



Micro-PROLOG

语言应用指南

李文峰 陈伟铭 陈国桢 编译



人民邮电出版社

Micro-PROLOG 语言应用指南

李文峰 陈伟铭 陈国桢 编译

· 4 ·

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 简 介

本书从逻辑思想上深刻剖析了 Micro-PROLOG 语言,介绍了该语言的由来与特点、程序的构成与执行、各应用领域的现状及发展前景(包括在五代机研制、专家系统设计、计算技术方面的应用等等),并提出了涉及多种学科(历史、数学、信息技术……)的应用性建议与实施方案。全书共有六章,第三章是其核心内容,书中附有大量习题与答案。结构形式新颖、启发性强,是该书的突出特点。

本书是根据《Beginning Micro-PROLOG》一书编译而成,可供大中学师生、广大计算机工作者、不太熟悉计算机知识的爱好者阅读,尤其适于用作各类成人继续教育的培训教材和自学指导书。

Micro-PROLOG 语言应用指南

李文峰 陈伟铭 陈国祯 编译

责任编辑 刘惠云

*

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

顺义向阳胶印厂印刷

华书店总店科技发行所经销

1/32

1991 年 4 月第一版

数: 141 1991 年 4 月北京第 1 次印刷

字数: 205 千字

印数: 1~3 000 册

ISBN7 115-04514-3/TP·060

定价: 3.75 元

代 序

近年来，出现了世界范围的人工智能“热”，这是因为以“专家系统”为突破口的人工智能已跳出了纯理论研究的圈子，走进了医学、地质、探矿、军事、工业、农业、气象…社会生活的各个领域，并已取得了巨大的成功，显示了极强的生命力。作为专家系统主要开发工具之一的 PROLOG 语言，也因此而倍受重视。更由于日本政府决定以逻辑程序设计语言 PROLOG 作为第五代智能计算机的核心语言，所以，也就更使 PROLOG 语言引起广泛关注而身价倍增。

现在，国内各高等院校、科研机构，都先后成立相应的智能性专业课题组，开设 PROLOG 课程，举办不同层次的 PROLOG 培训班，并用来开发专家系统。然而，现有的教材和参考书不仅数量很少，而且都是具有一定深度和较大篇幅的类型，不能适应广大读者的不同需要。为了迎接第五代计算机、普及其核心语言，以适应当今各行各业开发“专家系统”的需要，迫切要求有多层次的出版物，本书所代表的新类型，特别适合当前国内水平的需要。

我们推荐的这本书，采用了与众不同的结构形式，以培养逻辑思维能力为宗旨，详细讲解了 PROLOG 的基本原理与编程方法。全书由浅入深、概念清楚、叙述生动、颇具启发性。适于广大计算机工作者和计算机知识不太多的爱好者阅读，更宜于作为成人继续教育的培训教材和自学指导书。从我们近几年

开设有关课程、培养有关专业研究生及开发有关软件的经验看，此书很值得出版。

本书是一本编译书，但从编译的质量看，它既能忠实、正确地表达了原著的思路，又具有文字流畅易读、极少译作的痕迹，这和译者多次从事译作的经验有关，也是他们为读者着想、一丝不苟、反复推敲付出大量劳动的结果。我深信：本书在加速普及 PROLOG 语言的进程中，必将起到积极推动作用。

沈树雍教授

译 者 的 话

随着世界范围内新技术革命的崛起,电子计算机的应用,已渗透到人类生活的各个领域。目前,它正在向着以人工智能为主要目标的第五代计算机迈进。在人工智能领域及其它许多方面,逻辑程序设计 PROLOG 语言,以其别具一格的显著优点,备受世人注目而迅速发展。

PROLOG 语言的研究,已经在国内外计算机界形成一股热潮。例如,日本用它研究成功专家系统,并把它选为研制第五代智能计算机的核心语言;美国在 1986 年研究成功高速、强功能编译型 PROLOG 语言,研制者宣称:“无论是功能上或是运行速度上,此编译程序都是当今最强有力的 PROLOG 系统之一。”还有人预言:为了建立真正的逻辑程序语言、为了研制出有效的人工智能系统,使人类进入用机器帮助思维的时代,PROLOG 语言具有极大的应用潜力并将大显神通。由此看来,有人称 PROLOG 语言是:“超高级、明星般的计算机语言”是有道理的。

“PROLOG”是“Programming in logic”的缩写,译为“逻辑程序设计语言。”它是一种面向人工智能的语言,它使程序设计的思想以人类自然语言为出发点,从而构成面向人类语言的陈述式语句。它已广泛应用于数学论证、非数值处理、自然语言的理解、专家系统等人工智能领域。由于近年来在微机上也实现了 micro-PROLOG 的解释系统,因此,PROLOG 的影响将更为深远。欧美一些国家的大、中、小学校已开设这类课程。

虽然，目前国内已有少量关于 Micro-PROLOG 语言方面的著作，但它们都是介绍语言本身，很少从逻辑思想上深刻剖析 Micro-PROLOG 语言及其社会应用环境，而 J. R. Ennals 编写的《Beginning Micro-PROLOG》一书，恰恰能够弥补前者的不足。它的根本宗旨是通过课堂教学的方式来达到提高人们逻辑思维能力。这本书是作者 Ennals 根据自己连续几年的教学实践，对运行三年的系统功能和设计技巧进行归纳、总结、提高撰写而成。每次课堂教学过程中，首先介绍一些逻辑特性和程序实例，然后让学生自己理解并使用程序去处理他们所感兴趣的各種研究对象，并由他们自己设计出各种应用程序。这样，有效地形成了“自我教授”工具，并为学生充分施展“创造性的自我表达能力”，开创了宽松和谐的环境。书中还提出了涉及多种学科（数学、历史、法语、信息技术……）的应用性建议与实施方案。全书概念清楚、重点突出，并辅以大量教学实例，颇具启发性。

还需指出：逻辑程序设计的创始人，即参加构思、改进、完善 PROLOG 语言的著名计算机科学家、1984 年英国 SPL（专门从事高级信息技术研究的英国联合公司）大奖获得者、英籍美国人罗伯特·卡维尔斯基博士，为该书撰写了热情洋溢的序言，他不仅对作者给予充分肯定和高度评价，也为其著作增添异彩。象该书这样采用与众不同的结构形式、以培养逻辑思维能力为宗旨的新作，实在难能可贵。这是一种大胆的赏试和开创，它不仅能帮助在校学生提高逻辑思维能力，而且也将成为成年人接受继续教育的良师益友。

《Micro-PROLOG 语言应用指南》是以伦敦帝国大学计算机系研究员 J. R. Ennals 所写的《Beginning Micro-PROLOG》（美国、1984 年第二版）为蓝本，进行删改补充编译而成，它除了忠实地保持原书的特色之外，又增补了一些国内外迅速开拓的

新内容，试图使之更能反映时代特色。

本书可供大中学师生、广大计算机工作者、不太熟悉计算机的爱好者阅读，尤其适于用作各类成人继续教育的培训教材和自学指导书。

在编译过程中，沈树雍教授、黄寿柏研究员、李怀诚副教授均对编译稿进行了认真审阅，并提出了许多宝贵意见，在此一并表示谢意。由于我们水平有限，书稿难免有误，敬请广大读者批评指正。

李文峰、陈伟铭、陈国桢

1988 年

原 书 序 言

严格地说,《Beginning Micro-PROLOG》所提供的教材,可以看作是对计算机程序设计教学的一种贡献。从这个观点出发,本书介绍了一种比较新的 PROLOG 程序设计语言,它可与 BASIC、LOGO 和 SMALLTALK 等已有语言相媲美。我认为,作为一种更高级、更适应于人类语言的 PROLOG 语言,它比那些常见的面向机器的程序设计语言更有竞争力,而且它与时时翻新的计算机结构无关。因此,它比其它语言更容易被读者接受。况且,日本现已将此语言选作 20 世纪 90 年代计算机系统的核心程序设计语言,可以断定,其前景是十分诱人的。

但是,如果仅仅通过与其它程序设计语言的相互对比(既使在计算科学领域内的对比)来对 PROLOG 语言进行评价,那是不恰当的。

PROLOG 作为一种描述性语言,它强调借助计算机程序进行解题之前的正确定义问题。因此,它与软件工程所要求的“在用程序求解之前先明确说明问题”的思想恰恰相适应。

在计算科学范畴内,PROLOG 可以看作是数据库的一种定义和询问语言,就 PROLOG 本身而言,它旨在为程序编制工作人员,提供一种创造性的计算机接口工具。

不过,依我看来,逻辑作为计算机语言的真正价值,不在于计算科学本身,而主要是它对学校各门课程逻辑思维教学的贡献。它不仅完成了拉丁文和欧几里得几何等传统课程的基本

目标，也同样完成了现代数学的分支课程（如“集论”）的目标。因此，它本身完全有理由成为一门独立的课程——逻辑与计算的综合学科，或作为学校对其它学科更有效地进行教学的一种工具。

本书提供的教材是 Richard Ennals 及其学生们创造力的见证，许多颇具活力的实例，消除了人们对创造能力与严整慎密的思维能否相容的疑虑。

逻辑作为一种计算机语言，在学校中起着重要作用。它既可作为实际工作中使用计算机的入门介绍，又可作为全面系统地运用逻辑的一种训练。我相信读者是会同意这个观点的。

罗伯特·卡维尔斯基博士

目 录

第一章 绪 论

- 1.1 课堂教学使用计算机方法的选择..... (1)
- 1.2 计算机辅助教学及现状..... (3)
- 1.3 人工智能..... (5)

第二章 逻辑程序设计语言 PROLOG

- 2.1 为什么要用逻辑进行程序设计..... (9)
- 2.2 PROLOG 导论及应用范围 (11)
- 2.3 Micro-PROLOG 语言在课堂教学中的作用
和意义 (15)
- 2.4 研究 PROLOG 的方法 (16)

第三章 教 材

- 3.1 简单语句与询问 (17)
- 3.2 规则 (58)
- 3.3 表 (92)
- 3.4 递归 (120)
- 3.5 否定与非二元的关系 (146)
- 3.6 表的使用 (154)

第四章 《逻辑：学生们的一种计算机语言》

4.1 课题说明	(165)
4.2 第一个实验班的实施情况	(166)
4.3 教学试验：首届两个试点班的比较	(171)
4.4 困难之处	(172)
4.5 逻辑教学与 PROLOG 语言的教学	(174)
4.6 与 LOGO 的特点比较	(174)

第五章 贯穿各课程的逻辑

5.1 用以表达知识的逻辑	(176)
5.2 信息技术	(177)
5.3 数学	(181)
5.4 历史模拟	(185)
5.5 信息检索	(191)
5.6 法语	(196)
5.7 自然科学	(197)

第六章 PROLOG 再论

6.1 逻辑思维与课程的变化	(200)
6.2 交互式 PROLOG	(201)
6.3 专家系统	(203)
6.4 效率与规则性	(205)
6.5 大数据库	(208)
6.6 第五代计算机	(209)

附录 1 Simple PROLOG：指令的用法	(212)
--------------------------------	-------

附录 2 习题答案	(218)
-----------------	-------

译后记	(269)
-----------	-------

第一章 绪 论

提高学生的逻辑思维能力,是长期以来学习的核心问题,也是计算机教育的中心任务。而逻辑程序设计语言 PROLOG,为此创造了有利条件。

本章首先介绍课堂教学使用计算机方法的选择,而后对计算机辅助教学(CAI)、智能计算机辅助教学(ICAI)和人工智能(AI)的概况进行简述。

1.1 课堂教学使用计算机方法的选择

近年来,随着计算机硬件水平的发展,以及微机在学校与家庭中的普及应用,在利用计算机进行教学的过程中,教师将会遇到很多难题。虽然,现在还没有标准的教学软件,或者还没有确定出这种新技术适用的对象,但是,把计算机引入国民教育已是大势所趋。

就在评价计算机应用的一般规则(或评判标准)还不健全的同时,有些支持者已提出并大力倡导一些各不相同的计算机应用于教育的方法:

- (1) 把计算机的原理与操作,作为电子学的后续课程那样来教授;
- (2) 提高对某一特定语言(如 BASIC、FORTRAN、COBOL、

PASCAL 或 COMAL) 的使用能力;

(3) 根据诸多应用范例中的一个, 将计算机作为一种类似于“投影仪”那样的教学辅助工具, 实现计算机辅助学习;

(4) 利用计算机能理解的逻辑形式来提高学生们的逻辑思维能力。这一直是许多世纪以来学校教学中的核心问题。

因为我们关心的是人们的思维逻辑和推理能力的培养, 而不是某一特定的机器构型。所以, 本书将举例介绍第四种方法, 它是最有效、最具潜力、又可为其它三种方法提供基础的一种方法。它不仅表现为某一代技术发展的产物, 而且还将牢固地扎根于大专院校的传统之中。

众所周知: 新的信息技术要求使用者善于思考, 能详细地规定数据库所需的信息, 并会描述来自现实世界的信息, 也即掌握程序设计技巧。但是, 清晰的逻辑思维能力远比这种程序设计技巧显得更为重要。

事实上, 现在的在校学生未必都想当一名专业程序员。大学计算系的实践表明: 过早地向这些胸怀壮志的学生介绍某一种程序设计语言 (如 BASIC), 将会不利于学生对详细规定问题和明确叙述问题的良好习惯的培养, 从而, 导致不良效果。而以计算机理解的逻辑形式为核心的方法, 恰恰可以克服上述缺陷, 它不仅可以为非专家学者提供计算机的入门知识, 而且也为未来的专业人员进行了严格的训练。

当然, 在普及计算机和实现计算机辅助学习的过程中, 还涉及到课堂教学的许多问题。许多教师对计算机能否产生较好的教学效果一直抱有怀疑。而且, 当他们用不太熟悉的程序去处理他们比较熟悉的专业知识范围内的问题时, 还可能使他们原来的怀疑进一步加深。

假若现在我们采用一种计算机和教师都能理解的近于人类

自然语言的高级语言，这样，便没有必要将教师与计算机科学家截然分开，也就是说，教师不必是计算机专家，他们自己完全能描述他们所选的课题，从而，可以大大提高整个课堂教学活动的效率。在学校微机上采用以自然语言为出发点的 micro-PROLOG 语言进行逻辑程序设计，恰恰为教师和学生提供了一种充分施展创造性表达能力的良机。

1.2 计算机辅助教学及现状

计算机辅助教学(Computer Assisted Instruction 简称 CAI)，是指利用计算机系统模拟教师的教学活动，从而达到教学的目的。它既代表计算机应用的一个广阔领域，又是一种新的教育技术和教育方式。

教学活动本质上是信息的处理和传递以及信息处理的反复循环过程。在一次次反复循环中完成教与学的任务。而计算机辅助教学就是试图利用计算机系统模拟教师的教学功能。

第一代计算机辅助教学，立足于行为心理学 (Behaviourist Psychology) 和循序渐进教学法 (Programmed* learning)。计算机限定问题的严格性及独特而唯一求解的常规方法已为人们所熟知。一般来说，这种模式与迷宫中实验鼠的实验性训练方法以及其它问题求解工作没有什么不同。因此，这种程序虽然能使学生在某一学科的学习中循序渐进，但是，在此过程中，学生们除了寻求正确答案可以争取得到高分奖励之外，其它一切均没有考虑，这就是说该程序中既没有体现出教学战略思想，也

* 注：此处指利用有习题解答的教科书进行的自学。

没有提高学生知识水平和学习能力的手段。著名的历史程序“狄斯雷利与东方问题”(“Disraeli and the Eastern Question”)就属于这一类型。现已由学校董事会改为适于微机的课题《课程中的计算机》(Computers in the curriculum)。这时,学生们被置身于19世纪英国首相的地位,他面临一序列预定的判定,而每次他必须在一组特定的选择方案中选取一个。在这里,正确的答案,只能是重复那个历史人物作出的判断。

第一代计算机教学这种方式据说有某些优点:它有可能实现“个人学习”,或至少可以为脱离教师自学的学生给以编程的指导。这种程序的结构简明易懂,便于用新课程的内容来取代原始素材,因而具有终端网络的主体计算机和小型计算机的利用率也就得到了开发。学生利用一台电传打字机,就可得到一份与计算机互制的打印报告,以便进行随后继续的研究和讨论。在将详细确凿的事实信息加进程序文本之后,学生就可以自由索取信息。富有想象力的教师可以把这种不断更新内容的练习编入教案之中,每一年为每个学生提供一、两次类似这样的练习。当然,一个循序渐进教学法的课本也可提供同样的信息,但这样可能因为内容固定而降低了学生学习的积极性。

许多教育评论家对第一代计算机教学中的这种程序仍不满意(例如,赛尔夫在1979年的评述),他们一直对无法用线性程序(Linear Programs)来判断或找出学生在学习中的困难感兴趣。他们赞成选用诸如“发明法”这样的教学战略,而不主张非得牺牲优秀的教学方案而马上使用计算机。他们感到现在可供选择的几种方法并不令人满意,而且它们本身也有待于人们去抉择。因此,还需对这一课题进行非线性的(non-linear)研究。

70年代以来,随着人工智能技术的发展及其在CAI中的应

用,产生了智能的计算机辅助教学(Intelligent CAI,简称ICAI)。CAI与ICAI的根本不同在于:前者是静态的,即教学内容和问题是预先安排好的,学生不能主动提出问题;后者是动态的,即教学内容和问题是根据学生回答的具体情况自动生成的,对学生回答的处理是随机的。在ICAI系统中,不仅计算机可以主动向学生提问,而且学生也可以主动向计算机提问,因而称为“混合主动型”。计算机还能根据学生回答问题的“表现”,“诊断”出学生产生困难的根源,选择较好的教学策略,从而实现高水平的教学。智能计算机辅助教学系统,是一个基于知识的教学专家系统。

1.3 人 工 智 能

人工智能(Artificial Intelligence)是计算机科学的一部分,它注重计算机系统的智能设计,这类系统能显示出人类行为中与智能有关的一些特征。

人工智能的研究(Howe, 1978; Ross, 1980),为人们提供了一种以自然语言为手段、以计算方法和心理学为理论基础的计算机教学方法,它旨在开发出可以表达教学策略、建立学生的知识模型、模拟学生必经的学习过程和步骤的智能化程序。计算机科学的创始人之一艾伦·图灵(Alan Turing)1950年提出:智能机或智能程序的检验,应以能否完成问题的解答,且结论与人类得出的是否一致为准。此即人们常说的“图灵检验法(Turing Test)”。虽然人们对该项工作的企望甚大,并且已经揭示出建立人类认识过程模型之难点。但是,在开发具有实效性程序的工作中,遇到了重大障碍。由于官方对研制人工智能极