

True BASIC 结构化程序设计语言实用教程

● 李建成 王伟 官士鸿 编著
华南理工大学出版社



True BASIC 结构化程序 设计语言实用教程

李建成 王 炜 官士鸿

华南理工大学出版社
· 广州 ·

内 容 提 要

本书是根据国家教委工科计算机基础课程教学指导委员会制订的《高等学校工科本科非计算机专业(高级语言程序设计)课程教学基本要求》和广东省高等教育局制订的《广东省普通高校非计算机专业学生计算机应用水平考试大纲》的有关要求编写的。本书系统地介绍了 True BASIC 语言及其程序设计,并通过大量的实例由浅入深、循序渐进地讲述了结构化程序设计的方法以及计算机的一些典型算法。每一章后都附有大量的习题,书后还附有详实的附录,以满足教学和读者自学使用。

本书可以作为高校本科生、大专生的教材,也可以作为广大科技人员应用计算机的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

True BASIC 结构化程序设计语言实用教程/李建成 王炜 官士鸿编著. —广州:华南理工大学出版社,1996. 2

ISBN 7-5623-0954-X

I. True

I. 李…

III. True BASIC - 结构化 - 语言 - 教程

IV. TP3

华南理工大学出版社出版发行

(广州·五山 邮码:510641)

责任编辑:张巧巧

*

各地新华书店经销

广东省佛冈县印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:395千

1996年2月第1版 1996年2月第1次印刷

印数:1—10 000

定价:20.00元

前 言

BASIC 语言自 1964 年问世以来,以其易学易懂、简单灵活的特点和具有人机对话的功能深受初学者的欢迎。同时,它又具有很强的实用性,是目前应用最广泛的程序设计语言之一。

随着科学技术的迅猛发展,人们提出了模块化、结构化的程序设计思想,这对程序设计和程序设计语言提出了更高的要求。为适应这个发展,BASIC 语言的创始人 John G. Kemeny 和 Thomas E. Kurts 于 1985 年推出了新一代的 BASIC 语言——True BASIC 语言。True BASIC 语言保留了原 BASIC 语言简明易学的特点,摒弃了非结构化 BASIC 版本中所存在的问题,并且吸收了其他高级语言的优点,大大扩展了它的功能和应用范围,受到了用户的欢迎。

我国高校工科非计算机专业的高级语言程序设计课,以前一般都是讲授 BASIC 语言。但是,由于非结构化的 BASIC 版本本身的缺陷,给初学者进一步学习和应用计算机带来了种种弊端,越来越多的学校已改用结构化的程序设计语言来讲授高级语言程序设计课。国家教委工科计算机基础课程教学指导委员会于 1992 年 5 月在《高等学校工科本科非计算机专业〈高级语言程序设计〉课程教学基本要求》中把 True BASIC 语言列为高级语言程序设计课选用的语言之一,广东省高等教育局制订的《广东省普通高校非计算机专业学生计算机应用水平考试大纲》也把 True BASIC 语言列为应试语言之一。实践证明,True BASIC 语言是一种理想的学习程序设计的语言,实际上也已被许多院校定为高级语言程序设计课的选用语言。

为了满足教学的需要,我们根据国家教委工科计算机基础课程教学指导委员会制订的《高等学校工科本科非计算机专业〈高级语言程序设计〉课程教学基本要求》和广东省高等教育局制订的《广东省普通高校非计算机专业学生计算机应用水平考试大纲》中的有关要求编写了这本教材。本书以 True BASIC 2.0 版为基础,系统地介绍了 True BASIC 语言及其程序设计,自始至终贯穿了结构化的程序设计思想。在内容叙述上,通过大量的实例由浅入深、循序渐进地讲述了结构化程序设计的方法以及计算机的一些典型算法,力图使读者通过学习后具有较强的程序设计能力和良好的程序设计风格。本书中的名词术语,均严格与 GB4144—84 中所采用的名词术语保持一致;书中所用到的程序流程图符号,也严格按照 GB1526—89 的规定。我们希望,本书能成为一本规范化的教材。

本书由官士鸿编写第一、八、九章,王炜编写第二、三、四章,李建成编写第五、六、七章及全部附录,并负责全书的组织和统稿工作。

和本书配套的上机操作教材是:《微型计算机(PC系列)True BASIC 语言上机操作手册》,李建成、王炜编,华南理工大学出版社出版。

由于作者的水平有限,难免有错误及不当之处,恳请专家及读者指正。

编者

1995年10月

关于本书所用符号的说明

1. 在本书中,在【】括号内的为键盘上的键名,例如【Ctrl】表示控制键。

2. 在描述语句格式时,<>括号内的内容为必选项。例如:

MAT INPUT<数组名>(?)

