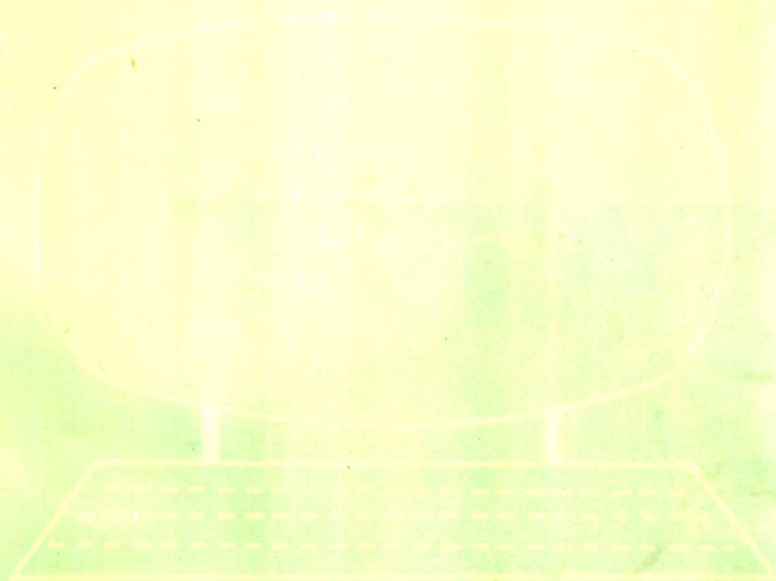


结构化程序设计教程

—True BASIC

姜遇姬 唐 全 顾玉珍等 编著



宇航出版社

结构化程序设计教程

——True BASIC

姜遇姬 唐 全 顾玉珍等 编著

宇航出版社

(京)新登字 181 号

内 容 提 要

True BASIC 语言是由 BASIC 语言的创始人推出的一种比较完善的、真正的

BASIC 语言系统,是不依赖机器硬件的典型的结构化程序设计语言,具有简单、小型、易学的特点和较强的计算、应用开发能力。

本书内容系统、全面,深入浅出,通俗易懂,实用性强。是一本学习和掌握 True BASIC 语言的较好的教材。

本书可作为高等院校计算机专业和非计算机专业的教材,也可供各部门计算机工作者、科研和工程技术人员学习和参考。

结构化程序设计教程

—True BASIC

遇姬·唐·全 顾玉珍等 编著

责任编辑:张国瑞



宇航出版社出版

(北京和平里滨河路1号)

邮政编码 100013



南京虹达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:390千字

1994年4月第1版 印数:1—3000

ISBN 7-80034-656-0/TP·041

定价:14.80元

前 言

BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) 表示初学者的通用符号指令代码, 是美国 Dartmouth 学院的 John G. Kemeny 和 Thomas E. Kurtz 教授在 1964 年至 1966 年期间开发的小型程序设计语言。它具有简单、易学、小型的特点和人机交互计算功能, 深受初学者的欢迎, 广泛地用作微型计算机和小型计算机机内的基础语言, 有些高级计算器也配置了 BASIC 语言。BASIC 语言由于编程、调试简单, 又能编出功能很强的程序, 化费较少的时间便可获得一个工作程序的快速响应能力, 给计算机应用开发以及非计算机专业程序设计教学提供了良好的条件。BASIC 语言已广泛地应用于科学计算、数据处理、自动控制、辅助设计与制造、绘图、仿真、游戏等多种领域, 是应用最广泛、最受欢迎的程序设计语言之一。

微电子技术和计算机硬件、软件技术的发展, 尤其是微处理器和微型计算机的问世, 一方面给 BASIC 语言的应用开辟了更广泛的前景, 但另一方面, BASIC 语言的一些缺陷亦随之暴露。例如, 多数 BASIC 语言采用解释执行方式, 对大量数据的数值计算或多次运行的程序效率低、适应性差; 由于运行态查错, 以及出错的致命性, 使用户实用时感到不十分方便; BASIC 是非结构化的程序设计语言, 很难用它编写出完整的结构化、模块化的程序, 对现代程序设计技术的适应性差; BASIC 语言的功能已不能满足科学技术发展的需要。因此, 计算机厂商为争夺市场, 发扬各自机器的优势, 纷纷改进和扩展 BASIC 语言的功能, 从而出现了众多的与机器硬件相关的 BASIC 语言版本, 人们称之为 BASIC 的“方言”。BASIC 的“方言”严重地破坏了它的通用性和程序移植性, 给 BASIC 语言的学习、应用带来了困难。

True BASIC 是一种真正的 BASIC 语言, 由原 BASIC 的创始人 J. G. Kemeny 和 T. E. Kurtz 于 1986 年推出。它是严格符合美国国家标准、不依赖机器硬件的典型结构化程序设计语言。它保留了原 BASIC 语言易懂、易学的基本特点, 排除了原来的一些缺陷, 吸取了 FORTRAN、PASCAL 语言的优点, 从而具备了过去大、中型计算机才具备的各种较强的计算功能, 具有足够的能力适应较大课题的开发。

