

新编

奥林匹克基础知识及素质教育丛书

计算机(上)

主编: 吕 品

展开思想的翅膀
活跃在奥林匹克广场上
为了明天的成功
哪怕今天模爬滚打
让我们手挽手
深挖智慧的力量
奋斗——前进——
这里是陈兵的战场



科学技术文献出版社

◇ 新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书

计 算 机

(上册)

主 编 吕 品
编 著 王 惠

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

计算机/吕品主编.-北京:科学技术文献出版社,1999.3
(新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书)

ISBN 7-5023-3231-6

I. 计… II. 吕… III. 计算机课-中学-教学参考资料 IV. G633.673

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 38983 号

出 版 者:科学技术文献出版社

图 书 发 行 部:北京市复兴路 15 号(公主坟)中国科学技术信息研究所大
楼 B 段/100038

图 书 编 务 部:北京市西苑南一院 8 号楼(颐和园西苑公汽站)/100091

邮 购 部 电 话:(010)68515544-2953

图书编务部电话:(010)62878310,(010)62877791,(010)62877789

图书发行部电话:(010)68515544-2945,(010)68514035,(010)68514009

门 市 部 电 话:(010)68515544-2172

图书发行部传真:(010)68514035

图书编务部传真:(010)62878317

E-mail:stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑:王亚琪 王 琦

责 任 编 辑:王亚琪

责 任 校 对:赵文珍

责 任 出 版:周永京

封 面 设 计:宋雪梅

发 行 者:新华书店北京发行所

印 刷 者:北京建华胶印厂

版 (印) 次:1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

开 本:850×1168 32 开

字 数:259 千

印 张:9.625

印 数:1—10000 册

定 价:24.00 元(上册 14.00 元 下册 10.00 元)

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

前 言

近些年来,世界范围内的学科奥林匹克竞赛方兴未艾。我国自参赛以来,不断取得优异成绩。1997年,我国参加在阿根廷布宜诺斯艾利斯举办的第37届世界数学奥林匹克竞赛,6名选手均获金牌,并取得了团体第一名的好成绩。学生参加各学科的奥林匹克竞赛活动,不但为国家争得了荣誉,也已成为他们丰富学习的内容、增长知识、提高各门功课学习成绩的重要方式之一。

为了帮助广大中小学生完整、准确、全面地掌握各门功课的学习内容,在日常的学习和参加奥林匹克竞赛活动中取得好的成绩,同时为了配合目前中小学素质教育,我们邀请了京内外著名奥校具有多年教学与辅导经验的权威老师,编写了这套《新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书》。

参加本丛书编写工作的老师,全部来自于教学第一线,具有扎实的基础理论功底和丰富的教学实践经验。他们结合自己多年教学、科研和奥校辅导的经验,在总结各类奥林匹克竞赛教学讲义、习题解答及辅导材料的基础上,博采众家之长,形成了本丛书独具特色的风格和特点:

(1)学科门类齐全。全套丛书共18分册,涵盖数学、物理、化学、生物、计算机5个学科,跨越小学、初中、高中三个阶段,是目前此类图书中覆盖学科最广、教学内容最全、实用性最强的奥林匹克竞赛系列丛书之一。

(2)普及与提高并重。各册书紧密配合本年级的教学进度,选择基础性强、应用性广、具有代表性的教学内容作为专题,进行重点讲解,旨在提高大多数学生的学习水平。同时又根据各学科竞赛的实际需要,选择针对性强的专题,以点带面,重点讲解。

(3)科学准确,结构合理。各分册按照学科特点进行科学编排,内容繁简适当。对于教学中的重大疑难问题,分析透彻,注重科学性和准确性。重点、难点部分举一反三,力求使学生在理解的基础上,学会灵活运用。

(4)新颖独特,趣味性强。各分册力求做到选题典型、新颖有趣,例题讲解富有启发性,注意培养学生独立思考的能力。注重从学习方法、分析思路和解题技巧上,全方位、多角度地培养学生对各种知识的综合运用能力。