输入时,<>并不用输入。

3. 在描述语句格式时,[]括号内的内容为任选项。例如:

PLOT[LINES:]X₁,Y₁;X₂,Y₂;……X_n,Y_n[;]

输入时,[]并不用输入。

4. 在展示运算结果时,凡用户通过键盘输入部分,均标上下划线,并用←来表示回车符。例如:

?5.7,2←

目 录

第一章 电子计算机基本知识	1
§ 1.1 电子计算机发展简史	1
§ 1.2 计算机系统的组成	4
§ 1.3 信息在计算机内的表示方法	8
§ 1.4 程序设计概述	11
习 题	13
第二章 True BASIC 语言程序设计基础	14
§ 2.1 True BASIC 语言的特点	14
§ 2.2 True BASIC 程序的组成	15
§ 2.3 True BASIC 的基本字符集	16
§ 2.4 常量与变量	17
§ 2.5 标准函数	20
§ 2.6 True BASIC 的表达式	25
习 题	27
第三章 顺序结构	29
§ 3.1 打印语句	29
§ 3.2 赋值语句	34
§ 3.3 读语句、数据语句与再置语句	38
§ 3.4 输入语句	43
§ 3.5 格式化打印语句	48
§ 3.6 注释语句 结束语句 停语句	54
§ 3.7 简单程序的设计	55
习 题	59
第四章 分支结构	64
§ 4.1 关系表达式 逻辑表达式	64
§ 4.2 IF 型分支结构	67
§ 4.3 SELECT CASE 型分支结构	82
§ 4.4 分支程序设计举例	88
习 题	90
第五章 循环结构	93
§ 5.1 循环概念	93
§ 5.2 FOR/NEXT 语句	94
§ 5.3 DO/LOOP 语句	103
§ 5.4 循环的应用	109

习 题	116
第六章 数组	119
§ 6.1 数组与下标变量	119
§ 6.2 维数语句	122
§ 6.3 矩阵语句	126
§ 6.4 数组的应用	140
习 题	147
第七章 函数与子程序	151
§ 7.1 自定义函数	151
§ 7.2 子程序	157
§ 7.3 外部函数与外部子程序	163
§ 7.4 程序库	175
§ 7.5 结构化程序设计的若干问题	177
习 题	180
第八章 文件	184
§ 8.1 文件的基本概念	184
§ 8.2 正文文件	190
§ 8.3 记录文件	196
§ 8.4 字节文件	206
习 题	210
第九章 图形与声音	212
§ 9.1 绘图	212
§ 9.2 声音与音乐	228
习 题	230
附录 1 ASC I 代码	231
附录 2 程序流程图常用符号	233
附录 3 True BASIC 出错处理程序	234
附录 4 True BASIC 程序库	236
附录 5 True BASIC 语句总览	240
附录 6 True BASIC 标准函数总览	248

第一章 计算机基本知识

§ 1.1 电子计算机发展简史

电子计算机是在机械式或机电式计算机的基础上诞生的。先进的电子技术代替了笨重的齿轮、继电器。计算的速度成千倍地增长。电子技术所提供的广阔的可能性为全新的体系结构设计思想提供了物质基础,于是从量变产生了质的飞跃,电子计算机从古老的数值计算的领域进入管理、决策,步入人类思维的圣殿。

最后一代机电式计算机可用 MARKI 为代表,这是第一台大型通用自动数字计算机,它是一个庞然大物。长 15.55 米(51 英尺),高 2.44 米(8 英尺),重约 5 吨,使用大量继电器,用十进制计数齿轮存储数据,共可存 72 个 23 位(另加 1 位符号位)的十进制数。用穿孔纸带作程序控制。做一次加法需 300 毫秒,一次乘法需 6 秒,除法需 11.4 秒。