True BASIC 具有下列特点:

(1) 不依赖于硬件, 可以在任何微机上运行, 编写的程序具有移植性; 与原 BASIC 语言有互通性, 对原 BASIC 用户无需了解语言系统中存在的差异,

也不必再学习 True BASIC 语言。

(2) 无 GOTO 语句的结构化程序设计语言系统,控制结构丰富、灵活,完全能够适应现代结构化、模块化程序设计技术的要求。

(3) 提供了解释执行和编译执行两种方式,兼顾了初学者交互学习、使用和应用、开发两者的需要。解释方式的跟踪能力强,便于程序纠错、调试;编译方式程序运行效率高。在 2.03 版本中,还提供了产生 DOS 系统可直接执行 EXE 文件的软件包。

(4) 提供了图形、音乐功能,图形语句与像素无关,并支持丰富的彩色、图形输入、子图几何变换和动画制作;提供了外部函数、子程序和子图结构,以及便于用户建立、使用的高效程序库;提供了两种格式文件和自由格式的字节流文件,满足对任意结构数据文件处理的要求;可充分利用大于 6K 内存,……。这一系列扩展、增强的功能,无论对初学者或是训练有素的程序员都有极大的吸引力。

(5) 配备了功能很强的屏幕编辑系统,用户可在全屏幕编辑的环境下,方便地编辑、修改原程序;提供了系统自助功能,在需要时,用户可获得系统的帮助。

为了满足大专院校非计算机专业基础教育和 True BASIC 程序设计的需要,我们编写了这本教程。采用通俗性、科学性和实用性结合的方法,以语言是算法实现工具的原则,通过大量例题,深入浅出地、系统地介绍了 True BASIC 语言和 True BASIC 语言程序设计方法和技术。此外,本教程还包括计算机基础知识、微机基本操作、上机使用实验指导和必要的附录。

本书由姜遇姬、唐全任主编,顾玉珍任副主编,参加编写的有朱敦名、林可裕,全书由胡汉才主审。第 1、2、9 章由唐全编写,第 3 章由林可裕编写,第 4、6 章由顾玉珍编写,第 5 章由朱敦名编写,第 7、8、10 章由姜遇姬编写。

由于编写者水平有限,错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者 1993. 8.

目 录

第 1 章 电子计算机基本知识	
1.1 计算机的发展	1
1.2 计算机的用途	2
1.3 计算机硬件基本组成	4
1.4 计算机语言与计算机软件	5
1.5 计算机中采用的计数制	7
1.6 用计算机解决实际问题的过程	12
习题	13
第 2 章 微型计算机基本操作	
2.1 微型计算机的发展	14
2.2 操作系统和 DOS 的组成与结构	16
2.3 磁盘与磁盘驱动器	18
2.4 文件系统概念	19
2.5 常用的 DOS 命令	22
习题	29
第 3 章 数据与数据操作	
3.1 常量与变量	30
3.2 数值运算与数值表达式	32
3.3 字符串表达式与字符串操作	36
3.4 变量的赋值与数据输出语句	37
3.5 True BASIC 源程序	40
3.6 键盘输入数据语句	43
3.7 DATA/READ 语句与数据表恢复语句	46
3.8 输出位置与数据格式控制	49
习题	57
第 4 章 判断选择结构与循环结构	
4.1 逻辑条件与逻辑表达式	59
4.2 判断选择结构	62
4.3 多分支判断选择结构	67
4.4 计数循环结构	71
4.5 条件循环结构	77
4.6 循环嵌套结构	86
习题	89
第 5 章 数组与数组运算	
5.1 数组的概念	92
5.2 数组输入输出	97

5.3	排序与检索	107
5.4	数组应用	111
	习题	113
第6章	函数与子程序	
6.1	标准函数	115
6.2	自定义函数	120
6.3	子程序	128
6.4	程序库文件	137
6.5	出错处理与出错函数	144
	习题	149
第7章	文件	
7.1	MS-DOS 文件	151
7.2	有关文件操作的系统命令	152
7.3	数据文件	153
7.4	正文文件	157
7.5	记录文件	163
7.6	字节文件	168
	习题	170
第8章	图形与声音	
8.1	图形环境与作图语句	171
8.2	函数曲线图与多窗屏幕设置	178
8.3	子图与子图变换	185
8.4	BOX 语句与动画	187
8.5	声音	191
	习题	195
第9章	结构化程序设计方法	
9.1	程序与程序设计	196
9.2	开发程序系统的全过程	200
9.3	程序系统中错误类型分析	201
9.4	程序调试与测试方法	204
9.5	结构化程序设计方法	206
	习题	213
第10章	使用与实验指导	
10.1	MS-DOS 操作系统使用实验	214
10.2	True BASIC 程序设计	217
附录1	ASCII 码符号集	234
附录2	出错信息代码及解释	235

