平均稳定运行时间只能达到几小时,因此很快就被第二代计算机所代替。

第二代计算机(1956—1964年)的主要特征是采用晶体管作基本元件,磁芯存储器作为主存储器,结构上以存储器为中心,并且开始使用磁盘。软件上开始使用高级程序设计语言和管理程序,其运算速度已提高到每秒几十万次乃至上百万次,它的使用范围由科学计算扩展到数据处理、自动控制、企业管理等方面。这一代计算机不仅体积和功耗已大大减少,而且稳定性和可靠性也得到很大的提高。

第三代计算机(1964—1970年)采用了中小规模集成电路作基本电路,其体积进一步缩小,功耗进一步降低,计算速度已达到每秒几百万次甚至几千万次。除了各种终端设备迅速发展外,在结构上同第二代计算机没有什么差别。在这个时期,软件得到进一步发展,出现了操作系统和对话式语言,其应用已发展到各个领域。

第四代计算机的研制始于 70 年代初,至今还处于兴旺时期。由于采用大规模集成电路和超大规模集成电路作基本逻辑电路,因此,使这一代计算机比前几代有了更快的发展,其趋势是向两端发展,即出现了运算速度超过亿次的巨型计算机和极其灵活的微处理器以及以微处理器为核心组装的微型计算机。在这一代计算机的硬件结构中,磁芯存储器被半导体存储器所代替。软件系统的飞速发展更引人注目,例如,高级语言、操作系统、数据库及其它应用软件的研究和应用已越来越深入,并且日臻完善。

所谓第五代计算机目前尚处于设计或研究阶段,其特点是具有推理和判断的功能,有兴趣的读者可参阅这方面的有关资料。

1.1.3 我国计算机事业的发展和现状

我国的计算机事业是在 1956 年制定的“十二年科学技术发展规划”的基础上建立和发展起来的。第一代计算机经历的时间很短暂,以仿制苏联 M-3, B3CM-4 为主,1958 年我国制造出第一台电子管计算机,其运算速度为每秒 2 000 次。1960 年开始研制晶体管计算机,1964 年正式投产,从而进入第二代。在这个时期有代表性的产品是 DJS-6, 441B III, X-2 和 DJS-121 等,当时,计算机工业发展很快,并不比日本逊色。

由于众所周知的原因,我国的计算机艰难地进入了第三代。1973 年开始研制,经过科研部门,高等院校与工厂的协作努力,克服了重重困难,才使得小型机系列 DJS-100, DJS-180 和中大型机系列 DJS-200 在 70 年代后期先后进入了国内计算机市场。其中 DJS-130 机生产量最大,应用也最广。

我国于 1974 年开始研制第四代计算机,并于 1975 年试制出样机,直到 1977 年才正式确定开展 DJS-050 和 DJS-060 两个系列 8 个机种的研制。80 年代后,我国的计算机事业取得了长足的发展,目前已研制成功 8030 中型机, NCI2780 和银河超级小型机, 长城系列等微机,以及“银河”等巨型机。

1.2 计算机的应用

因为计算机具有运算速度快、精确度高、有记忆和逻辑判断能力,并能按预先存储好的程序进行自动工作等特点,所以它在工农业生产,国防建设和科学研究等领域得到越来越广泛的应用。下面我们从几个方面,简单介绍一下计算机的应用。

1. 数值计算

我们知道,数值计算关心的是有效数字。随着现代科学技术的发展,多学科间的相互渗透的新兴学科不断地产生,例如计算天文学、计算物理学、计算化学、计算经济学等,从而使一门科学从定性的描述到定量的分析和计算显得更加重要。这样一来,求解上百个未知数的联立方程组时,所要求的速度和精度则不是人工计算所能完成的。例如,在气象预报方面,天气的变化规律可以用气象方程来描述,其计算量非常大。如果希望从今天测到的气象数据,如温度、湿度、气压、风向、风力等,去计算明天的气象数据并由此而预测天气形势,就需要求解气象方程。如果单凭人工进行计算,则需要成年累月地计算才可完成,这时要预报的那一天早就过去了,根本谈不上什么“预报”了。而此时采用计算机进行计算则

只需要十几分钟就可以计算出结果来。正是由于使用了计算机,我国天气预报的准确性才越来越高。

又如,人工合成胰岛素的研究工作就是借助于计算机来完成的。这一工作的关键在于测定胰岛素的晶体结构,计算量相当大。我国的科研人员运用数学上的傅氏积分法,在计算机上进行了大量计算,求得了晶体电子密度,从而确定了原子分布的位置,并探索到晶体的结构模型,使得这项理论研究工作取得了重大进展。

2. 数据处理

数据处理的任务是利用计算机对各种类型的数据进行收集、加工、分析和处理。这些数据可以是数字的、文字的或图像的等等,数据处理的内容很多,工作量很大,尤其可在企业管理、办公事务处理自动化、图像处理、图书情报处理等方面得到广泛应用。