MARKI 又叫 IBM 自动顺序控制计算器(IBM Automatic Sequence Controlled Calculator)是 1939 年在美国海军资助下由 IBM 公司按哈佛大学教授霍德华·艾肯(Howard Hathaway Aiken)的思想研制的。1944 年 8 月 IBM 公司把它赠送给哈佛大学并投入运行。尽管后来的电子计算机的速度大大超过了它,但由于它很适合用来编制数学表(实际上它除了参与一些国防问题计算外,主要工作是编制贝塞尔函数[Bessel Functions]表),使它在哈佛大学使用了 15 年,一直工作到 1959 年,即第一台大型电子数字计算机 ENIAC 被淘汰之后四年。

电子计算机的诞生和发展是人类科学史上的一段重要的记录,由一系列的重要事件和一批科学家和实业家的奋斗经历所组成。

人们所共知的第一台大型电子数字计算机是 ENIAC(The Electronic Numerical Integrator and Computer)。1943 年 4 月立项,1946 年 2 月运行成功。美国陆军为此化了 40 万美元的经费。ENIAC 的主要设计师是美国宾夕法尼亚州大学莫尔学院的莫奇莱教授(John W. Mauchly, 1907~1979)和他的学生埃克特博士(J. Prespen Eckert)。设计这台机器的原始目的是为美国陆军进行弹道计算,但当机器投入运行时,二次大战已经结束,幸而这台机器实际上是一台通用电子数字计算机,于是它除了仍为美国陆、空军计算弹道特性表外,还参与了原子能,宇宙射线,天气预报等方面的计算。

ENIAC 是一个庞然大物,占了一间 9.14 米(30 英尺)×15.24 米(50 英尺)的房间,重 30 吨,使用的电子管超过 18000 个,耗电将近 200 千瓦,时钟频率 100K,有 20 个累加器,每个有十位十进制数,一次加法耗时 200 微秒,乘法使用 6 个累加器,耗时 2600 微秒,其速度比 MARKI 快 1000 倍,但它有两个重大缺陷,一是使用的电子管太多,工作不可靠,二是存储量太小。它的程序是在外部通过开关和接线来安排的,所以它的结构和现在的程序存储式的“冯·诺依曼结构”还有质的区别。

1945 年,普林斯顿大学数学教授冯·诺依曼(Von Neumann, John)成为 ENIAC 研

究小组的顾问,开始构思对 ENIAC 的改进方案,并于 1945 年完成了对 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)的概念设计并于 1949 年把计算机交付给美国陆军阿伯丁弹道实验室。EDVAC 使用了 4000 个电子管,存储容量为 1024 字,字长 44 个二进制位(bit),使用 4-地址指令,即操作码占 4bit。4 个地址码,每个占 10bit。这是计算机历史上设计的第一台程序存储式电子计算机,其基本逻辑思想是冯·诺依曼在 1945 年提出的,所以,现在称为“冯·诺依曼计算机”。至此,现代计算机的基本体系结构的设计已经完成。它的改进主要有两点,一是采用了二进制,二是指令与数据同样存储起来。从此以后,电子计算机有了飞速的发展,但是直到今天,绝大多数计算机的基本逻辑结构仍然是冯·诺依曼结构。

从第一台大型通用电子计算机 ENIAC 出现到现在不到 50 年间,计算机技术发生了几次重大革新,因此,自然以此作为电子计算机发展阶段的标志,把电子计算机分为几代。通常的分法,电子管计算机是第一代,晶体管计算机是第二代,集成电路(IC)计算机是第三代。使用微处理器、大规模(LSI)或超大规模集成电路(VLSI)的计算机是第四代。在这里,有两个互相关联又互有区别的概念。一个概念是,就一台具体的计算机而言,通常容易根据它的技术特征确定它属于哪一代计算机。另一个概念是计算机的某一代究竟始于哪一年,终于哪一年?由于技术、结构不同代的计算机交付使用的时间常有交叉,因此,对一代计算机的始、终年份的看法并不完全一致,通常是以某一个标致着新技术代替旧技术的具有里程碑意义的影响较大的事件作为划分的依据。因此,第一台晶体管计算机研制成功之日并不被看作是第二代计算机的起始年份,如此等等。下面的年代划分是较有代表性的一种观点。