第1章 电子计算机基本知识

电子计算机的出现和发展是本世纪科学技术的卓越成就之一。由于计算机运算速度快、存储容量大、有“记忆”能力和逻辑判断能力,并能按程序要求高精度地完成计算或控制任务,所以已广泛地应用于科学计算与工程设计、实时控制与工业自动化、信息数据处理与人工智能等多个领域。计算机能够完成很多人们不能想象也无法完成的任务。可以说没有计算机就根本谈不上今天的现代化。同时,现代科学技术和生产技术的发展,反过来又推动了计算机技术的发展及计算机技术的应用和普及,现在人们还在不断地为计算机开拓新的应用领域。今天的计算机技术仍以旺盛的生命力突飞猛进地向前发展着。

为了更有效地学习和应用计算机技术,我们首先要对计算机的发展和用途、计算机的硬件和软件、计算机采用的计数制和计算机解决实际问题的过程有个初步的了解。

1.1 计算机的发展

1.1.1 人类工具的发展

生产的需要,科学的发展,使人类不断地制造出新的工具并利用这些工具和大自然作斗争,为人类的生存和生活服务。人类工具的发展大致可分为以下几个阶段:

(1) 原始社会里人类制造了刀和斧等工具。刀和斧等工具的出现是人类四肢的延伸,它使人类和大自然斗争有了原始工具,并增强了人类劳动的本领。

(2) 人类制造出蒸汽机、电动机。蒸汽机和电动机的产生,引起了产业革命,大大促进了工业的发展,它的出现是人类肌体的延伸。

(3) 无线电、电视机时代。人类制造了无线电、电视机,可以快速地传递信息,加速了通信现代化,克服了大千世界时间、空间的障阻。无线电、电视机的产生,使人类感知器官得到了延伸。

(4) 电子计算机时代。由于动力的利用,产生了机械计算机。电子工业的发展使电子计算机的制造成了现实。电子计算机的出现使人类进入了信息社会时代。电子计算机的应用是人类大脑的延伸,它大大减轻了人类的脑力劳动。

(5) 智能型计算机。人工智能系统的实现是人类思维的延伸,它标志着智能型计算机时代的到来。现在,多媒体技术、神经元技术的出现加速了新一代计算机的发展。新一代计算机大大促进人类生活物质文明和精神文明的进步。

1.1.2 计算机的诞生和发展

人类在生产实践和科学研究中,发展了电子技术,这时更迫切需要有计算速度快、精确度高、并能按程序规定自动进行计算和控制的新型工具,这样电子计算机就应运而生了。实际上,电子计算机的出现是现代科学技术发展的必然产物。1946年,美国宾西法尼亚大学的 J. W. Mauchly 和 J. P. Eckert 研制成功了世界上第一台计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrate And Calculate)。ENIAC 计算机由 18000 个电子管、1800 个继电器组成,耗电 150 千

瓦,占地 1800 平方英尺,重达 30 吨,但运算速度每秒仅 5000 次。ENIAC 计算机在美国陆军弹道研究所运行了 10 年,主要用于弹道计算。尽管这台计算机体积大、速度慢、耗电多、性能差,但它的诞生开辟了人类文明的新纪元,使人类开始进入了电子计算机时代。

从 ENIAC 第一代计算机的诞生到今天已近半个世纪了,这在人类历史长河中仅仅是短暂的一瞬间,但计算机硬件(Hardware)的发展已经经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四代,现在正向超大规模集成电路智能型机发展。由于计算机系统软件(System Software)和应用软件(Application Software)的不断开发和应用,计算机已由过去无监督程序(Monitor)或管理程序(Supervisor)、更无操作系统(Operating System)的“裸机”,发展到今天具有丰富软件的现代化计算机。今天的计算机不仅具有功能齐全的操作系统、各种语言的编译程序、使用方便的编辑程序,而且有各式各样的应用程序供用户使用。

1.1.3 电子计算机的展望

目前,电子计算机正朝着微型化、巨型化、智能化和网络化方向发展。

(1) 微型机。由于微型机性能可靠、使用方便、价格低、功能强,因而已得到推广和普及。当前微型机一方面向小型、轻便、可携带式笔记型计算机发展,另一方面已逐步升级至超级微机、工作站。华胜 2000 型就是典型的性能良好的国产计算机工作站。

(2) 巨型机。计算速度可达数十亿次至数百亿次,主要用于天气预报、航空航天、军事科学等部门。我国国防科技大学 1992 年生产的银河 I 号巨型机,速度可达每秒 10 亿次,现在正在气象预报部门运行。1993 年,银河仿真一 I 型计算机通过了国家鉴定,该机研制起点高、跨度大、技术先进,整体技术性能达到国际水平,标志着我国已经跨入了世界仿真机先进国家的行列。

(3) 计算机网络。若干台本来独立的计算机通过通信线路和网络软件互相联接起来,组成计算机网络,使网上的用户可以共享资源。网络以实现远程信息处理为主要目标,它具有数据传输、负荷均衡等特殊功能。

(4) 智能型计算机。智能领域专家系统、管理决策支持系统、图像理解、语言识别等学科的发展,急需智能型计算机。智能型计算机能模拟人的智能,具有学习、思维、推理和决策功能。现在的机器人就是一种初级智能型计算机。智能型计算机的研制和设计从根本上改变了冯·诺伊曼计算机原理,采用知识存储、决策信息输出原理,它将带来计算机硬件和软件的革命,意义极其深远。智能型计算机能够解决那些至今人们还不知道如何解决的问题,从而大大扩充了计算机的用途。