例如,现代科学技术的发展使得信息量日益增多,几乎每几年就要翻一番。人处理信息的速度极为有限,大约每秒钟只能阅读 10 个左右的字符,在浩瀚的知识海洋中,哪里去寻找我们需要的信息呢?如果用计算机进行自动检索,它就可以根据你的要求,很快地为你提供一份书目或资料的清单。又如,我国的石油地震测井资料数据处理已达到国外 80 年代初的水平,利用地震数据勘探法就可确定某一地区的石油分布情况,一次地震就要采集十几万个数据,如果应用计算机来处理这些数据,当天就能把数据整理出来,从而可使探明亿万吨石油储量所需的资金,由 1981 年的 7.9 亿元下降到 1984 年的 3.2 亿元。

3. 自动控制

由于人的动作准确性较差,进行判定的速度和操纵机器的动作均不够快,再加上人受体力、情绪、刺激等影响,连续稳定操作的时间不会太长,所以无法干预一些高速运动或要求高精度加工的过程,例如,现代超音速飞机、宇宙飞船、导弹的发射、精度很高的机器零部件的加工等,因此人们不得不求助于计算机来实现自动控制。

例如,美国“发现号”航天飞机用 5 台计算机进行控制,其发射控制系统的计算机按 3 号、2 号、1 号的顺序给三台主发动机点火。在“发现号”航天飞机作处女飞行,离点火还有 4 秒钟时,发射控制系统发现一台主发动机的一个关键的液氢阀出了故障,并在不到 1 秒钟的时间内迅速作出判断,及时关闭了另外已点火的两台主发动机,中止了发射,从而避免了一起可能造成机毁人亡的重大事故。

4. 人工智能

人工智能是在计算机科学的基础上发展起来的一门新的综合性极强的边缘科学,它涉及控制论、系统论、信息论、电子学、仿生学、生理学、哲学、语言学等几乎所有的重要学科,因此有人称之为下一世纪的带头科学。人工智能的目的在于对大脑进行模拟,使计算机具有推理、学习和联想三大功能。

人工智能的研究始于 1956 年,那年的夏季在美国新罕布尔州达特玛斯大学,举行了第一次人工智能会议。30 多年来,美国、日本、英国等国竞相研究,进展十分惊人。目前研究的主要内容有:博弈、图像识别、自然语言理解、自动程序设计、专家系统、知识库、智能机器人等,许多人工智能的应用软件已投入使用。

我国对人工智能的研究起步较晚,但发展迅速.就拿人工智能最富有前景的专家系统来说,目前我国差不多各行各业都在研制,特别是在医疗、气象、石油勘探等方面均已取得成果.这些专家系统除了依赖已确定的知识外,还将专家们在长期实践中积累起来的经验和练就的直觉等一些不确定的知识,用适当的形式存入计算机,利用类似专家的思维规则,对事例的原始数据进行逻辑的或可能性的推理、演绎,做出判断和决策.由此,保证了知识的继承性及其应用的广泛性.

除以上所述之外,目前国内计算机辅助设计(CAD),计算机网络等方面的应用也正在迅速开展,其前景非常广阔.

1.3 计算机系统

一个计算机系统由计算机的硬件和软件所组成,下面分别加以介绍.

1.3.1 计算机的硬件

硬件是计算机系统在实际装置中的总称,即通常所说的计算机的主机(裸机)及其外部设备,它们由计算机的设计者按照某种系统结构来组合.到目前为止,绝大多数计算机都是采用冯·诺依曼的结构思想,因此,有时又称它们为冯·诺依曼型计算机,其在结构上最主要的特点是内部存储程序和采用二进制运算.

计算机由以下五大部分组成(见图 1.1),即

(1) 运算器

运算器是完成算术和逻辑操作的部件,所以又称算术和逻辑运算单元(ALU).进行算术四则运算时,它相当于算盘.

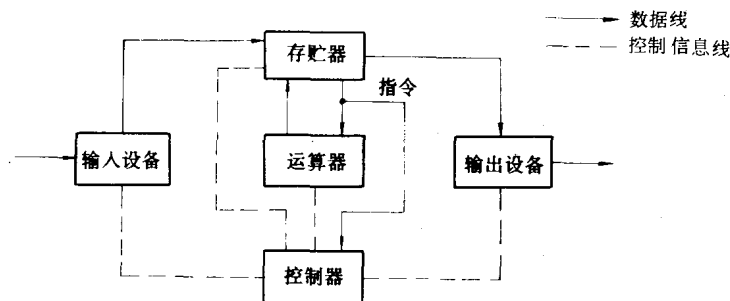


图 1.1 计算机的结构

(2) 控制器

控制器是统一指挥和控制计算机各部件的中央机构,它一方面向各个部件发出执行任务的指令,另一方面又接收执行部件向其发回的有关任务执行情况的返回信息,它相当于用算盘运算时人的大脑和手的作用.

以上两部分称为中央处理器(CPU).在微型计算机中,用微处理器(Microprocessor)作为它的中央处理器,例如 IBM PC(0520)的微处理器是 Intel 8088,它是一种准 16 位微处理

器。

(3) 存储器

存储器是一种能接收数据和保存数据,并且能根据命令提供这些数据的器件。目前计算机都采用半导体存储器,这是因为半导体存储器能够单片集成,与磁芯存储器相比具有高速度、低消耗、低成本、高可靠性等优点,但是,其致命的弱点是电的易失性。它相当于用算盘计算时的纸和笔。

(4) 输入设备

输入设备用来提供计算机所需要的数据和程序。目前常用的输入设备有手动键盘、卡片输入机,它们属于标准的输入设备。

(5) 输出设备

输出设备用于输出计算机的运算结果。标准的输出设备有电传打字机、字符或图形显示器、打印机等。

另外,采用常用的磁盘、磁带和磁鼓等外部设备,既可以进行输入,又可以进行输出,还可以用计算机能接收的形式存储信息。为了与计算机的主存储器(即通常所说的内存)相区别,将它们通称为外部存储器,简称外存。

1.3.2 计算机的软件

软件是相对于硬件而言的,它包括机器运行所需要的各种程序及其有关资料,没有配置任何软件的计算机是毫无用处的。

软件可分为系统软件和应用软件两大类:

(1) 系统软件:

- 操作系统
- 各种语言和它们的汇编或解释,编译程序
- 各种服务性程序
- 程序库

(2) 应用软件是为解决特定问题而编写的程序。为了完成某些专门工作,我们可以设计一组互相联系的例行程序和子程序,其通常被称为应用软件包。

1.3.3 计算机的简单工作过程

计算机的简单工作过程示意图如图 1.1 所示,下面我们以这个算式 $(93-58) \times 3=?$ 为例来加以说明。

(1) 由输入设备(如键盘)将事先编好的计算步骤(程序)和原始数据(即 93, 58 和 3)输入到存储器中存放起来,这是在控制器的干预下进行的。

(2) 运行该程序,在控制器的控制下,计算机按程序自动工作。首先从存储器中取出的是将 93 减去 58 的指令,于是将这两个数送到运算器,进行减法运算,得到中间结果 35,并送到存储器存放以备用。其次从存储器中取出的是将中间结果再乘以 3 的指令,于是将这两个数据送到运算器进行乘法运算,得到乘积 105。最后将 105 送回到存储器保存起来。

(3) 在控制器的指挥下,将最终计算结果 105 从存储器中取出并送到输出设备,如送

到打印机上将这一结果打印出来。

由以上可知,硬件和软件是计算机系统中两个不可分割的部分。硬件是计算机系统中的实际装置,没有硬件则软件将处于无所着落之境。软件一般指的是汇编程序、解释或编译程序、操作系统、调试程序、数据库管理系统以及各种应用软件包等,其作用是为了便于计算机系统的使用,提高计算机系统的效率以及用于扩展硬件的功能,没有配置任何软件的计算机将什么事也做不成。因此,功能强的硬件和功能完善的软件,才能组成一个良好的计算机系统。

1.4 二进制数

计算机的主要结构特点之一,就是采用二进制对数据进行编码和运算。那么读者一定会提出一系列问题:什么是二进制数?它是如何表示的?计算机为什么要采用二进制而不采用最常用的十进制?本节将回答这些问题。

1.4.1 二进制数

要知道什么是二进制数,就要了解什么是进位计数制。所谓进位计数制,就是按照进位来计数的一种方式,它简称为进位制。每一种进位都有一个固定的基数,即该进位制中可能用到的数字个数。每个数字的位置决定了它的值,数字所处的位置不同,其代表的值是不同的。如果我们用正整数 J 表示进位制基数,那么一个 J 进制数 S (为方便起见假设是正数),可以表示为

$$S = \sum_{i=n-1}^0 K_i \cdot J^i + \sum_{i=-1}^{-m} K_i \cdot J^i \quad (1.1)$$

其中 K_i 可以是 $0, 1, \dots, J-1$ 中的任何一个数字, n, m 均为正整数,它们分别表示该数的整数部分和小数部分的位数。

令式(1.1)中的 $J = 10$, 则有

$$S = \sum_{i=n-1}^0 K_i \cdot 10^i + \sum_{i=-1}^{-m} K_i \cdot 10^i \quad (1.2)$$

其中 K_i 可以是 $0, 1, \dots, 9$ 中的任何一个数字, S 就是我们熟悉的任一个十进制数。例如,

$$\begin{aligned} 1988.315 &= 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 \\ &\quad + 3 \cdot 10^{-1} + 1 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

该数自左到右,每一位数字对应的权分别为 $10^3, 10^2, 10^1, 10^0, 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$ 。

当式(1.1)中的 J 等于 2 时, S 就是所谓的二进制数,它的每个数位只可能取两个不同的数字“0”和“1”,而且是“逢二进一”的。二进制数按权展开的形式为

$$S = \sum_{i=n-1}^0 K_i \cdot 2^i + \sum_{i=-1}^{-m} K_i \cdot 2^i \quad (1.3)$$

其中 K_i 只能取 0 或 1,它由 S 决定,其余同式(1.1)中的说明一样。

为了熟悉二进制数的表示,本书采用下列记号来表示二进制数与十进制数的对应:

$$(N)_2 = (M)_{10}$$

其中右下角的数字表示进位制的基数,整个等式的意思是:二进制数 N 表示为十进制数