第一代计算机——1951 年至 1958 年

第一台使用电子管作逻辑元件的计算机是 1935 年美国依阿华州立大学物理学教授,美籍保加利亚人阿塔诺索夫(John V. Atanasoff)和他的研究生伯里(Clifford Berry)研制的,取名为 ABC(Atanasoff Berry Computer)。前面已提过的第一台大型电子数字计算机 ENIAC 是于 1946 年 2 月运行成功的,但它们应用的范围都比较狭窄,而且从未形成批量生产,影响较小。因此,通常认为第一代电子计算机的代表是 UNIVAC-I(the UNIVERSAL Automatic Computer),它的设计师正是 ENIAC 的主要研制者莫奇莱和埃克特。1951 年 6 月 14 日,第一台 UNIVAC-I 交付美国人口统计局使用,为人口普查服务,还被用来进行总统选举的统计分析,在投票结束 2 小时后,预告艾森豪威尔将当选总统,此预测又快又准,在西方引起了轰动。1951 至 1958 年间,共有 64 台 UNIVAC-I 计算机交付使用,它宣告电子计算机走出实验室,成为商品,不再单纯为军事服务而进入民用的数据处理领域,象征着电子计算机时代的到来。

这一代计算机采用电子管代替机械齿轮和继电器作逻辑元件,采用二进制代替十进制,存储器使用水银延迟线或静电存储管,后来改进为使用磁鼓或磁心,输入输出主要用穿孔纸带或穿孔卡片。

第二代计算机——1959 年至 1964 年

第一台晶体管计算机于 1954 年由美国贝尔实验室(Bell Labs)研制成功,但是没有批量生产。1959 年 IBM 公司为弹道导弹预警系统生产了晶体管化的计算机 709TX 系统,并演变为 7090 推向市场。次年,晶体管化的 7000 系列全部代替了电子管的 700 系列,成为

第二代计算机的主流产品。因此,1959年成为电子计算机进入第二代的里程碑。

这一代计算机完全以晶体管代替了电子管,普遍使用磁心作主存储器,并使用磁盘和磁带作辅存,为系统软件的发展准备了条件。这一时期,系统监控程序逐渐发展成为操作系统,程序设计语言迅速发展并得到广泛应用。例如,FORTRAN(FORMula TRANslation)——1956,这是第一个被广泛使用的高级语言。COBOL(COMmon Business-Oriented Language)——1960,广泛用于商业。ALGOL60(ALGORithmic Language)——1960,其形式化的文法定义和优雅的风格对此后的程序设计语言的研究和实现影响很大。LISP(LISt Processing)——1960,引入函数程序设计概念,主要应用于人工智能领域。

第三代计算机——1965年至1970年

1964年4月7日,IBM公司公布了360系统,1965年陆续投入市场,使大多数先前的商用计算机被废弃,成为计算机发展史上的又一个里程碑。

这一代计算机用集成电路取代了晶体管,用半导体存储器淘汰了磁心存储器。系统软件和应用软件都有很大发展,分时操作系统在规模和复杂性方面都发展很快,提出了结构化程序设计方法。

第四代计算机——1971年至?

微处理器(MPU)是利用大规模和超大规模集成电路技术,把计算机的CPU部分集成在一小块硅片上而制成的。1971年,美国Intel公司推出4位微处理器芯片4004,被称为第一代MPU(Micro Processor Unit)芯片,它在 $4.2 \times 3.2\text{mm}^2$ 的硅片上集成了2250个晶体管组成的电路。

从计算机系统本身来看,第四代计算机只是第三代计算机的延伸,不像前两代之间的差别那样明显,而这一时期,由于微处理器(microprocessor)的出现,微型计算机异军突起,发展极为迅猛,引起计算机技术大变革,从集中化(centralization)向分散化(decentralization)转变。许多大型机的技术直接移植到微型机领域,出现了工作站(workstation)、微主机(micromainframe)、大微机(large microcomputer)等。在微机领域出现了简化指令系统计算机(RISC)与复杂指令系统计算机(CISC)之争,微通道体系结构(Micro Channel Architecture)与扩展工业标准体系(Extended industry Standrad Architecture)之争……等等,这种种竞争使计算机领域呈现出一派生机勃勃的景象。因此,人们把微处理器投放市场的年份看作第四代机的起始年份,作为大规模和超大规模集成电路计算机时代到来的象征。

新一代计算机

四代计算机的划分,似乎使时间在70年代初期停顿了下来,似乎近20年来计算机都没有什么大进展,这当然是完全错误的印象。事实上,计算机一直以人类科学史和工程史上空前的速度向前发展。计算机应用已渗透到几乎所有的部门和人类生活的各个方面,从古老的数值计算进入过程控制,事务管理,科学决策,进入人类思维的“神圣”领域。计算机与通讯技术,信息处理技术的紧密结合正在改变人类的的生活方式。