可以说计算机的出现是一个划时代的事件,所以有人把蒸汽机、电动机、计算机的出现称之为三次工业革命。

计算机发展的总趋势是体积越来越小;性能价格比越来越高,存储容量越来越大,功能范围越来越广,功耗越来越少。现在既出现了运行速度高达数百亿次的巨型机,也出现了使用方便、运行可靠的大量的微型机。可以预料,不久的将来,电子报纸、电子图书等会呈现在我们的面前。

1.2 计算机的用途

时代的进步和科学的发展需要信息,信息依靠计算机,计算机在于应用。众所周知,计算

机已成为当今世界上最重要、最先进的一种计算和控制工具,它已深入到人类生活中几乎一切领域,如工业、农业、国防、教育、医药卫生、商业、交通以至家庭生活等各个方面。21世纪将是全面信息时代,人类从事的各项活动都离不开计算机系统的应用。这里从以下几个方面来讨论计算机的应用情况。

1.2.1 科学计算

电子计算机最突出的优点是高速度、高精度,因此它最适合于处理科学技术中的复杂模型,进行科学计算和工程设计。有些计算问题不但复杂而且有很强的时间性,不用计算机就不可能及时完成任务。例如天气预报的数据处理,用人工计算或手摇计算机进行计算,一般需要好几天才能完成,即使是计算、分析准确也失去了“预报”的实际意义。洲际导弹的发射与跟踪,反导弹技术的应用,都需要随时发现、跟踪、并指挥拦截导弹。总之,这些新技术都离不开计算机的应用。

上海文化广场的钢架屋顶钢管拉力的计算,需要解算包括107个未知数的联立方程,用手摇计算机要100个人算8个月,而用电子计算机只要几分钟就能精确地算出结果。现在设计一个球型钢架建筑要解几千个联立方程组,一个人可能计算一辈子还不一定能算得准确,而用现代的计算机仅需一二个小时。据说美国现有计算机完成的工作量,需要4000亿至5000亿人才能够完成。

1.2.2 数据处理和信息加工

利用计算机存储容量大、具有记忆能力和逻辑判断能力的特点,可以对大量的数据进行处理和信息加工。在企事业的金融管理中,用计算机进行分类汇总、成本核算、仓库管理、市场分析、计划统计、分析决策等;在铁路、航空等交通部门用计算机进行自动票务管理、交通监测和交通管制与调度;在医药卫生系统,计算机用于医院药房、病历、血库的管理;CT断层诊断系统,就是利用计算机对X射线的反射波进行数据处理后,给出人体内部不同图像,从而用于病情诊断。

办公室自动化实际上是信息处理过程自动化,它包括信息的输入输出自动化和信息存储加工过程自动化。办公室的事务实际上就是信息管理和信息加工。人事档案管理、情报资料管理、人口信息管理等,只有利用计算机才能提高效率。一个智能化的管理系统实际上就是一个决策支持系统。

1.2.3 实时过程控制

计算机加上敏感的检测元件和控制机构,就可以用于实时过程控制。不少企业生产采用计算机控制,提高了产品质量,降低了成本,产品得以升级换代,工作效率和经济效益都大为提高。自动控制系统利用了计算机实时、快速采集功能和信号处理的能力,为工业生产和实现大型化、综合化、高速化和自动化管理创造了条件。

在现代化钢铁厂中,一台带钢冷连轧机或热连轧机(1700mm轧机)改用计算机控制后,产量是人工控制的100倍,而且钢板的宽度、厚度等质量要求都有明显提高。现在机械加工领域的数控机床、化工生产的过程控制、航天飞行器的监测和遥控、医学上的各种自动化测试仪器等,都是应用计算机进行实时控制。

1.2.4 人工智能

人工智能(AI)的目的就是希望计算机能模拟人类的智力活动,具有学习、推理和思维的功能。人工智能是计算机学科中的热门课题,研究、应用的领域有:机器人——利用有对策能

力的机器博弈、机器学习和机器识别等；自然语言理解——研究机器“理解”和“创造”句子，传达语言信息；定理证明——研究机器逻辑推理；专家系统(ES)——医疗专家系统、找矿专家系统、故障诊断系统等。

现在人工智能方面比较成熟的是专家系统。例如，质谱法 Dendral 专家系统，它是美国 Stanford 大学用计算机解决有机化学中结构解析问题的科研项目。它用一台带有计算机的质谱仪，用电子流轰击化合物分子，使分子中连接各个原子的某些键发生断裂，并把有关信息记录在质谱仪上，再用计算机进行分析和数据处理，最后根据分子式便能得出未知化合物的分子结构。启发式 Dendral 专家系统利用计算机实现了化学专家水平的推理与决策，把这些信息存入专家知识库、专家规则库，然后根据用户提出的问题和 Dendral 系统进行对话来实现推理决策。

