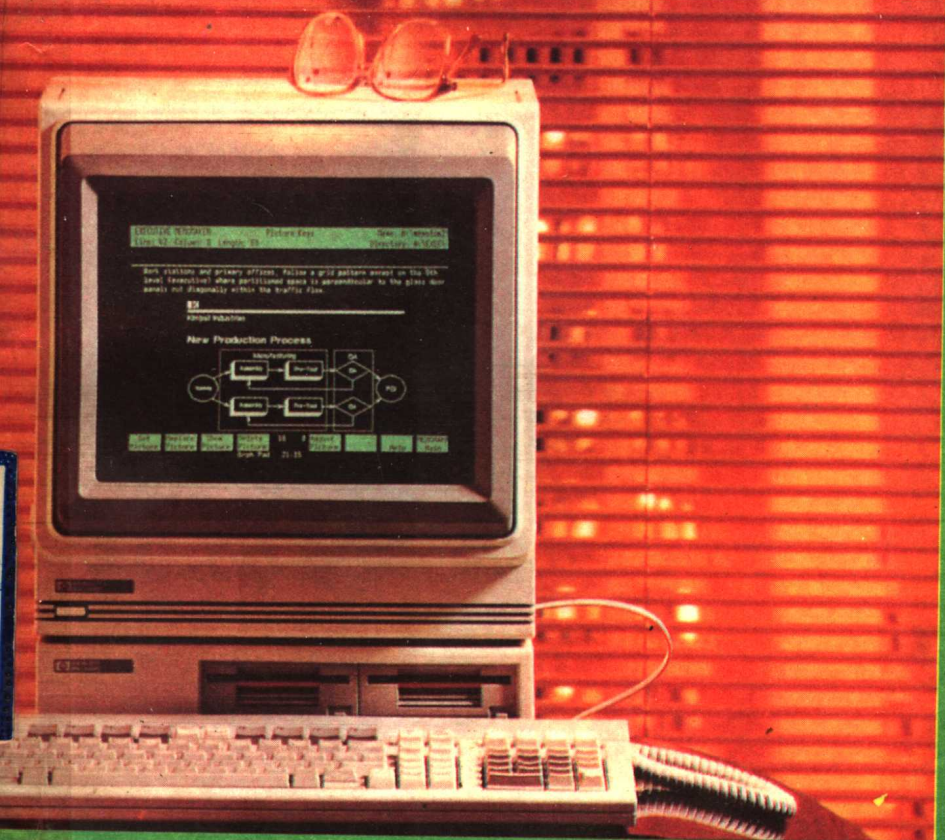


信息学(计算机) 奥林匹克

LOGO本

北京大学出版社



信息学(计算机)奥林匹克

(LOGO 本)

张万增

陈文慧 编著

王 惠

北 京 大 学 出 版 社

新登字(京)159 号

**信息学(计算机)奥林匹克
(LOGO 本)**

张万增 陈文慧 王 惠 编著

责任编辑: 郭佑民

*

北京大学出版社出版发行

(北京大学校内)

北京经纬印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 32 开本 13.25 印张 290 千字

1992 年 9 月第一版 1992 年 9 月第一次印刷

印数: 00001—11,000 册

ISBN 7-301-01948-3/G · 127

定价: 5.95 元

序 言

信息学奥林匹克是计算机知识在世界范围的青少年中普及的产物。1987年,保加利亚的 Sendov 教授在联合国教科文组织第 24 届全体会议上,倡议举行国际信息学奥林匹克,定名为 International Olympiad in Informatics,简称 IOI。首届 IOI 于 1989 年 5 月在保加利亚首都索菲亚举行,13 个国家的 46 名青少年选手参赛,中国队的三名选手获三块铜牌,团体总分第二。IOI' 90(第二届)于 1990 年 7 月在原苏联的明斯克举行,26 个国家的 104 名选手参赛,中国队的四名选手获一块金牌、两块银牌、一块铜牌,团体总分第二。IOI' 91(第三届)于 1991 年 5 月在希腊首都雅典举行,23 个国家的 76 名选手参赛,中国队的三名选手获两块金牌、一块银牌,总分第一,IOI' 92(第四届)于 1992 年 7 月在德国波恩举行,中国队的四名选手获三块金牌,一块银牌,以总分 785 分的优异成绩名列 45 个参赛队之首。

举办国际信息学奥林匹克的目的是:通过竞赛形式对有才华的青少年起到激励作用,促其能力得以发展;让青少年彼此建立联系,推动知识与经验的交流,促进合作与理解;宣传信息学这一新兴学科,给学校这一类课程增加动力与启发新的思路;建立教育工作者与专家档次上的国际联系,推进学术思想交流。