1982年,日本宣布了FGCS*十年发展计划,接着,美国及欧洲共同体都宣布了类似计划,其核心都是以发展所谓智能计算机系统为中心的一个庞大的研究计划。这些计划都

* 注,FGCS原为Fifth Generation Computer System(第五代计算机系统)的缩写。现在演变为Future Generation Computer System(新一代计算机系统)的缩写。

取得了很多重要的研究成果。尽管日本的计划距离原来雄心勃勃的目标还有相当距离,但是,既然全人类都已倾注极大的努力,相信新一代具有知识信息处理能力的计算机系统一定会逐步完善起来。

§ 1.2 计算机系统的组成

计算机是用来解题的,但计算机自己不会解题,要由人来告诉它怎样解题。让我们来跟踪这个过程就可以大致知道计算机应该是由一些具有什么功能的设备组成的。首先,我们要把需要处理的数据和解题的方法、步骤“告诉”计算机,因此必须有一种“输入设备”把这些资料送到计算机里去。计算机内必须有存放这些资料的地方,称为“存储器”。然后,计算机要能够按照人类告诉它的步骤去指挥计算机各部分协同动作,这个部分称为“控制器”,还要有能对数据进行操作运算的部分,称为“运算器”。最后,要有“输出设备”把解题的结果以人可读懂的方式表示出来。可见,计算机应有五大功能部分,即控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备。这些是由机械和电子部件构成、看得见摸得着的东西,习惯上称为计算机的硬件系统。光有硬件系统的计算机称为裸机,还不能工作。前已提及,计算机解决问题时的一切方法、步骤是由人来规定的,这些方法、步骤要以计算机能“读懂”的方式存放在计算机里,称为计算机程序。现代通用计算机系统有庞大的系统程序,计算机系统功能的强弱在很大程度上决定于系统程序功能的强弱。相对于前面所讲的计算机硬件系统,习惯上把计算机程序以及为了使用和维护计算机而编制的各种文档称为计算机软件。综上所述,计算机系统是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

1.2.1 微型计算机的基本硬件配置

微型计算机的硬件系统也是由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备五大功能部件组成。

一、中央处理单元(CPU)的组成

通常把计算机的控制器和运算器的组合称为中央处理单元(Central Processing Unit)。微型计算机的中央处理单元是利用超大规模集成电路制成的芯片,称为微处理器(microprocessor)。以目前我国市场常用的 Intel 公司的产品为例,有四个系列:

- (1)通用的 8 位微处理器 8080、8085 芯片。
- (2)通用 16/8 位微处理器,如 8 位的 8088,16 位的 8086、80286。
- (3)32 位微处理器,如 80386、80486、Pentium(奔腾)。
- (4)微主机(micromainframe)芯片集,共包括 5 个芯片:43201、43202、43203、43204、43205。

二、存储器

几乎每一台微型计算机都有多种类型的存储器,原因是要在容量、速度、价格上取得折衷。速度快的存储器价格贵,容量不能太大。便宜的存储器容量可以做得很大,但速度慢。因此,通常把存储器分成四个层次:高速缓冲存储器、主存储器、辅助存储器和海量存储器。前两个层次合称为内存储器,通常是由速度较快的半导体存储器充任。(习惯上把

微型计算机的 CPU、内存储器加上输入/输出接口电路合称微机的主体。)后两个层次合称外存储器。辅助存储器通常使用硬磁盘和软磁盘,海量存储器通常使用磁带和光盘。这些层次的划分并无严格定义,有的界线已经模糊。

内存储器通常又分为只读存储器(Read Only Memory—ROM)和随机存取存储器(Random Access Memory—RAM),它们通常都是半导体存储器。只读存储器的内容,一次写入就固定下来,不会改变,以后只能读出。随机存取存储器作为工作存储器,可读可写,在解题过程中临时存放各种数据,其内容,在关电源后全部消失。外存储器的数据,关电源后不会消失,理论上可以永久保存。

三、输入设备

计算机的输入设备大体可以分为五类。

(1)键盘式输入设备 由操作员敲击键盘来输入数据。

(2)指点输入设备 如鼠标、光笔、数字化仪、触摸技术等。

(3)扫描输入设备 如条码阅读器,光学字符识别器(OCR),磁字符识别器(MICR)等。

(4)传感输入设备 例如飞机或卫星上的遥感装置对地球进行探测,其数据直接输入计算机。

(5)语音输入类 直接通过语言输入,现在还处于研究阶段。

以上五类输入设备是按使用面从宽到窄排序的,即目前键盘使用最广,语音输入最少。

四、输出设备

计算机处理所得到的结果必须由输出设备输出才能被人利用,所以,从使用的角度看,输出设备是非常重要的。目前计算机的输出设备大致可分为五类。

1. 显示器(display)

这是微型计算机必备的输出设备。目前使用最多的是阴极射线示波器制成的 CRT 显示器。显示器上的字符和图形都是由一个个称为像素的发光点组成的,像素光点的大小直接影响图形的质量,目前光点直径大都在 0.21mm 至 0.31mm 之间。普通的彩色 CRT 像素光点直径为 0.31mm,由此可算出 30.48cm[12 英寸(in)]的显示器(注:显示器的尺寸用屏幕对角线长来表示,屏幕长宽比为 4:3)的最大分辨率为 640×480;35.56cm(14 in)为 800×600;40.64 cm(16 in)为 1024×768;48.26 cm(19 in)为 1280×1024,这指的是一屏可显示的光点数。真正影响图形质量的是光点直径,光点直径 0.31mm,则显示精度就是每英寸 80 点(80dpi),这才是更有意义的分辨率。

不同显示器的区别主要是水平扫描频率。有的显示器只有一种水平扫描频率,称为固定频率显示器或单频显示器,这种显示器只能适应一种显示标准。有的显示器有两种水平扫描频率,称为双频显示器,可以适应两种显示标准。还有一种可变频率显示器,可以适应多种显示标准。

光有显示器还不行,还要有与之匹配的显示适配器卡,即通常说的 MDA 卡、CGA 卡、EGA 卡、VGA 卡……等。因此,选配一台合用的显示器,必须重视适配器卡的功能,配合恰当才能达到预期效果。

2. 打印机(printer)

这是以纸为介质的输出设备。按打印信息从主机传送到打印机的方式可以分为字符打印机、行式打印机和页式打印机。按照成字(图)的工作机构可分为击打式和非击打式打印机。击打式打印机目前以点阵式打印机应用最广,非击打式打印机主要有喷墨打印机,热敏打印机,静电打印机,激光打印机等。激光打印机目前速度最快、质量最高,价格也最贵。

3. 绘图机(plotter)

按绘图机结构可分为笔式绘图机和非笔式绘图机。非笔式绘图机主要有静电绘图机、热敏绘图机、电子照相绘图机等。

4. 影像输出系统

这是用照像方法记录计算机输出结果的系统。

5. 语音输出系统

这不是指简单的录音、放音,而是指用合成的方法来产生声音。例如输入一篇文章,计算机可以把它读出来。

以上五类输出设备是按使用的广泛性从普遍到稀少来排序,即 CRT 用得最多,语音输出最少。

1.2.2 计算机软件系统的组成

一般把计算机软件系统分成系统软件和应用软件两大部分。系统软件是指为了提高计算机系统自身性能和方便用户使用而设计的一组通用的服务性程序,通常由计算机的生产厂家提供,用户根据自己的需要选择购买。过去微机系统软件的选择余地很小,基本上是一种机型只有一套可用的系统软件,随着微机功能的增强、厂家的激烈竞争和用户需求的多样化,微机系统软件也有了选择的余地。

应用软件是指为了解决某一专门问题而开发的软件,例如文字处理软件,图形处理软件包等。

系统软件通常又分为三大部分,即:操作系统、语言处理程序和实用程序。

一、操作系统

这是与硬件系统紧密相连的一整套分层次的控制程序,统一管理计算机的所有资源,如中央处理单元、存储器、输入/输出设备、磁盘文件、其他的系统软件和应用软件的运行,并提供一个友好的人—机接口。目前中国市场上最常见的微机操作系统仍是 DOS。在高档微机中,我们还会见到 UNIX、WINDOWS、OS/2 等操作系统。

二、语言处理程序

人要使用计算机,必须用计算机懂得的语言写成程序以告诉计算机做什么和怎么做,于是,自有计算机以来就出现了一系列的编制计算机程序的语言,并逐步改进,至今已经历了四代。

1. 机器语言

计算机能够直接阅读和执行的是用“机器语言”写的程序,所谓机器语言是用二进制数(即 0 和 1 的一个序列)编码来表示的,每个语句称为一条指令。例如早期某型号计算机的一条加法指令如下:

00010000000000000000000000000000000011000001

此指令共计用 36 个二进制位(称为 36bit),左 12 位是操作码,右 15 位是地址码,其余各位,本例中没有使用。指令的意义是把放在内存地址 193(二进制 11000001 等于十进制 193)中的数与累加器中的数相加。这就是第一代编程语言。显然,用这种方式来编写程序效率极低,但计算机只懂这样的语言,解决的办法是让人用较接近自然语言的编程语言来写程序,然后用一个专用的程序自动翻译成机器语言,于是就有了汇编语言和高级编程语言。

2. 汇编语言

汇编语言出现于 50 年代初,它用助记符号代替了机器语言中的操作码,有些还允许用符号代替地址。例如上面提到的机器指令用汇编语言可以写成

ADD 193 或 ADD NUM

这样意义就容易明白多了。当然,用汇编语言写成的源程序还要由一个汇编程序或称汇编器(assembler)翻译成机器语言(称为目标语言)才能在计算机上执行。

汇编语言与机器密切相关,因机而异。使用汇编语言还要了解机器结构,故掌握仍较难。改进的办法有两种,一种是发展宏汇编,用一条宏指令代替若干条汇编指令,以提高效率并改善可读性。另一种办法是创造高级语言。

3. 高级语言

一般来说,所谓高级语言是用简单英语和常用数学表达式来表示的计算机编程语言,其表述形式与机器无关。也就是说,高级语言是人易理解的语言而不是机器懂得的语言,因此,要把它翻译成机器语言(称为目标语言),然后才能由机器执行。有两种翻译的方式。

(1)解释方式 用这种方式来执行高级语言写的源程序需要有一个解释程序,由它读源程序中的一个语句,并把该语句翻译成机器语言,由计算机执行。执行完毕,再读源程序中的下一个语句,再翻译,再执行……。解释程序在这个过程中的作用就像异国人员交谈时口译人员所起的作用一样。

(2)编译方式 解释方式的缺点是速度慢。编译方式需要有一个编译程序预先把高级语言源程序全部翻译成机器语言程序(称为目标程序),然后直接执行这个机器语言程序,执行时无须编译程序参与。编译程序的作用就像笔译,文章翻译完,由读者去看,译员无须在场。编译方式的编译过程要花一定的时间,且占用较大的内存,执行时则比解释方式快得多。

4. 甚高级语言

甚高级语言又称第四代语言(4GL),其定义众说纷纭,莫衷一是。最具体的说法是:4GL 是数据库查询语言、报表生成语言、应用程序生成语言,如 FOXBASE、ORACLE 等。较抽象的说法是:4GL 是非过程性语言,不必规定计算机如何做,只需告诉计算机做什么。函数语言 LISP、逻辑语言 PROLOG 都是非过程性语言。最抽象的一种说法是:4GL 对用户极端友好,比高级语言更贴近用户,编程更节省时间。现在有不少语言都自称是 4GL。孰是孰非要在 4GL 的定义统一了以后才能弄清楚。

诸如以上提到的汇编程序、解释程序、编译程序等就被称为语言处理程序。

三、实用程序

这一部分包括可提高软件研制和开发效率的各种工具。例如编辑程序、装配和链接程序、调试程序…等。

§ 1.3 信息在计算机内的表示方法

人类交换信息的主要方法(信息的载体)是语言(包括音乐)和文字(包括图形),其基础是声音和图形符号。语言由按照严格规则发出的声音构成,规则的差异形成了各民族各地方的不同语言。文字由严格定义的图形符号排列而成,拼音文字以英文为代表,由象形文字演化而来的方块字以汉字为代表。

信息是经过整理、组织起来的数据,这里指的是广义的数据,它可以代表任何事实、景象等。当人们进行信息交换时,这些数据都要以人可读的形式记录和出现,即用一些规定的符号来表示它们。其中最常用最基本的是数字 0 至 9 和 26 个英文字母。但是计算机却不能用这种形式保存数据,于是需要进行人可读数据与计算机内数据形式的转换。

1.3.1 数的表示、数制及其转换

一、数的表示(数制)

人类普遍使用十进制记数,其原因大概由于人类有十个手指。而在电子计算机中都采用二进制记数,其原因主要是因为目前难以找到有两个以上稳定状态的电子器件,而两种稳定状态则极易实现。例如晶体管的截止与导通,电位的高与低。当然,除此以外,二进制还有一些优点,例如简单、可靠、又有成熟的二值逻辑的支持。

我们现在采用的记数法称为位置记数法,是印度人的一大发明。同一个数字在不同的位置有不同的意义,例如十进制数 6365,左起第三个 6 表示 $60=6 \times 10$,左起第一个 6 表示 $6000=6 \times 10^3$ 。位置记数法适用于任何进位制(数制),其一般表示形式为:

$$(a_n a_{n-1} \cdots a_0 b_1 b_2 \cdots b_m)_x \quad (\text{意义清楚时,括号和 } x \text{ 可省略})$$

意义为:

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \cdots + a_0 x^0 + b_1 x^{-1} + b_2 x^{-2} + \cdots + b_m x^{-m}$$

其中 x 称为数制的基。十进制的基是 10,二进制的基是 2,八进制的基是 8,十六进制的基是 16,等等。 $a_i (i = 0, 1, \cdots, n), b_i (i = 1, 2, \cdots, m)$ 取值范围从 0 至 $x - 1$ 。例如:

$$(35.81)_{10} = 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 1 \times 10^{-2}$$

$$(101.01)_2 = 2^2 + 2^0 + 2^{-2}$$

二进制数写起来较长,使用、记忆都不方便。常用二进制的压缩形式,即八进制和十六进制来表示计算机中的数据。因此,常用的数制是二、八、十、十六进制四种,其中基本的是二进制和十进制。十六进制要使用 16 个数字,10 至 15 依次用 A 至 F 表示。例如:

$$(8A0F)_{16} = 8 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 15$$

二、二进制数的四则运算

二进制数的四则运算与十进制数的四则运算的法则完全一样,唯一区别是逢二进一而不是逢十进一,借一当二而不是借一当十。只要各举一例便可明白。

1. 加法

$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 111 \\ \hline 10001 \end{array}$$

$(10)_{10}$

$(7)_{10}$

$(17)_{10}$

2. 减法

$$\begin{array}{r} 1001 \\ - 110 \\ \hline 11 \end{array}$$

$(9)_{10}$

$(6)_{10}$

$(3)_{10}$

3. 乘法

$$\begin{array}{r} 1010 \\ \times 101 \\ \hline 1010 \\ 0000 \\ 1010 \\ \hline 110010 \end{array}$$

$(10)_{10}$

$(5)_{10}$

$(50)_{10}$

4. 除法

$$\begin{array}{r} 10 \\ 1010 \overline{) 11101} \\ \underline{1010} \\ 1001 \end{array}$$

被除数 $(11101)_2 = (29)_{10}$, 除数 $(1010)_2 = (10)_{10}$,

商为 $(10)_2 = (2)_{10}$, 余数为 $(1001)_2 = (9)_{10}$

二、不同数制的转换

首先注意,任何数制中的一个数转换成另一个数制中的数时,整数部分转换成整数部分,小数部分转换成小数部分。因此,可以分别讨论整数部分的转换和小数部分的转换。

不同数制之间的关系完全是对称的,从甲数制转换成乙数制的思想和方法完全适用于从乙数制转换成甲数制。但许多教科书上介绍的方法都不对称,这是因为大多数人只熟悉十进制数的表示和运算方法,因此常用的转换方法多从十进制数运算的角度去考虑。其实完全可以用统一的思想方法去处理这种转换。设已给定数 n 在 X 进制形式的表示求 n 的 Y 进制形式。方法之一是把 X 进制数每一位的值用 Y 进制数表示出来,然后相加就行了。

1. 从二、八、十六进制数转换成十进制数

只要把二、八、十六进制数的各数位的值用十进制形式表示出来再相加就行了。例如:

$$(1001.01)_2 = 2^3 + 2^0 + 2^{-2} = 8 + 1 + 0.25 = 9.25$$

$$(735.21)_8 = 7 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 8^{-2}$$

$$= 448 + 24 + 5 + 0.25 + 0.015625 = 477.265625$$

$$(1BE.C4)_{16} = 1 \times 16^2 + 11 \times 16 + 14 + 12 \times 16^{-1} + 4 \times 16^{-2}$$

$$= 256 + 176 + 14 + 0.75 + 0.015625 = 446.765625$$