1.2.5 计算机辅助系统

由于计算机硬件设备和图形设备不断更新和扩充，系统软件和图形软件功能不断完善和提高，使计算机图形学在 80 年代得到了更加广泛的应用。其中使用最广泛、最活跃的领域是 CAD(Computer Aided Design)和 CAM(Computer Aided Manufacturing)技术。CAD/CAM 是计算机应用领域的重大开拓，它的应用十分成功，并已取得了巨大的成果。同济大学 CAD 中心，在 SUN 工作站上安装了 DOGS(Design Office Graphics System)图形软件系统，它对上海南浦大桥的建设在方案选择、图纸施工、测量计算和决策管理中都起了重大作用。

CAD 的特点是设计灵活、直观，设计周期短，效率高，易于实现局部修改和诸方案优化决策等优点。世界上工业发达国家竞相开发 CAD/CAM 系统，他们希望自己在产品技术上领先，占领国际市场并取得更大的经济效益。现在，国内外已推出一些适合各种层次的计算机 CAD/CAM 系统，并在机械、电子、建筑、航空、船舶、汽车、化工、纺织、服装等行业中普遍采用 CAD/CAM 技术。

目前，常用的计算机辅助系统还有计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助测试(CAT)等。计算机仿真系统(Simulation system)可以模拟核反应过程、飞行器飞行和企业的生产管理。计算机辅助系统还可应用于办公室和家庭生活、激光排版、电子邮件和自动通信等方面，大大改变了人们生活的现状与面貌。

由此可见，计算机的应用已经硕果累累。学习计算机的目的在于应用，而应用的需要又是一门学科得以发展的最重要的推动力。计算机学科已成为内容无穷尽、发展无止境的一门技术先进、应用广泛的新兴学科。

1.3 计算机硬件基本组成

一台计算机典型的硬件系统通常由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备等四部分组成，如图 1.1 所示。

(1) 运算器。运算器是计算机进行运算的部分，是快速的电子部件。它根据程序中指令规定的功能，在控制器的控制下完成加、减、乘、除等算术运算和逻辑运算。运算器相当于人工计算的算盘。

(2) 控制器。计算机的各个部件在控制器的控制下，按照程序指令的要求协调动作。控制器是计算机的“神经中枢”，相当于人工计算的手和脑。执行什么操作，什么时候取数，从什

么地方取数,进行什么运算,算完后结果送到哪里等等,这些动作都是由控制器指挥运算器、存储器、输入和输出设备自动地、有条不紊地进行的。

(3) 存储器。存储器是指内存,用来存放程序、数据及其他信息。它是由一个个单元组成的,每个单元可以存放一个数据或一条指令。每个单元有一个地址编号,便于用指令来存取信息。计算机要进行计算,事先必须将计算步骤和有关数据存储起来,然后按规定的步骤进行计算,计算过程中还要保存中间结果和最后结果。存储器是计算机的记忆装置,相当于人工计算的纸和笔。

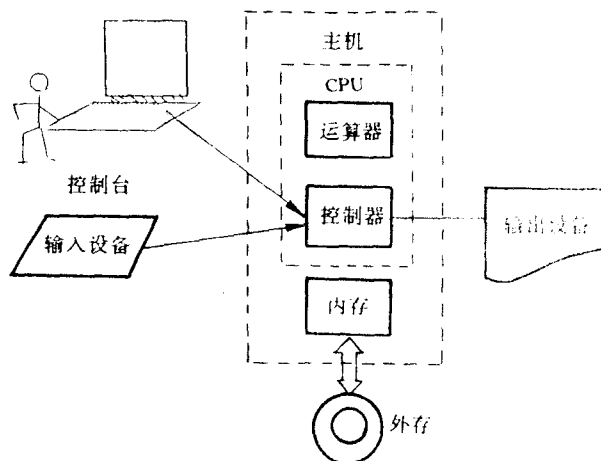


图 1.1 计算机硬件基本组成示意图

(4) 输入和输出设备。计算机只有上述三种设备是无法工作的,因为计算机要进行科学计算和过程控制,人们应事先把规定的计算步骤和原始数据送给计算机,而计算结果又要从计算机里取出来。这种人和计算机联系的桥梁称为输入和输出设备,常用 I/O 设备来表示。常用的 I/O 设备有键盘、光笔、鼠标、打印机、终端显示器 CRT(Cathode Ray Tube)、绘图设备、数字化仪以及各种磁介质设备等等。

计算机的运算器、控制器合称为中央处理机 CPU(Central Processor Unit)。计算机的主机包括中央处理机和存储器(内存)。输入设备和输出设备统称为计算机的外部设备。另外,存储器除了内存储器之外,还有外存储器,它包括软盘、硬盘和磁带机。外存储器可以长期保存大量的数据、程序和各种信息。内存储器中的信息可以输出到外存储器中,外存储器中的信息又可以直接送给内存储器,因此,磁带设备和磁盘设备也可作为输入和输出设备。