为便于学生掌握各门功课的学习要领,各分册除对基础知识进行系统讲解外,还配备有一定数量的练习,并附有提示及答案,供同学们根据自己的实际情况有选择地使用。

我们真诚地希望本套丛书能对同学们参加奥林匹克竞赛和各类学科竞赛有所裨益,能有助于我国中小学生全面提高各门功课的学习成绩。书中如有错漏或不当之处,欢迎读者批评指正。

新编奥林匹克基础知识及素质教育丛书

主要作者简介

- 吴文虎 中国计算机学会普及委员会主任
国际信息学奥林匹克中国队总教练
清华大学计算机系教授
- 吕 品 全国计算机教材审查委员会委员
北京信息学奥林匹克学校副校长
中学高级教师
- 刘 尧 北京教育学院化学教研室主任、教授
- 陆 禾 北京 14 中化学特级教师
北京市有突出贡献的专家
- 黄儒兰 北京教育局化学教研室主任
中学特级教师
- 冯士腾 北京宣武区教育学会秘书长
中学特级教师
- 李方烈 北京宣武区中学数学教研室主任
中学特级教师
- 赵欣如 北京师范大学生物系教授
中国生物奥林匹克竞赛委员会委员
- 曹保义 北京师范大学二附中副校长
生物教研组组长
中学高级教师

- 高建军 湖南长沙一中生物教研组组长
中学高级教师
- 石长地 首都师范大学研究生处教师
数学奥林匹克专业研究生毕业
教育学硕士
- 贺贤孝 辽宁师范大学数学系教授
辽宁数学教育学会副会长
- 杨 骞 辽宁师范大学数学系副教授
大连市奥林匹克学校校长
- 由 峻 北京市宣武区中学教研室主任
- 秦家达 北京市 66 中物理教研组组长
中学高级教师
- 高玉镶 北京师范大学附中物理高级教师
- 马凌风 北京市 15 中物理教研组组长
中学高级教师
- 王健子 北京市 15 中物理高级教师

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书是为广大青少年计算机爱好者和信息学奥林匹克学校的学生了解信息学奥林匹克和深入学习计算机知识而编写。其主要内容为:PASCAL 语言的基础知识;基本数据结构(如栈、队列、链表、数组、树、图等);常用算法;人工智能的一些初步知识(如深度优先搜索、广度优先搜索、启发式搜索、分枝定界、动态规划和博弈等)。

全书有三个特点:一是以算法为中心,语言为工具,结合算法和程序的设计学习 PASCAL 语言的有关知识。二是理论与实际密切结合,从实例出发引出理论,再用理论指导实践,解决实际问题。内容有一定深度但不脱离学生实际。三是便于自学。书中有较多的实例,有详尽的分析,并配有相当数量的习题来加以巩固。

科学技术文献出版社 向广大读者致意

科学技术文献出版社成立于 1973 年,国家科学技术部主管,主要出版科技政策、科技管理、信息科学、农业、医学、电子技术、实用技术、培训教材、教辅读物等图书。

我们的所有努力,都是为了使您增长知识和才干。

目 录

第一章	概述	(1)
第二章	结构化程序设计初步	(19)
第三章	子程序	(75)
第四章	数据结构	(96)
第五章	递归	(164)
第六章	常用策略	(205)

第一章 概述

§ 1.1 计算机语言及其发展

一、什么是计算机语言

计算机是按照人们的命令工作的。人们把自己的思想、要做的事告诉别人，要用人与人交流信息的工具，这个工具就是语言。同样，人们要把需要做的事告诉计算机，也要用“语言”，但必须是计算机能理解、能执行的语言，我们称之为计算机语言。而人类交流思想的语言就称之为自然语言。

目前计算机技术还远远达不到人的大脑水平，即能理解一些模糊的、多义的语言程度。例如“请您把头抬高些！”这句话就是一种模糊的说法，因为抬多高？没有明确的规定。这种情况在自然语言中，特别是在口语中经常出现，但在计算机语言中是不允许的。也就是说，计算机语言必须是无二义性的、无感情色彩的、语法语义完全确定的语言。