从学科国际奥林匹克来看,只有信息学奥林匹克中国是

首届就派队参赛的,其中的一个重要原因是计算机在中国青少年中的普及受到党和政府的重视,得到了老师、家长和社会各界的支持。许多有识之士认识到“计算机的普及要从娃娃做起”的战略意义。科学技术是第一生产力,未来人才的全面素质,包括科学素养,是发展科学技术,增强综合国力的重要因素。计算机在青少年中的普及是多方面分层次的,有课堂教学也有课外活动,竞赛也是其中的一种形式,在国内各区县、各省市所举行的竞赛的目的,说到底是为了推动普及,使学生开阔眼界,扩大知识面,了解计算机科学基本知识、应用领域、发展状况,培养逻辑思维、创造性思维,以及应用计算机解决实际问题的初步能力。要普及就要有教材,课堂教学要有课本,课外活动也要有辅导材料。为了推动计算机的普及,北京市计算机竞赛委员会及市信息学(计算机)奥林匹克学校的几位热心而又有经验的老师集体编写了这套课外读物(可作各地“信息学奥林匹克学校”教材):《信息学(计算机)奥林匹克》,先分五册由北京大学出版社出版发行。它们是:初级版(适合于小学高年级和初中低年级学生)、中级版(适合于初中高年级和高中低年级学生)、高级版(适合于高中高年级学生)。LOGO版(适合于学过 LOGO 语言的中、小学生)和习题集(包括各册中的习题和解答)。前三册供学过 BASIC 语言的同学选用。这套读物涉及计算机的典型算法和基本的数据结构知识,重在讲解编程解题的思路与技巧,有丰富的例题、习题和透彻的讲解,希望能使读者感到亲切喜读。这里需要说明的是,计算机是实践性很强的学科,阅读教材应和上机实践密切结合才能真正学懂,学到手。另外,书上给出的方法也只是为了抛砖引玉。小读者中有许多是善于独立思考的人,我们鼓励创造性

的思维,希望你编写的程序更有效,更高明。

信息学竞赛是智力与计算机解题能力的竞赛。中国的青少年业已在世界大赛中显露出自己的才华,他们没有辜负党和人民的期望。社会主义祖国重视青少年的全面发展与科学素养的提高。中华民族有志气有能力自立于世界民族之林。作为教师,我们有责任自觉地将普及现代科技知识与中华民族光辉灿烂的未来联系起来。“精心育桃李,切望青胜蓝”是我们写这套书的初衷。

**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**

吴文虎

1992年8月于清华园

前 言

LOGO 语言是 1968 年由美国麻省理工学院(MIT)人工智能实验室的西蒙·佩帕特(Seymour Papert)教授领导下开发出来的。佩帕特教授原来是个数学家。他 1964 年在瑞士就开始从事儿童智力发展的研究,后来他来到美国麻省理工学院人工智能实验室与明斯克(Mavin Minsky)教授共同研究智力开发理论和思维理论。1967 年他和儿童实验室、计算机科学实验室的同事们共同研究《建造人工的儿童学习环境》课题时,萌发了研制儿童计算机语言的想法。他认为这种语言要与传统的计算机语言有较大的不同,它不能从单纯的数学算法入手,但又要考虑到今后可用于程序语言的普及。后来他决定用一种类似看图识字的方法。“LOGO”这个名字是 Wallace Feurzeig 教授建议使用的,它不是英文单词,也不是英文缩写,而是希腊文,它的原意是“文字、符号”和“思索”之意。使用这个名字的寓意是:LOGO 语言中包含文字和图形,它可以引导人们像看图识字一样去思索,从而产生定性定量的感知,培养编程和思维能力。

作为 LOGO 语言的主要设计者的佩帕特教授,他在研制 LOGO 语言时对心理学、教育学、语言文字和艺术等各种学科都做过许多调查和研究。特别值得一提的是,他对我们中国的文字,包括甲骨文也进行过研究。这些都融进了 LOGO 语言的设计之中。LOGO 的研制人员大都是 LISP 语言的专家,

LOGO 语言的字表处理源于 LISP 而又有了较大的改进。

苹果(APPLE)计算机上的最早的 LOGO 语言是在 1979 年由苹果公司软件专家 Alanker 开发的。之后,各种版本的 LOGO 语言相继推出。很快 LOGO 语言就传到世界各地,并在中小学计算机教育中发挥越来越重要的作用。佩帕特教授认为 LOGO 不仅是一种语言,而且是一种环境,一种思想和文化。在 LOGO 语言所创造的环境中,人们很少感到束缚,它不像其他计算机语言那样,要求人们一开始就必须记住许多死板枯燥的条文和格式,LOGO 程序也不依赖于高深的数学知识。LOGO 寓教育于娱乐之中,LOGO 鼓励人们去实践,去探索,去总结,去提高。

LOGO 语言入门很容易,你只要掌握几条命令(如前进、右转等)就可以操纵计算机,让计算机在屏幕上画出图形,你还可以进一步发挥想象力和创造力使图形更加别致和有趣。成功的喜悦会使你产生深入求知的动力,你会自感能力的不足,产生深入掌握更多命令和技巧的欲望。如此下去,随着学习的深入,思路会越来越开阔,能力会越来越高。这种学习过程不同于传统的灌输式学习过程,不会有古板乏味的感觉,你会在轻松愉快的环境中学到很多程序设计的方法和技巧,同时也会提高分析问题和解决问题的能力。

深入学习 LOGO 语言,你会感到天地广阔。有些人常用“小孩子画画图”来概括 LOGO 语言,实际上这些人往往是 LOGO 的门外汉。只要对 LOGO 有一定了解的人都不会同意这种看法。LOGO 语言吸收了很多其它计算机语言的长处,它具有良好的结构程序设计风格;包括“数”、“字”、“表”和布尔逻辑值等多种数据类型以及对这些数据的多种处理方式;

LOGO 新命令的定义可以使 LOGO 的功能不断地拓宽和发展;递归在 LOGO 编程中的广泛应用……。所有这些都会使你感到在 LOGO 领域中大有作为。

LOGO 语言是一种教学语言。正像其它计算机语言各有不同的应用侧重点一样(FORTRAN 主要用于科学计算, COBOL 主要用于商业, LISP 主要用于人工智能), LOGO 的应用侧重于计算机教学领域, 用于开发智力和训练计算机编程技巧。在中小学教育部门, LOGO 语言占据了越来越重要的地位。不少专家都认为在小学、中学学习 LOGO 语言, 而后学习 PASCAL 语言是学习计算机程序设计的最佳途径。

在推广 LOGO 语言的同时, 不少国家都着手研制具有自己本国特点的 LOGO 语言。在我国, 北京大学先后研制出全汉语拼音 LOGO 系统、苹果机和中华学习机软汉字 LOGO 系统(BD-2.0)、中华学习机硬汉字 LOGO 系统(BD-2.1)。国际 LOGO 学术刊物《LOGO EXCHANGE》1988 年 5 月报道了北京大学在 LOGO 方面的成果, 有些国家的 LOGO 专家还来北京大学进行了 LOGO 学术交流。在国内还有不少单位和个人从事了 LOGO 语言的研究工作, 并且取得了可喜的成果。

随着 LOGO 语言在我国的深入普及和 LOGO 竞赛的相继举行, 我国的 LOGO 教学水平不断提高, 普及性的教材已无法满足广大教师和学生的要求, 特别是计算机课外小组及参加 LOGO 竞赛的选手, 迫切需要深入学习和研究 LOGO 的教材。为此, 我们编写了这本书, 希望能达到这个目的。本书分多个专题, 选用了大量例题讲解 LOGO 语言的编程方法。这些例题尽可能融知识性、趣味性和系统性于一体, 并选

进了不少竞赛试题。后面几章还介绍了 LOGO 语言更加深入的知识和技术资料。本书使用的 LOGO 系统是北京大学研制的 BD-2.1 或 BD-2.0 LOGO 系统。除去汉字功能外完全与 MIT-LOGO 及中华学习机固化的 LOGO 系统通用。因此,在不使用汉字时本书可以使用 MIT-LOGO 或中华学习机 LOGO 系统。书后附录列出了这些版本的全部 LOGO 命令的用法及全部的输出信息;还有 IBM-LOGO 命令和信息全表以及打印程序、图形的方法。这些命令和信息表,都是由系统内部直接得到的,不会有遗漏,所以都称它们为全表。

本书第三、四、六章由王惠编写,第二、五、九章由陈文慧编写,其余部分由张万增编写。本书还备有三张软盘:

1. BD-2.1 汉字 LOGO 系统盘;
2. 竞赛试题解答及第二、五章习题解答;
3. 第三、四、六章习题解答。

这些软盘也由北京大学出版社出版发行。

由于时间紧和我们的水平所限,书中难免有错误和不足之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

1992 年 4 月于北京

目 录

第一章 LOGO 语言的特点及编程方法概述	(1)
1.1 LOGO 语言的特点	(1)
1.2 LOGO 编程方法概述	(3)
第二章 LOGO 语言绘图	(6)
2.1 绘图工具过程	(6)
2.2 组合图形	(15)
习题二	(72)
第三章 数及字表常用工具箱	(79)
3.1 检测工具	(79)
3.2 数学运算工具	(82)
3.3 字表处理工具	(91)
3.4 打印输出及窗口显示工具	(104)
3.5 工具箱应用举例	(107)
第四章 数值计算	(113)
4.1 自然数性质及数码	(113)
4.2 一般数值计算	(124)
4.3 精度计算	(137)
4.4 数制转换	(141)
4.5 逻辑判断	(148)
4.6 排列与组合	(153)
4.7 随机模拟	(160)
4.8 不定方程	(167)
4.9 排序与检索	(170)

习题四	(180)
第五章 字和表的应用	(190)
5.1 用字符组成图形	(190)
5.2 几个例子	(194)
5.3 加密和解密	(202)
5.4 关联表	(207)
习题五	(212)
第六章 数组及其应用	(215)
6.1 一维数组	(215)
6.2 一维数组的应用	(218)
6.3 二维数组及其应用	(225)
习题六	(234)
第七章 深入递归设计	(238)
7.1 如何正确认识递归	(238)
7.2 两棵树问题的程序设计与分析	(244)
7.3 梵塔(HANOI)问题	(254)
第八章 LOGO 命令、变量和参数的深入讨论	(264)
8.1 LOGO 命令	(264)
8.2 LOGO 变量	(275)
8.3 LOGO 的参数	(283)
第九章 用 LOGO 语言解 BASIC 语言竞赛题	(290)
第十章 LOGO 的内存分配及重要地址应用	(308)
10.1 LOGO 系统的内存分配	(308)
10.2 LOGO 重要地址及功能	(310)
10.3 LOGO 重要地址应用实例	(312)
第十一章 LOGO 与汇编语言的接口及 LOGO 音乐文件	(326)
11.1 .CALL 命令的用法	(326)

11.2	LOGO 汇编文件的用法	(330)
11.3	LOGO 音乐文件剖析	(337)
11.4	LOGO 音乐文件的改进	(344)
第十二章	让汉字进入 LOGO 世界	(347)
12.1	字符和汉字点阵的显示原理	(347)
12.2	中华学习机汉字显示	(351)
12.3	BD-LOGO 软盘的功能	(354)
12.4	BD-LOGO 软盘的使用方法	(356)
12.5	LOGO 汉字应用实例	(361)
附 录		(366)
附录一	BD-LOGO 和 MIT-LOGO 命令全表	(366)
附录二	BD-LOGO 和 MIT-LOGO 信息全表	(389)
附录三	IBM-LOGO 命令全表	(393)
附录四	IBM-LOGO 信息全表	(405)
附录五	IBM-LOGO 打印程序和图形的方法	(407)

第一章 LOGO 语言的特点 及编程方法概述

1.1 LOGO 语言的特点

1. LOGO 语言是积木型的模块化语言

LOGO 语言的程序是用“过程”组合而成的。“过程”是相对独立的命令组,过程可以单独设计,在不使用新过程和新变量时也可以单独调试和运行。每一个过程可以简单地用其过程名表示,作为用户定义的新命令来使用,像 LOGO 原命令一样可以组成其他过程,甚至组成其自身。过程间的数据联系可以通过设置参数和过程的输出来实现,也可以用定义专用变量的方法来实现。编写 LOGO 程序的工作就像搭积木那样,将各种功能的过程模块有机地组合在一起。这种模块化程序的优点是:

(1) 程序层次清楚,可靠性高,便于阅读和验证。

(2) 过程设置的参数是本过程的局部变量,只在本过程有效,即使与其它过程同名也不会造成错误。

(3) 任何过程都可以被多次调用,使程序大大简化。

(4) 为“自顶而下”设计程序及设计递归提供了方便。

2. LOGO 语言是交互式语言

在 LOGO 语言中,对操作者在键盘上打入的任何命令或命令串,计算机都会给出相应的回答。正确的就执行,错误的就给出相应的错误信息,指出错误的性质和出错的位置,为调

试程序和设计程序提供了方便条件。特别是对初学者,可以先逐个命令单独执行,观察执行效果,而后将正确的命令串合在一起组成一个过程。

3. LOGO 语言中有丰富的数据类型

在 LOGO 语言中表示数据的变量可以定义为单独的变量,也可以定义为过程的参数;可以是全程变量也可以是局部变量;每一个变量都可以表示任何一种数据类型,也可以根据需要随时改变数据类型。LOGO 数据类型不仅包括数字、布尔逻辑量和字符串(字),还包括一种叫作“表”的更大范围的数据。

4. LOGO 语言的绘图功能

用“海龟”画图是 LOGO 别具一格的特点。它与传统的画图方式的区别是通过控制模拟动物——海龟的方向和前后移动来画图。它的意义在于:

(1) 给初学者特别是少年儿童以极大的乐趣,使他们在类似游戏的活动中学习计算机知识。

(2) 开创了几何学的一个新领域——乌龟几何学。

(3) 海龟作图可以把很多复杂抽象的问题通过图形活生生地展现在屏幕上,使之变得生动、具体、一目了然。用 LOGO 语言学习“递归”要比用其它语言容易。

5. LOGO 语言鼓励使用递归

在 LOGO 语言中不但允许使用递归,而且鼓励使用递归。LOGO 的递归设计非常简单、方便,只要在编写过程时在适当位置加入自身过程名和适当参数就可以实现递归。很多复杂的问题可以用十分简练的 LOGO 程序来解决。

6. LOGO 语言是人工智能语言

LOGO 和 LISP 语言一样具有较强的“字”、“表”处理功能,可以通过“关联表”建立“事物”间的联系,使某些名字带上某些特性,让计算机记住这些“知识”,并不断“学习”和扩充知识。LOGO 程序可以用这种方法解决简单的人工智能问题。

1.2 LOGO 编程方法概述

我们之所以在本书的开头就概述 LOGO 的编程方法,是为了实现“统观全局”。可使初学者能对 LOGO 编程有个总体了解,并养成良好的编程习惯;对于学过 LOGO 的读者则是一个总结和提高。

“统观全局”在程序设计中也很重要,“自上而下地设计,自下而上地实现”是计算机程序设计的通用方法,在 LOGO 中更是如此。

自上而下也叫自顶而下(Top-down),当我们碰到一个复杂问题时,我们首先考虑的不应该是它的各个细节,也不应该全面铺开,而应该从总体着眼,把这个复杂的问题有机地化分成几个子问题。划分子问题的原则是:每一个子问题是原来总问题的一部分,要比总问题容易解决,而且只要每一个子问题能够得以解决,总问题就可以得到解决。这就是说把顶层(或说最上层)问题化为了第二层子问题。如果第二层子问题还无法全部直接得以解决,还可把其中无法直接求解的子问题继续细分成若干第三层的子问题来解决。以此类推,一层层分下去,直到每一个子问题都能直接求解。这种从总体到部分,步步求精地考虑问题的方法就是“自上而下”的方法。在实际解

决某个复杂问题时,通常就要从最底层开始,最底层问题最简单,也最容易解决,最下层问题解决了,它的上一层问题就可以解决,如此向上一层推一层,使整个问题最终完全解决,这就是“自下而上地实现”。

在 LOGO 程序设计中,上下层次的划分是以主过程、子过程、子过程的子过程……来实现的。从结构上看是主过程嵌套调用子过程,子过程再嵌套调用它的子过程。在分析问题、从总体规划设计程序时,从最上层主过程开始;在具体编写和调试程序时,从最底层子过程下手。这种程序设计方法有以下好处:

(1) 设计时,由于每一步都只细化一个或几个当前优先解决的问题,把精力放在主要问题上,这样就可以以纲带目,使程序设计变得容易。在编写调试程序时,当子过程调试完成后,子过程的正确性就有了保证,上一层过程就有了坚实的基础,问题局部化了,编写和调试程序也会变得简单容易。

(2) 每一步都只有细微的变化,但一环扣一环,步步深入,如果前一步正确就可以保证后一步正确。所以验证程序的正确性就变得容易了。

(3) 分层设计,层次分明,使程序易读、易理解、易检查,使算法易描述易交流。在一般情况下,可以不必使用传统的流程图,而用简单的程序树就可以将整个程序描述得清清楚楚。

(4) 这种程序设计的方法可以培养良好的思考问题和解决问题的习惯。这种方法在数学问题的求解和科学项目的设计中都大有用途。

在使用自上而下的方法设计程序时,如果上层问题和下层问题是类似的问题,只是数据层层变小或变简单,那么,就