1.4 计算机语言与计算机软件

1.4.1 计算机语言

简单地讲,人们的语言是人们交流思想的工具,谈话(声音)、书信(文字)就是人们的语言。电子计算机是人们用来进行科学计算、数据处理的工具,要让计算机为我们做事情,就得设法把我们的“意思”用特定的“信息”告诉计算机,也就是把如何计算或如何控制的信息传达给计算机。这种“信息”实际上就是人们和计算机联系的一种“语言”,这种语言称之为计算机语言。一般说来,计算机语言有机器语言、汇编语言和高级语言。

(1) 机器语言。一台机器指令(Instruction)的集合就是机器语言(Machine Language)。例

如,要进行 8 和 10 相加运算,IBM-PC 机的机器指令是:

10110000 (操作码) 00001000(操作数) 将 8 送累加器 AL
00000100 (操作码) 00001010(操作数) AL 中的 8 和 10 相加,结果存 AL 中

显然,机器语言可在机器上直接运行,速度最快,但它不易理解和记忆,难检查、难调试修改,移植性差。

(2) 汇编语言。用助记符代替机器指令,这就是符号语言,又称为汇编语言(Assembler language)。上面的两条机器指令可以写成下列汇编指令:

MOV AL , 8 ;
ADD AL , 10 ;

这是用汇编语言写的源程序(Source Program)。源程序要通过系统软件汇编程序转换为机器语言程序,即目标程序(Object Program),计算机才能执行。图 1.2 是汇编和执行过程示意图。汇编语言比机器语言易于理解且编写程序较方便,但它仍和机器语言一样是面向机器的“低级语言”。

(3) 高级语言。为了推广计算机的应用,让众多的非计算机专业人员来编写程序、使用计算机,人们创造了高级语言(High Level Language)。这种语言就象人们说的话、写的文章,所以比较简单、形式化,不象人们的语言那样生动活泼、自然优美、丰富多彩。高级语言是

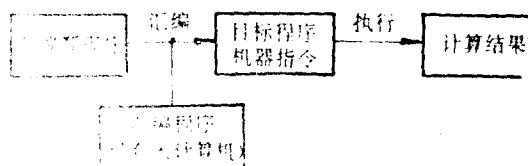


图 1.2 汇编源程序运行过程

通用的程序设计语言,不仅比汇编语言好学,而且可用于不同类型机器,解决不同问题,所以人们称高级语言是面向问题的语言。高级语言接近人们的术语和数学公式,便于人们学习和采用,可减轻程序设计工作量,为计算机的推广应用开辟了广阔的途径。

高级语言种类繁多,总的说有通用和专用两类。通用语言使用较多的有 BASIC、FORTRAN、PASCAL、COBOL、C 以及 PROLOG 和 LISP 等。BASIC 语言特别适用于初学者在计算机专家的不断改进下,功能越来越强,结构化程度越来越好。如 True BASIC 已成为机上最重要的语言之一。专用语言很多,如船体放样语言、地震勘探语言等,它们适用于特定的 CAD 行业中。

用高级语言编写的源程序机器是不能“识别”的,必须翻译成目标程序才能执行。将源程序翻译成目标程序,一种是用解释方式,另一种是用编译方式。解释方式是系统软件解释程序逐句地对源程序进行解释,解释一句,执行一句,即边解释边执行。编译方式是编译程序把源程序全部翻译成目标程序之后,再直接运行目标程序。解释方式和编译方式的执行过程如图 1.3 和图 1.4 所示。解释方式比编译方式花费的时间多,但易于对话,调试修改方便。

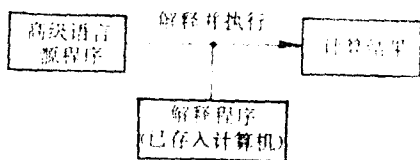


图 1.3 解释方式工作过程

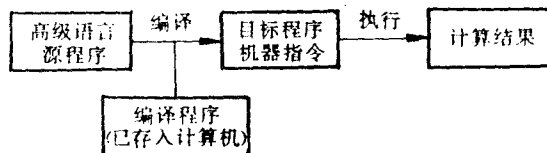


图 1.4 编译方式工作过程

早先的 BASIC 语言大多数是解释型的,而 True BASIC 语言是解释、编译两种方式通用,这为用户提供了方便。

1.4.2 计算机软件

我们已经知道,CPU、存储器和外部设备是计算机硬件。硬件是摸得着、看得见的实实在在的东西。那末,计算机软件又是什么呢?软件是计算机的各种程序和资料文档的总称,它们是看不见、摸不着的东西。可以这样说,硬件是计算机的“物质基础”,软件是计算机的“上层建筑”;硬件是计算机的“躯体”,而软件才是计算机的“灵魂”。

硬件和软件的概念已扩充到很多领域。有人说,人本身也是“硬件”和“软件”的结合,人的躯体是“硬件”,人在成长过程中不断学习和掌握的各种知识和技能,逐步树立起来的世界观和人生观,就是人的“软件”。