为了避免二义性和不确定性，也为了便于计算机处理，目前计算机语言一般都是抽象符号形式的语言，简称形式化语言。例如在数学问题中“方程 $ax=b(b \neq 0)$ 当 $a=0$ 时方程无解，当 $a \neq 0$ 时方程的解为 $x=b/a_0$ ”这一段话，用计算机语言（以 BASIC 语言为例）写出

是:

IF $a=0$ THEN PRINT“无解” ELSE $x=b/a$

计算机语言是一种形式化语言,但并不是所有形式化的语言都可以做为计算机语言。计算机语言与其他形式化语言(如数学语言、格式说明语言等)最重要的一点区别是,它可以直接地或间接地在现有计算机上有效地执行。

二、计算机语言的发展史

随着计算机技术的发展,计算机语言也经历了不断发展的过程。

1. 机器语言

最初,计算机操作人员是直接用二进制代码表示的机器指令来编写程序的。例如,在某一台计算机上,做加法 $32 + 72$ 的指令是:

10110000	00100000
00000100	01001000

这种二进制代码形式的指令是计算机能直接执行的。

这种计算机唯一能直接执行的二进制代码就叫做机器语言。机器语言是面向具体机器的,不同的计算机就有不同的机器指令,也就是有不同的机器语言,相互之间一般没有通用性。而且机器语言很不直观,难懂、难记也难读,容易出错。

2. 汇编语言

为了克服机器语言的缺点,人们用英文缩写的助记符来代替机器指令。例如上面的二进制代码用助记符可以写成:

MOV AL,20 (取十六进制数 20 存入累加器 AL)

ADD AL,48 (把累加器 AL 中的数和十六进制数 48 相加)

其中 MOV 是英语 movement 的缩写,ADD 就是英语加法。这种用符号来表示机器指令的语言就叫做汇编语言。汇编语言比机器语言容易记,也容易读,容易编程和修改。

但是计算机是不能直接执行汇编语言的,必须翻译成机器语言后,才能由计算机执行。这个翻译工作是由计算机的程序自动完成的。把汇编语言写成的程序(叫做源程序)翻译成机器语言程序(称为目标程序)的过程叫做“汇编”,完成这项工作的计算机程序就叫做“汇编程序”。

使用汇编语言虽然可以比机器语言提高工作效率,但是它与机器语言是一一对应的,一条汇编语言对应于一条机器语言(目前宏汇编语言可以一条对应几条机器语言)。仍是面向具体机器的,不同的机器有不同的汇编语言,没有通用性。另外它与我们常用的自然语言和数学语言差别很大,用它来编制程序仍是一项工作量大,比较困难的工作。

机器语言和汇编语言都是面向具体机器的语言,因此称它们为低级语言。

3. 高级语言

高级语言是完全独立于具体机器的语言,它定义了一些语义与英语接近的词和语法,可以和自然语言一样对处理过程进行描述,和数学语言一样来表示计算公式。例如前面举例的加法,用高级语言表示(BASIC)是:

```
PRINT 32 + 72
```

其中 PRINT 就是英语“打印输出”,算式和数学中的完全相同。

但高级语言和汇编语言一样,计算机是不能直接执行的,必须先用高级语言写成“源程序”,然后翻译成机器语言程序(目标程序)才能由计算机执行。把高级语言翻译成机器语言,一般有编译和解释两种方式,完成这两种工作的计算机程序分别称为编译程序和解释程序。

编译方式是将用高级语言编制的源程序输入计算机后,编译程序一次全部将源程序翻译成机器语言的目标程序,然后再逐条执行目标程序。编译程序在进行翻译时,一般要经过词法分析、语法分

析、代码生成和优化、生成目标程序等几个过程,因此编译程序一般比较大,占内存较多。如 C 语言、PASCAL 语言等都属于编译方式。

解释方式是将高级语言编写的程序输入计算机后,由解释程序对逐条语句加工解释,并立即执行这条语句。如果某一语句发现错误,解释程序就给出错误信息,并暂停执行,改正错误后再执行。一般微机上的 BASIC 语言、LOGO 语言是解释方式。

解释方式并不把源程序翻译成可执行的程序,而是依照程序中的语句和控制直接进行对数据的处理和加工。因此解释方式有较大的灵活性,占内存也较小。但由于一些重复执行的语句(如循环体中的语句)每次都要重复进行解释,一般执行效率比较低,运行速度较慢。

两种翻译方式的区别可以用下面的示意图(图 1-1)来表示。

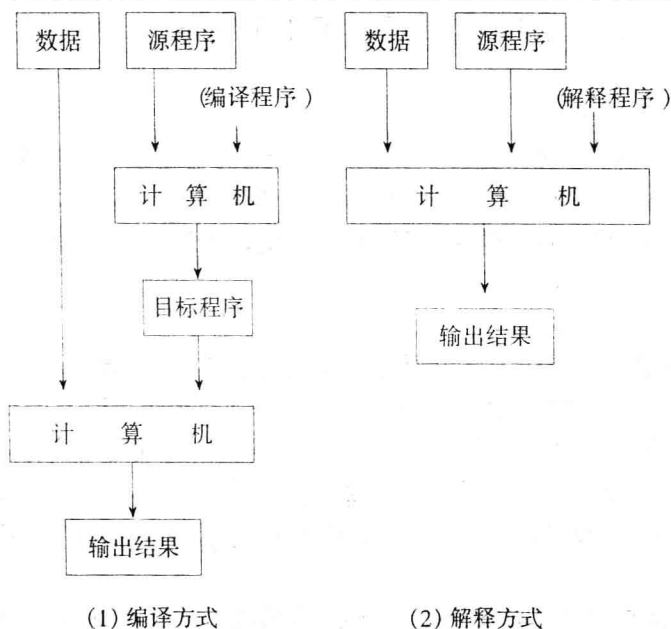


图 1-1

由于高级语言容易学,编程效率也比较高,因此获得了较大的发展。目前高级语言有几百种之多,世界上大部分计算机程序是用高级语言编写的。

§ 1.2 计算机语言的分类

计算机语言分为命令语言、查询语言、程序设计语言和定义语言等几种。

命令语言定义了一些基本的操作命令,人们可以输入这些命令,让计算机执行某些操作,但它一般不提供将这些命令组合起来的手段。例如 DOS 操作系统的命令就是一种命令语言。

查询语言是用来存取数据库中信息的一类语言。例如数据库管理系统 Foxbase 就是一种查询语言。

程序设计语言是用于书写计算机可以执行的程序的语言。程序设计语言是计算机语言的主要组成部分。计算机上运行的各种操作系统、应用软件等都是用程序设计语言编写成的。

自计算机诞生以来的 50 多年中,程序设计语言得到了很大的发展,到目前已有上千种之多,常用的也有一二十种,形成一个很大的家族。

对于程序设计语言可以从许多不同的角度加以分类。主要有:

(1)依照语言的应用范围,可分为通用语言(支持各种领域中的程序开发)和专用语言(仅用于某一专门领域)。

(2)依照与计算机的相关程度,可以分为低级语言(与机器密切相关的,如机器语言和汇编语言)、高级语言(独立于具体计算机的,如 BASIC, PASCAL)。

(3)依照描述的程序中同时存在的控制流(进程)数目,可分为串行语言、并行语言和并发语言等。

(4)依照描述计算的基本方式,可分为过程式语言、函数式语言、逻辑式语言、面向对象式语言、数据流语言等等。

下面介绍一些常用的高级程序设计语言。

1. LOGO 语言

它是由美国麻省理工学院的教授西蒙·佩伯特(Seymour Papert) 60年代根据儿童的心理特点研究成功的一种程序设计语言。这种语言的特点是采用“海龟”形式进行绘图,既直观有趣又容易学,特别适合少年儿童学习。

