



全国高等师范专科学校教材

计算机算法语言

吉全祥 李仲先 李欣唐 编

高等教育出版社

BA
04



全国高等师范专科学校教材

计算机算法语言

吉全祥 李仲先 李欣唐 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教育委员会最近制订的二年制师范专科学校《计算机算法语言》课程的教学大纲编写的。

考虑到目前二年制师专的实际情况,本书主要介绍苹果机的APPLESOFT BASIC语言。本书重点讲解基本概念和基本编程方法,语言简练,内容由浅入深。其特点是:简述了结构化编程的基本概念和方法,并将结构化程序设计思想和方法贯穿整个教材之中。

为配合教学和掌握计算机操作的基本技能,本书附有一系列实验,每个实验目的明确,步骤具体,便于教师辅导和学生独立完成。

本书适用于物理、化学、地理等专业,也可作为普及计算机知识的入门读物。

(京)112号

全国高等师范专科学校教材

计算机算法语言

吉全祥 李仲先 李欣唐 编

*

高等教育出版社出版

高等教育出版社照排中心照排

新华书店总店北京科技发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 8.375 字数 210 000

1990年4月第1版 1992年4月第3次印刷

印数 12 733—19 016

ISBN 7-04-002815-8/TP·62

定价 2.65 元

前 言

本书是根据国家教育委员会最近制订的二年制师范专科学校《计算机算法语言》课程的教学大纲编写的。在编写中,我们力求语言准确、简练,内容由浅入深,重点讲解基本概念和基本编程方法。本书适用于物理、化学、地理等专业,也可作为普及计算机知识的入门读物。

考虑到目前二年制师范专科学校的实际情况,本书主要介绍苹果机的 APPLESOFT BASIC 语言。根据教学大纲关于注意程序结构性的要求,在介绍 BASIC 语言的同时,简述了结构化编程的基本概念和方法,并将结构化程序设计思想和方法贯穿整个教材之中。

鉴于计算机作图和磁盘文件在计算机辅助教学和事务管理等方面的应用日趋广泛,我们增加了两章,本书使用“*”表示,作为酌情选用的内容。

上机实习是学习计算机语言的一个重要环节,为配合教学和掌握计算机操作的基本技能,我们以专题的形式组织了一系列实验,每次实验目的明确,步骤具体,便于教师辅导和学生独立完成。

本书由清华大学吴文虎教授审阅,提出了许多宝贵意见,在此我们表示衷心感谢。

限于编者水平,不当之处在所难免,恳请广大读者提出批评和指正。

编 者

一九八九年三月

目 录

第一章 电子计算机简介	(1)
§1 电子计算机的发展和应用	(1)
1.1 计算机的产生和发展	(1)
1.2 计算机的本质是信息处理机	(2)
1.3 计算机辅助教育	(4)
§2 计算机中使用的数制	(6)
2.1 二进制数	(6)
2.2 十六进制数	(8)
§3 计算机的基本结构及信息处理过程	(9)
3.1 冯·诺依曼型计算机的基本结构	(9)
3.2 计算机处理信息的过程	(16)
§4 程序设计语言	(18)
4.1 机器语言	(18)
4.2 汇编语言	(18)
4.3 高级语言	(20)
4.4 BASIC 高级语言	(22)
第二章 APPLESOFT BASIC 语言的基本概念	(25)
§1 基本符号及程序基本结构	(25)
1.1 BASIC 语言的基本符号	(25)
1.2 BASIC 程序的基本结构	(26)
§2 BASIC 表达式	(27)
2.1 常量	(27)
2.2 变量	(28)
2.3 标准函数	(29)
2.4 BASIC 表达式	(31)

第三章 输入输出语句	(34)
§1 PRINT 语句 (打印语句)	(34)
1.1 PRINT 语句的简单格式和功能	(34)
1.2 PRINT 语句的一般格式	(36)
1.3 PRINT 语句的输出格式	(36)
§2 LET 语句 (赋值语句)	(42)
§3 INPUT 语句 (键盘输入语句)	(45)
§4 READ, DATA 语句 (读数、置数语句) 和 RESTORE 语句 (恢复数据区语句)	(48)
4.1 READ, DATA 语句 (读数、置数语句)	(48)
4.2 RESTORE 语句 (恢复数据区语句)	(50)
4.3 三种提供数据的语句小结	(50)
§5 REM 语句 (注释语句), STOP 语句 (暂停语句) 和 END 语句 (结束语句)	(51)
§6 程序举例	(53)
第四章 无条件转向语句和条件语句	(58)
§1 GOTO 语句 (无条件转向语句)	(58)
§2 IF-THEN 语句 (条件语句)	(59)
2.1 逻辑表达式	(59)
2.2 IF-THEN 语句	(61)
2.3 框图	(63)
§3 程序举例	(65)
§4 结构化程序	(77)
4.1 结构化程序设计的发展	(78)
4.2 结构化程序简介	(80)
4.3 用BASIC 语言编制结构化程序	(86)
第五章 循环语句	(95)
§1 循环语句的基本概念	(95)
§2 程序举例	(100)

§3 多重循环	(108)
第六章 字符串处理	(119)
§1 字符串运算	(119)
1.1 字符串加法运算和字符串表达式	(119)
1.2 字符串的比较	(120)
§2 字符串函数	(121)
2.1 字符串长度函数LEN (A\$)	(121)
2.2 字符串与数值转换函数	(122)
2.3 字符串与ASCII 码转换函数	(123)
2.4 子字符串函数	(124)
§3 程序举例	(125)
第七章 自定义函数和子程序	(131)
§1 自定义函数	(131)
§2 子程序	(135)
第八章 数组	(149)
§1 下标变量与数组的概念	(149)
1.1 下标变量	(149)
1.2 数组	(150)
§2 数组说明语句 DIM	(152)
§3 数组的应用	(153)
3.1 数据检索	(154)
3.2 分类统计	(155)
3.3 排序问题	(158)
3.4 矩阵运算与线性方程组求解	(165)
* 第九章 图形与绘图语句	(171)
§1 屏幕的显示方式	(171)
1.1 屏幕显示方式	(171)
1.2 屏幕显示方式语句	(173)
§2 低分辨率绘图语句	(173)

2.1	颜色选择语句	(174)
2.2	画点语句	(174)
2.3	画水平线语句	(175)
2.4	画铅直线语句	(175)
2.5	程序举例	(176)
§3	高分辨度绘图语句	(179)
3.1	颜色选择语句	(179)
3.2	描点语句	(180)
3.3	程序举例	(181)
*	第十章 文件与磁盘操作系统	(190)
§1	文件的基本概念	(190)
§2	磁盘操作系统	(191)
2.1	软磁盘与软磁盘驱动器	(191)
2.2	磁盘操作系统的引导	(192)
2.3	DOS 3.3 常用命令	(193)
§3	程序文件	(199)
§4	数据文件	(202)
4.1	顺序数据文件	(203)
4.2	随机数据文件	(210)
实验一	微型计算机简单使用方法	(220)
实验二	整行编辑方法和输入输出语句	(225)
实验三	程序和编辑和条件转移	(228)
实验四	程序调试方法	(232)
实验五	循环语句	(236)
实验六	字符串函数、自定义函数和子程序	(238)
实验七	数组	(241)
实验八	文件与磁盘操作系统	(250)
附录		(255)

第一章 电子计算机简介

电子计算机的诞生,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。马克思主义认为,生产力决定生产关系;科学技术是生产力,而且正在成为越来越重要的生产力。40年以来,电子计算机极大地增强了人类认识世界和改造世界的能力,影响到人类社会的各个领域,计算机科学正成为新技术的带头学科和先导技术,它促使世界从社会工业化向社会信息化方向发展。

本章概括性地介绍电子计算机的基本构造原理及其发展应用。

§1 电子计算机的发展和应用

1.1 计算机的产生和发展

电子计算机首先是作为一种计算工具而产生的。第二次世界大战中,为了满足计算弹道的需要,由电气工程师普雷斯波·埃克特(J. Prespen Eckert)和物理学家约翰·莫克利博士(John W. Mauchly)领导的研制小组,设计试制了世界上第一台电子计算机——电子数字积分机和计算机ENIAC,它用了18800个电子管,占地170平方米,重达30吨,耗电150千瓦。它的运算速度每秒能做5000次运算。此后,电子计算机以大约每10年一代的速度,经历了四个发展阶段:

第一代,1948年—1957年,用电子管,体积大,速度低,主要用于科学计算。

第二代,1958年—1964年,使用晶体管,体积减小,速度及

稳定性提高。

第三代,1965年—1974年,使用中、小规模集成电路,使体积进一步减小,运算速度和可靠性又有很大提高。

第四代,1974年到现在,由于使用了大规模集成电路,出现了微型计算机和巨型计算机,前者标志着一个国家的应用水平,后者反映了一个国家科技发展状况。

目前,科学家们正在研制第五代计算机。日、美、苏都在这方面投入了大批的人力和物力,加紧研制。第五代计算机是一种具有人工智能的新一代计算机。

我国自1958年研制出第一台电子管数字计算机,1974年又相继生产了DJS100、180小型计算机系列以及模拟机DJM300系列。80年代以后我国计算机工业在引进外国技术的基础上,有了突飞猛进的发展,到1986年止,已生产大中型机百余台,小型机千余台,微型机十余万台。据1987年的统计,供青少年学习用的微机已达7万台。据预测,到2000年我国大中小型机的年需要量为3.6万台,微型机为186万台,计算机专业人才和应用人才160万人,操作使用人员近千万。应用领域将涉及科学计算、科学管理、军事指挥、办公自动化、传统工业改造、计算机辅助设计、测试、制造、教育诸方面。总之,计算机的广泛应用必将促进我国现代化建设的进程。

1.2 计算机的本质是信息处理机

计算机最主要的功能是可以处理信息。信息是系统传输和处理的对象。凡是有次序的符号排列(包括语音、文字、数据、状态)都载荷着信息。信息和物质、能量一起,被看作是构成系统的三大要素之一。

从表面看,计算机好比一个黑匣子。这个黑匣子有一个入口和一个出口,如图1-1所示。信息由入口输入,计算机对输入的信息自动地、快速地进行存储、变换和加工;加工好的信息由出口输出。因此,就本质来说计算机应当叫做**信息处理机**。“计算机”这个名称是由于其诞生时只具有数值计算的功能而赋名的,近代

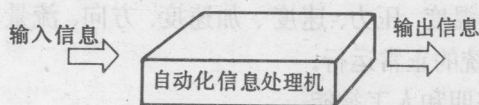


图 1-1 计算机处理信息

计算机的发展,使它的功能大大扩展了,计算机成为信息加工厂和处理机。目前在计算机应用中,数值计算只占 10%,过程控制占 5%,而 80% 以上的应用都在非数值信息处理——语言文字处理方面。计算机成为扩展人类智力的工具。目前电子计算机处理的信息主要包括以下几个方面:

1. 数值计算

人造卫星轨道、天气预报、科学研究、军事、交通、探矿等,都要使用电子计算机进行大量而快速的数值计算。如:拦河大坝的设计,需要解含有几百个未知数的方程组;又如,天气预报,摧毁敌方射来的导弹,需要在很短时间内得出实验结果,选择对策。

2. 数据处理

电子计算机能对大量的数据加以记录、整理、分类和统计,加工成人们所需要的形式。例如,用于人口普查,可以将大量的人口资料整理加工,有助于综合研究。用于图书资料管理,可以将大量的资料 and 情报自动编排,便于随时检索。用于企业管理,可以分析市场动态,安排生产计划,进行经济核算。用于招生考试和体育比赛,可以统计考生或运动员的姓名、号码、各科(项)成绩,能自动地计算总分、均分,能自动排名次,决定录取或得奖名单,打印通知书。

3. 辅助设计

利用电子计算机可以帮助设计飞机、导弹、卫星、船舶、建筑、服装等,可以设计大规模集成电路,甚至设计更新的计算机。

4. 自动控制

电子计算机能够对生产过程和实验过程进行自动控制。例如,在机械加工、石油化工、电力冶金、交通运输及航天技术等方面,需要自动控制温度、压力、速度、加速度、方向、流量、流速等因素,以确保系统的正常运行。

5. 逻辑证明和人工智能

计算机能够进行逻辑证明。例如,1976年美国阿佩尔、哈肯和科奇在计算机上解决了数学家们一百多年来悬而未决的四色问题(任何画在平面上或球面上的地图,要求相邻的国家或地区不用同一种颜色着色,最多只需要四种颜色)。证明过程中,用1200小时的机器时间,需要计算机作出200亿个逻辑判断。如果要人去作,需30万年才能完成。此外,计算机能够进行自动翻译,识别文字、图案及语音;计算机还能够模拟人的智能,例如积累多位名医的经验,对某些疾病进行治疗;工厂里使用智能机器人,代替人的部分劳动。

1.3 计算机辅助教育

计算机在教育上的应用,一般称为**计算机辅助教育**(CBE Computer Based Education)。它是近年发展起来的一门新兴技术。计算机辅助教育CBE的功能十分丰富,它包括以下几方面:

- 计算机辅助教学 CAI (Computer Assisted Instruction)
- 计算机管理教学 CMI (Computer Managed Instruction)
- 计算机学科与工程教育

1. 计算机辅助教学 CAI

CAI是一种自动教学技术,它通过计算机将教学内容按一定方式和顺序展示给学习者,通过学习者和计算机的对话(人一机对话),实现各种教学功能。

CAI辅助的对象是学生,能够针对不同的学生实现个别化教学,建立一个丰富而生动的教学环境。

CAI可以分为教课、咨询、练习、模拟、游戏等类型。这些类

型的软件专门用于辅助教学,因而被称为教学软件,又叫做课件,以区别于一般的软件。

教课型课件通常采用程序教学方式,例如,首先讲述一个概念,然后举些例子(正面的或反面的),再通过问题检查学生是否了解这些概念,根据学生了解的程度分别让学生进入不同的学习路径,进行后续的学习。教课型课件适于引入和教授新概念、新公式和复习总结。

例如,中学物理教学软件《波动与曲线运动》就是一个教课型课件。

咨询型课件一般采用菜单式提示,让学生选取他要学习或查询的内容,计算机扮演着字典或图书馆的角色,但其咨询效率却高得多,例如人查字典约 20 ~ 30 秒查出一个字,而用计算机只需零点几秒即可。

例如,天文学教学软件《天文观测台》就是一个咨询型课件,在屏幕上可以利用它查询到任何时间(1 年至 9999 年的任何时刻)、任何地点(地球上的任何经纬度)抬头所见的天象图。

模拟型课件利用模型来模仿真实的现象,具有生动逼真、费用低和无危险等优点。它可以模拟物理、化学等实验,还可以模拟飞机、车、船等的操作。

例如,中学化学教学软件《化学实验室》就是一个模拟型课件。它包括 150 种化学试剂和实验工具,可以做 50 种化学实验。

练习型课件是由计算机向学生显示习题,要求学生回答。若回答正确,就给予肯定,并进入下一个问题;否则就给予适当提示,再次显示问题。例如本书第七章中将介绍的《学生四则运算自我测试系统》软件,就是一个练习型课件。

游戏型课件把竞争性带入教学过程,使学习者在富有趣味的游戏中掌握知识,提高能力。

2. 计算机管理教学 CMI

CMI 的功能是用计算机管理和指导教学过程。CMI 辅助的

对象是教师,它能够支持教师的教学活动。例如,帮助教师安排学生的学习,记录学生的学习状态;按照教师的要求自动出题,学生回答后由计算机批改并统计成绩;教学行政管理,如排课表、分配教室,以及学籍管理、档案管理、图书管理等。

3. 计算机学科与工程教育

计算机学科作为学校里的一门课程,可以使学生了解计算机的构造原理、功能和各种应用软件,如字处理、数据库、表格、网络等;让学生学会计算机的使用和操作,为进入社会工作打下基础。

§2 计算机中使用的数制

计算机要用到十进制数,二进制数和十六进制数。

2.1 二进制数

二进制数的每一位数只有 0 和 1 这两个不同的数字,它以 2 为基数,进位法则是逢二进一。由于在电路中象开关的接通与断开,电平的高和低等都可以很方便地用二进制数 0 和 1 来表示,因而在计算机电路中广泛地采用了二进制数。

对于任意一个十进制数,都可以写成以 10 为底的方幂的和的形式,例如 2568 可以写成

$$2568 = 2 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

类似地,对于任意一个二进制数,也可以写成以 2 为底的方幂的和的形式,例如二进制数 10111 可写成

$$\begin{aligned} 10111 &= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 16 + 0 + 4 + 2 + 1 = 23 \end{aligned}$$

就是说,二进制数 10111 就是十进制数 23。

反过来,如果已知一个十进制数 23,怎样把它化成二进制数呢?可按“除 2 取余法”来算:

2	$\overline{23}$	
2	$\overline{11}$	 1 (余数 1 是 2^0 的系数)
2	$\overline{5}$	 1 (余数 1 是 2^1 的系数)
2	$\overline{2}$	 1 (余数 1 是 2^2 的系数)
2	$\overline{1}$	 0 (余数 0 是 2^3 的系数)
	0	 1 (余数 1 是 2^4 的系数)

即: 23 被 2 除, 余数 1 就是 2^0 的系数, 得商 11。再将商 11 被 2 除, 余数 1 就是 2^1 的系数, 得商 5。重复以上过程, 直到商等于 0 为止。于是余数的数列 10111 就是 23 的二进制数表示。

又如十进制数 32, 用除 2 取余法, 得

2	32	
2	16	0
2	8	0
2	4	0
2	2	0
2	1	0
	0	1



即 32 的二进制数表示为 100000。

为了区别不同进制的数, 可以在该数的右下角写上基数, 例如上例中有

$$23_{10} = 10111_2, \quad 32_{10} = 100000_2$$

十进制数 0 ~ 15 这十六个数分别可以用四位二进制数表示, 如表 1-1 所示。

表 1-1 二进制、十进制和十六进制数的对照表

十进制数	二进制数	十六进制数
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A

续表

十进制数	二进制数	十六进制数
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

2.2 十六进制数

用十六进制数记数,要用到十六个数字。这时,0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 这十个数字就不够了。为此,人们依次用 A,B,C,D,E,F (也有用 $\overline{0}, \overline{1}, \overline{2}, \overline{3}, \overline{4}, \overline{5}$ 的)来表示大于9的数,如表1-1所示。十六进制的基数是十六。每一个用十六进制记数法表示的数表示十六的各次幂的和。例如十六进制数

$$459_{16} = 4 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 9 \times 16^0 = 1113_{10}$$

$$FF_{16} = 15 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 255_{10}$$

$$FFFF_{16} = 15 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 65535_{10}$$

根据表1-1所示的十六进制数与二进制数的对照关系,可以把一个二进制数表示成十六进制数,也可以把一个十六进制数表示成二进制数。

例如,二进制数1100001111,可以从 2^0 位起,向左每四位一节,最后一节不是四位的在前面加零,补到四位。然后根据对照表,把每一节二进制数换成对应的十六进制数,即,

$$0011\ 0000\ 1111_2 = 30F_{16}$$

用十六进制表示一个数,比用二进制简单。

§3 计算机的基本结构及信息处理过程

3.1 冯·诺依曼型计算机的基本结构

电子计算机是仿照人类的思维和行动方式设计成的一种自动机器,由于它具有象人脑那样能够记忆、运算和思维的功能,因而又被称为电脑。例如,在珠算课上老师让学生计算 $15-8$ 等于多少,学生先要用耳朵听,用脑子记住老师出的题目(做两数减法)和数据(15和8),然后利用算盘和减法口诀在算盘上运算,最后将结果写在作业本上: $15-8=7$ 。在这里需要用到:

耳朵,用来向大脑输入信息

大脑,用来记忆问题、数据和减法口诀

算盘,用来进行运算

手、笔和纸,用来写出运算结果

上述四项都是由大脑指挥(即控制)的,使各项协调一致、有条不紊地完成整个运算的全过程。电子计算机也仿照上述过程,具有五个组成部分:

输入设备——接受信息和数据的装置(相当于人耳或眼)

存储器——记忆信息、数据和运算法则的装置(相当于人脑中负责记忆的部分)

运算器——进行计算的装置(相当于算盘)

输出设备——输出运算结果的装置(相当于人手、笔和纸)

控制器——指挥上述各部分协调工作的装置(相当于人脑中负责指挥耳、眼、手等完成运算的部分)

由上述五个部分组成的计算机如图1-2所示。这种构造的计算机是由冯·诺依曼于1945年提出来的,因而叫做冯·诺依曼计算机。