计算机软件分为系统软件和应用软件。系统软件是厂家提供的,如操作系统、各种语言的编译系统、机器诊断测试系统等。操作系统是管理、指挥计算机各个部分(硬件和软件)协调工作的程序系统。操作系统的种类较多,如单用户的早期DOS系统,多用户分时UNIX操作系统。XENIX系统是为适应80年代以来微型机的发展、普及而对UNIX进行修改和扩充后,安装在高档微机上的—种操作系统。应用软件除文本编辑、数据管理、图形处理程序外,还有用户根据自己需要而编写的一些专用程序,如药房管理程序、药物配伍禁忌查询程序等。由于共同的需要,常把同类型的专用程序整理集中在一起,组成相应的软件包,如把医药领域中常用的统计分析程序集中起来,成为医药学统计分析软件包。

计算机软件是脑力劳动的成果,它是有价值的,可以象商品—样出售。随着计算机日益广泛的使用,软件需求量越来越大,开发软件已逐渐成为—门新兴产业。

计算机是一个复杂的系统,它是由硬件和软件组成的,图1.5所示为计算机系统的组成。事实上,计算机硬件的功能一定要通过软件来实现和发挥。

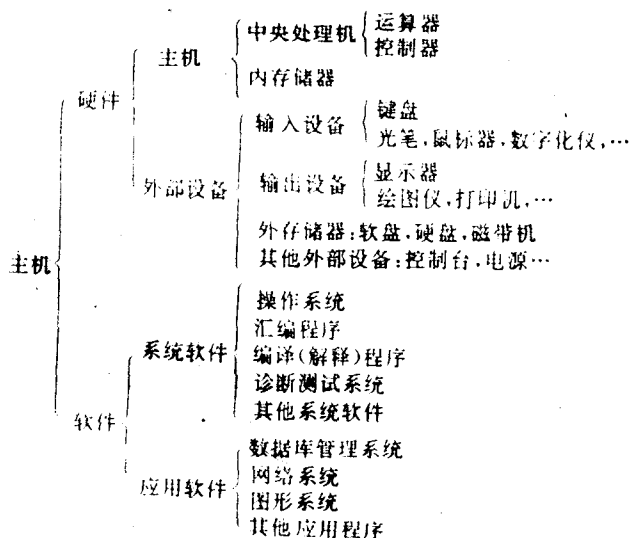


图 1.5 计算机系统组成

1.5 计算机中采用的计数制

计算机是采用二进制(Binary Number System)代码来表示信息的。但是在计算机语言中

还采用八进制 (Octal Number System)、十进制 (Decimal Number System)、十六进制 (Hexadecimal Number System)。我们对这方面的知识作一介绍。

1.5.1 数的表示方法

(1) 进位计数制。按进位的方法进行计数称为进位计数制。日常生活中一般用十进位计数制。

一个十进制数的数值是由 10 个不同的数码 0, 1, 2, ..., 9 来表示的。数码所处的位置不同, 代表的数的大小也不同。例如: 1234, 读为一千二百三十四, 或者说从右向左起第一位是个位, 第二位是十位……。这个“个, 十, 百, 千, …”, 在数学上叫“位权”。显然, 每一位上的数码与该“位权”的乘积表示该位数值的大小。位权是 $10^0, 10^1, 10^2, \dots$ 。

一种计数制中, 数码符号状态的个数称为该计数制的“基数”。那么, 十进位计数制的基数是 10, 它是“逢十进一”的。

十六进制数由 0, 1, 2, ..., 9, A, B, C, D, E, F 共 16 个数码来表示。十六进位计数制的基数是 16, 它是“逢十六进一”的。

(2) 进位计数制中数的表示方法

在十进位计数制中, 15067.2 可以写成:

$$15067.2 = 1 \times 10^4 + 5 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1}$$

在二进制计数制中, 1010.11 可以表示为:

$$1010.11 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

一般说来, 任何一个十进制数 N :

$$N = \pm K_n K_{n-1} \dots K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$$

可表示为:

$$\begin{aligned} N &= \pm (K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} \\ &\quad + K_{-2} \times 10^{-2} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}) \\ &= \pm \sum_{i=-m}^n (K_i \times 10^i) \end{aligned}$$

其中, m, n 为正整数, K_i 可以是 0, 1, 2, ..., 8, 9 共 10 个数码中的任何一个。十进制数的基数就是 10。

表 1.1 不同进位计数制数的表示

进位制	基 数	位 权	特 点	通 式
十	10	10^i	逢十进一	$\pm \sum_{i=-m}^n K_i \times 10^i$
二	2	2^i	逢二进一	$\pm \sum_{i=-m}^n K_i \times 2^i$
八	8	8^i	逢八进一	$\pm \sum_{i=-m}^n K_i \times 8^i$
十六	16	16^i	逢十六进一	$\pm \sum_{i=-m}^n K_i \times 16^i$
X	x	X^i	逢 X 进一	$\pm \sum_{i=-m}^n K_i \times X^i$