2. BASIC 语言

BASIC 是英语 Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code 的缩写,中文含义是“初学者通用符号指令代码”。是微型计算机常用语言之一。它设计的目的正如它的名称所表示的,是面向初学者的,语法比较简单,有较多的人机对话,因而简单易学,便于修改和调试,特别适合非计算机专业的工作者编写自己的应用程序。

随着计算机技术的发展,BASIC 语言也在不断地发展、改进。目前的 Visual BASIC 其功能强大,已可以和其他高级语言媲美。而且它的大部分的屏幕界面可以直接进行“可视性”的设计,即用系统提供的绘画工具,直接在屏幕上作图,系统自动地转换为程序,节省了编程人员大量的时间和精力。并且还提供了编译的方式。它是编制 Windows 环境的应用程序良好的工具。

3. PASCAL 语言

它是由瑞士沃思教授(Niklaus Wirth)在 70 年代初研制出来的,目的是为教学和结构化程序而设计的。由于它符合结构化程序设计的原则,有丰富的数据类型和各种控制结构,适用于计算机专业的语言教学,也适用于编写系统软件。

4. FORTRAN 语言

它是研制较早(1957 年)的一种高级语言。它比较适用于数值计算和工程计算,因此在一些科学研究机构和工程设计单位比较流

行。

5.C语言

是由美国贝尔实验室开发的高级编程语言。它是高级语言,但也能在低的级别和汇编语言级别上操纵计算机,因此更适用于系统软件的开发。

6.FORTH语言

是为小型计算机设计的高级语言。它是一种多级语言体系,可在机器语言、汇编语言和高级语言下编制程序,因此有人称它为中级语言。它提供了便于用户扩充功能的手段,具有运行速度快,所需内存少的特点,在军事和实时控制中应用较多。

7.COBO L语言

是一种高级商业用编程语言,在国外商业界应用较广。但由于用它书写的程序较长,并使用了很多的英语单词,所以在中国应用不多。

8.LISP语言

是60年代发明的一种人工智能语言。它是第一个突破冯·诺依曼机制,以符号为处理对象,以函数递归为基本工具的语言,因此也称为表处理语言。目前已成为主要的人工智能通用程序设计语言。

9.PROLOG语言

1972年发明的一种逻辑程序设计语言。它突破了传统程序设计概念,形成了一种新的逻辑程序设计的风格。它是以符号为处理对象的描述性语言。目前在人工智能界,PROLOG语言已成为与LISP语言齐名的通用人工智能程序设计语言,几乎所有计算机都有不同版本的PROLOG在运行。

10.SMALLTALK语言

是用面向对象思想和概念设计的计算机语言,是第一个典型的纯面向对象的语言(环境)。1971年开始研制,1980年完成最后版本。它的问世开创了一种新的程序设计风格——面向对象的程序设计。它也影响到其他语言的发展,例如TURBO PASCAL 6.0和

C++等语言版本都增加了面向对象的程序设计的功能和环境。

11. C++ 语言

是 1983 年由贝尔实验室开发,用于管理、设计和维护大型软件系列的高级语言。它在 C 语言的基础上增加了多种功能,特别是面向对象的程序设计功能。它是一种目前最常用的面向对象的编程语言。

12. DELPHI 语言

是在 IBM 兼容个人计算机上运行的面向对象的程序设计语言。它在 Microsoft Windows 下运行并具有类似于 PASCAL 的语法,使程序员可以容易地从传统语言转到面向对象的语言。它是“可视性”语言的一种,一些界面的设计、图形等,用户可以不编程,只需直接在窗口中进行直观的设计,由系统自动地翻译成相应程序。它特别适宜编制 WINDOWS 界面的应用程序。

§ 1.3 程序设计

一、什么是程序设计

程序从形式上看,是一系列指令,或叫做命令、语句。但它又不是任意组合的命令,一个特定的程序能完成一定的任务或解决某个问题。所以程序是:

能完成某项任务的一系列指令就是程序。

什么是程序设计呢?我们要编制一个程序,就要首先分析问题,找出解题方法,然后写出程序,最后上机调试通过。因此,程序设计就是设计、书写和调试程序的过程。