对于任意进位计数制, 基数可以用正整数 X 来表示。这时数 N 可表示为:

$$N = \pm \sum_{i=-m}^n K_i X^i$$

其中, K_i 是 $0, 1, \dots, (X-1)$ 中的任何一个。显然, 这里基数是 X , “逢 X 进一”, 位权是 X^i 。

我们用表 1.1 和表 1.2 小结这些内容。

表 1.2 不同进位计数制数码转换简表

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

1.5.2 计算机用二进制表示数

计算机采用二进制来表示数字和用二进制数进行运算, 它的优点如下:

(1) 数的表示状态简单。二进制只有 0, 1 两种状态, 容易表示, 容易获得。如脉冲的“有”、“无”, 电位的“高”、“低”, 晶体管的“导通”、“截止”, 电灯的“亮”、“灭”。在这种简单的状态下, 工作可靠, 抗干扰能力强。

(2) 算术运算简单。四则运算如果是十进制数, 必须分别记住 10 个整数的 55 个“和”与 55 个“积”的规律, 而二进制的 2 个整数“和”与“积”的规律极为简单, 各只有 3 个。

加法: $0+0=0$

乘法: $0 \times 0 = 0$

$0+1=1+0=1$

$0 \times 1 = 1 \times 0 = 0$

$1+1=10$

$1 \times 1 = 1$

显然, 这样的运算规律比十进制简单得多。

(3) 逻辑线路易于设计。二进制只有两种状态, 从而可以应用逻辑代数这一数学工具来对计算机的逻辑线路进行分析和综合设计。

(4) 采用二进制可以节省设备。如果设备状态为某种进位计数制的数码个数和所表示的数的数位的乘积, 那么, 用十进制表示零, 一, 二, ..., 九这 10 个数, 需要 0, 1, 2, ..., 9 这 10 个数码表示的一位数, 这时所需的设备状态为 $10 \times 1 = 10$ (个)。

又因为 $(9)_{10} = (1001)_2$, 所以用二进制表示时要 4 位, 而二进位只有 0, 1 两个数码, 则此时的设备状态为 $2 \times 4 = 8$ (个)。然而, 这 8 个设备状态所能表示数的范围可达 0000~1111 即 0~15。

由此可见,二进制比较节省设备。

用十进制表示 0~99 这 100 个数需要多少设备状态? 这时需要 0~9 这 10 个数码组成 2 位数,因此,需要 20 个设备状态。因为 $(99)_{10} = (1100011)_2$, 所以用二进制表示这 100 个数需 0,1 这 2 个数码组成的 7 位数,这时要有 14 个设备状态。并且 $(1111111)_2 = (127)_{10}$, 实际上 7 位二进制数可以表示到十进制数 127。

再利用 $\lg 2 = 0.3010$,

$$2^N = 10^{\lg 2^N} = 10^{N \lg 2} \approx 10^{0.3N}$$

上式表示一个 N 位二进制数相当于 $0.3N$ 位十进制数。 N 位 2 进制数需要 $2N$ 个设备状态; $0.3N$ 位十进制数需要 $10 \times 0.3N = 3N$ 个设备状态。这也说明了采用二进制比采用十进制节省存储设备量。

另外,采用二进制可以节省设备,也可以用数学方法来证明,这里不再赘述。

1.5.3 不同计数制间的转换

不同计数制之间的转换根据是:如果两个有理数相等,则两个数的整数部分和小数部分一定分别相等。

(1) 十进制数转换成二进制数

① 十进制整数转换成二进制整数。下面通过具体例子说明转换规律,如把 $(215)_{10}$ 化为二进制数的形式。由二进制数的定义

$$(215) = K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_2 \times 2^2 + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0$$

来确定 $K_n, K_{n-1}, \cdots, K_2, K_1, K_0$ 的值。由上式得:

$$215 = 2 \times (K_n \times 2^{n-1} + K_{n-1} \times 2^{n-2} + \cdots + K_2 \times 2^1 + K_1 \times 2^0) + K_0$$

此式表明 K_0 为 $215/2$ 的余数, $K_0 = 1$ 。

上式又可写成:

$$\frac{215}{2} - \frac{1}{2} = 2 \times (K_n \times 2^{n-2} + K_{n-1} \times 2^{n-3} + K_2 \times 2^0) + K_1$$

同理得到 $K_1 = 1$ 。

依此类推,可以求出 $K_2, K_3, \cdots, K_{n-1}, K_n$ 的值。

除 式	余 数
2 $\overline{) 215}$	$K_0 = 1$
2 $\overline{) 107}$	$K_1 = 1$
2 $\overline{) 53}$	$K_2 = 1$
2 $\overline{) 26}$	$K_3 = 0$
2 $\overline{) 13}$	$K_4 = 1$
2 $\overline{) 6}$	$K_5 = 0$
2 $\overline{) 3}$	$K_6 = 1$
2 $\overline{) 1}$	$K_7 = 1$

所以, $(215)_{10} = (11010111)_2$ 。

规则:十进制整数转换为二进制整数时,采用除 2 取余倒排法。

注意:从低位向高位逐次进行,二进制数形式为: $K_n K_{n-1} \cdots K_2 K_1 K_0$; 一直除到商出现 0 为止。

② 十进制小数转换成二进制小数。例如: