

人工智能手册 第二卷

人工智能手册 第二卷

(美) A. 巴尔 E. A. 费根鲍姆 主编



科学出版社

73.279078

人工智能手册

第二卷

〔美〕 A. 巴尔 E.A. 费根鲍姆 主编

钟玉琢 夏莹 苗玉峰 译

石纯一 校

科学出版社

1988

内 容 简 介

人工智能手册共三卷。概括地阐明了人工智能各个领域的主要研究成果。
本卷主要介绍人工智能程序设计语言、专家系统和自动程序设计。共分五章，其中专家系统占三章。
本书读者对象为从事计算机科学和人工智能等方面工作的科技人员，高等学校有关专业的教师、研究生及高年级大学生。

Edited by Avron Barr and Edward A. Feigenbaum
THE HANDBOOK OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCE

Volume II

William Kaufmann, Inc. 1982

2P86/01

人 工 智 能 手 册

第 二 卷

〔美〕 A. 巴尔 E. A. 费根鲍姆 主编

钟玉琢 夏 莹 苗玉峰 译

石纯一 校

责任编辑 刘晓融 袁放尧

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988年4月第 一 版 开本：850×1168¹/₃₂

1988年4月第一次印刷 印张：15 1/4

印数：0001—5,350 字数：394,000

ISBN 7-03-000246-6 / TP·16

定 价：5.60 元

译 者 的 话

人工智能学科问世30年来取得了不少可喜的研究成果。尤其是一些专家系统的建立，增强了人们对人工智能学科的信任，也为人工智能的应用开辟了广阔的园地。与人工智能密切相关的新一代计算机的研究必将推动人工智能领域的发展。尤其是思维科学的研究将为人工智能的理论奠定基础。

《人工智能手册》分三卷共十五章，概括性地阐明了1983年前人工智能各领域的主要研究成果。对全面、概貌地了解人工智能学科来说，本书是十分合适的参考书。由于本书是综述性的论著，对每部分的深入理解尚需参考有关的专门的文献。

本手册主要作者E. A. 费根鲍姆是美国斯坦福大学教授，是专家系统知识工程的创始人。

由于本手册三卷书大体是同时分别进行中文翻译的，从而用语上难于前后连贯统一。又由于第二卷专家系统应用部分涉及到较多的我们并不熟悉的专业内容，给翻译带来了一定的困难。

本卷由清华大学计算机科学与技术系钟玉琢（第六章A, B, 第七章）、夏莹（第六章C, D, 第十章）和苗玉峰（第八章, 第九章）翻译，由石纯一校对。

由于译者水平所限，译文的不当和错误之处欢迎读者批评指正。

译 者

1986年10月

前 言

编写“人工智能手册”的计划确定于70年代中期，当时正处在人工智能发展的低潮。我们认为，人工智能的研究已经对最重要的科学问题之一——模拟人以及人工制品的智能特性问题做出了重大贡献。可是目前它的概念、工作方法、技术以及它的成果向其他广泛的科学和工程界的传播使人失望。遗留下要做的工作几乎是无限的，但是专业人员的数目却很少。如果人工智能的研究工作要继续下去，必须与其他科学和工程学有更明显、更广泛的联系。因此，我们感到，所有这些都激发我们编写这几卷人工智能手册。

最近几年，我们已经看到人工智能作为一门科学和技术，人们对它的鉴赏和认识有了非常惊人的变化。很多大的企业公司调拨了数百万美元筹建人工智能实验室。日本人目前已经指出一个新的世界性的课题，叫做第五代计算机——“知识信息处理机”，也就是人工智能硬件和软件系统。关于人工智能的报道在报纸、杂志以及广播中已很普遍。当前人们感兴趣的新的专业性团体，美国人工智能学会已经成立。大学里人工智能专业的研究生正在迅速增加。1981年8月出版了人工智能手册第一卷，它是这套手册一个重要的组成部分，现在正在进行第二次印刷而且正在将它译成日文。

假如这个学科是很有希望的，那么我们现在面临的危机就是成功的“危机”，即将产生奇迹的“危机”。我们相信它是可能的，而且我们拥有这套手册三卷大量的素材就是这个学科兴旺发达的明证。

这卷书的五章内容阐述了人工智能学科的三个分支。第六章是关于人工智能程序设计语言，它描述了由人工智能研究人员开

发的各种类型的程序设计语言的特点和环境。这些语言，像所有的程序设计语言一样，不仅是构成各种类型人工智能程序的软件工具，而且也是最先发掘认识理解问题的新概念和新看法的“思想工具”。在这里值得注意的是补充了LISP语言的讨论，它是到目前为止在人工智能领域中发明的两种最重要的工具之一。

第七章到第九章介绍科学、医疗和教育方面的专家系统。结构和性能都非常广泛的这些系统都集中在一个重要的方法学上，即所谓“专家经验的转移”。在早期的人工智能历史上，很多研究者都认为要解决一些深入、困难的问题将需要大量的现实世界的知识，这些知识就是人们在特殊领域里从解决具体问题的过程中总结的经验。专家系统研究的内容是寻找如何把人类专家拥有的所需要的知识种类和数量转移到人工智能系统中的方法。这个技术已经达到了系统能够做到某些专家的水平，并且在最近几年可以变成商品出售的程度。

最后，第十章综述了称做自动程序设计的人工智能领域。该研究集中于这个系统能够从某些如“要做什么”这类自然的描述中自动地生成一个程序，或者参与程序设计领域中其他一些重要的方面，像校验程序打算要做的事情。例如某些自动程序设计系统能够从输入/输出对的例子中或者从程序的预定行为的英文说明中生成简单的程序。自动程序设计的研究除了减轻程序员的负担，还有更深远的意义。为了达到自动编程的目的，这些系统必须理解程序，正像其他人工智能系统理解语言、下棋方法以及医疗诊断一样。它们必须导出一些程序并依此生成所需要的程序，并且正如在第十章所讨论的，这是很多人工智能系统重要的和特有的性能。

鸣谢

人工智能程序设计语言这章最初由Steve Tappel和Stephen Westfold起草。Johann de Kleer和Jon Doyle提供了关于依赖性和假设前提方面最优秀的文章。Christian Freksa提供了概述和附加的材料。其他的审阅者有Robert Balzer, Cordell

Green, Brian McCune以及Harald Wertz.

由James Bennett, Bruce Buchanan, Paul Cohen以及Fritz Fisher 编写了人工智能在科学研究方面的应用一章. 由James Davidson, Randall Davis, Daniel Dolata, Richard Duda, Robert Engelmores, Peter Friedland, Michael Genssereth, Jonathan King, Glen Ouchi 以及Daniel Sagalowicz 提供原始材料及注释.

由Victor Ciesielski和他在Rutgers大学一起工作的同事编写了第八章人工智能在医学方面应用的研究. James Bennett 和 Paul Cohen提供了大量的有关材料. 其他的撰稿和审阅人是 Saul Amarel, Peter Biesel, Bruce Buchanan, Randall Davis, Casimir Kulikowski, Donald Smith, William Swartout 以及Sholom Weiss.

由Avron Barr 和 William Clancey 编写了人工智能在教育方面的应用一章, James Bennett 和 Paul Cohen也参加了这章的编写过程. 其他的撰稿和审阅人还有: Harold Abelson, Lee Blaine, John Seely Brown, Richard Burton, Andrea diSessa, Adele Goldberg, Ira Goldstein, Kenneth Kahn, Mark Miller, Neil Rowe, Albert Stevens以及Keith Wescourt.

最后, 由Bob Elschlager和Jorge Phillips 编写了自动程序设计一章, 这章中所用的原始资料是由 David Barstow, Cordell Green, Neil Goldman, George Heidorn, Elaine Kant, Zohar Manna, Brian McCune, Gregory Ruth, Richard Waldinger以及Richard Waters提供的.

这卷书的设计和生產是由我們的專職編輯 Dianne Kanerva 以及José González負責的. David Eppstein, Janet Feigenbaum, José González, Jonni Kanerva, Dikran Karagueuzian 以及Barbare Laddaga使用TEX, Donald Knuth 有關數學排字的系統排版了這本書. 我們的出版者William Kaufmann 和他

的工作人员以惊人的耐力，高度的热情，欣然地完成了这个任务。

美国国防部尖端技术研究计划管理局和国家卫生研究所生物工艺资源规划部支持本手册的构思计划，并把此做为他们长期持续地为开发和传播人工智能的科学和技术所做的努力的一部分。本书中很多早期的资料都选自斯坦福大学计算机科学系的技术报告。本手册是使用供斯坦福计算机科学家在 SAIL, SCORE 和 SUMEX 计算机上用的电子印刷排版设备编写和排版的。



对本手册有贡献者名单

各章编辑

Janice Aikins(Hewlett-Packard)

James S. Bennett

Victor Ciesielski(Rutgers U)

William J. Clancey

Paul R. Cohen

James E. Davidson

Thomas G. Dietterich

Bob Elschlager(Tymshare)

Lawrence Fagan

Anne v. d. L. Gardner

Takeo Kanade(CMU)

Jorge Phillips(Kestrel)

Steve Tappel

Stephen Westfold(Kestrel)

执笔者

Robert Anderson(Rand)

Douglas Appelt(SRI)

David Arnold

Michael Ballantyne(U Texas)

David Barstow(Schlumberger)

Peter Biesel(Rutgers U)

Lee Blaine(Lockheed)

W. W. Bledsoe(U Texas)

David A. Bourne(CMU)
Rodney Brooks(MIT)
Bruce G. Buchanan
Richard Chestek
Kenneth Clarkson
Nancy H. Cornelius(CMU)
James L. Crowley(CMU)
Randall Davis(MIT)
Gerard Dechen
Johan de Kleer(Xerox)
Jon Doyle(CMU)
R. Geoff Dromey(U Wollongong)
Richard Duda(Fairchild)
Robert S. Engelmores(Teknowledge)
Ramez El-Masri(Honeywell)
Susan Epstein(Rutgers U)
Robert E. Filman(Hewlett-Packard)
Fritz Fisher(Ramtek)
Christian Freksa(Max Plank, Munich)
Peter Friedland
Hiromichi Fujisawa(CMU)
Richard P. Gabriel
Michael R. Genesereth
Neil Goldman(ISI)
Ira Goldstein(Hewlett-Packard)
George Heidorn(IBM)
Martin Herman(CMU)
Annette Herskovits
Douglas Hofstadter(Indiana U)
Elaine Kant(CMU)

Fuminobu Komura(CMU)
 William Laaser(Xerox)
 Douglas B. Lenat
 William J. Long(MIT)
 Robert London
 Bruce D. Lucas(CMU)
 Pamela McCorduck
 Mark L. Miller(Computer Thought)
 Robert C. Moore(SRI)
 Richard Pattis
 Stanley J. Rosenschein(SRI)
 Neil C. Rowe
 Gregory R. Ruth(MIT)
 Daniel Sagalowicz(SRI)
 Behrokh Samadi(UCLA)
 William Scherlis(CMU)
 Steven A. Shafer(CMU)
 Andrew Silverman
 David R. Smith(CMU)
 Donald Smith(Rutgers U)
 Phillip Smith(U Waterloo)
 Reid G. Smith(Schlumberger)
 William R. Swartout(ISI)
 Steven L. Tanimoto(U. Washington)
 Charles E. Thorpe(CMU)
 William van Melle(Xerox)
 Richard J. Waldinger(SRI)
 Richard C. Waters(MIT)
 Sholom Weiss(Rutgers U)
 David Wilkins(SRI)

Terry Winograd

审阅者

Harold Abelson(MIT)
Saul Amarel(Rutgers U)
Robert Balzer(ISI)
Harry Barrow(Fairchild)
Thomas Binford
Daniel Bobrow(Xerox)
John Seely Brown(Xerox)
Richard Burton(Xerox)
Lewis Creary
Andrea diSessa(MIT)
Daniel Dolata(UC Santa Cruz)
Lee Erman(ISI)
Adele Goldberg(Xerox)
Cordell Green(Kestrel)
Norman Haas(Symantec)
Kenneth Kahn(MIT)
Jonathan J. King(Hewlett-Packard)
Casimir Kulikowski (Rutgers)
John Kunz
Brian P. McCune (AI&DS)
Jock Mackinlay
Ryszard S. Michalski(U Illinois)
Donald Michie(U Edinburgh)
Thomas M. Mitchell(Rutgers U)
D. Jack Mostow(ISI)
Nils Nilsson(SRI)
Glen Ouchi(UC Santa Cruz)
Ira Pohl(UC Santa Cruz)
Arthur L. Samuel
David Shur
Herbert A. Simon(CMU)

David E. Smith
Dennis H. Smith (Lederle)
Mark Stefik (Xerox)
Albert L. Stevens (BBN)
Allan Terry
Perry W. Thorndyke (Perceptronics)
Paul E. Utgoff (Rutgers U)
Donald Walker (SRI)
Harald Wertz (U Paris)
Keith Wescourt (Rand)

生产者

Max Diaz
David Eppstein
Lester Ernest
Marion Hazen
Janet Feigenbaum
David Fuchs
José L. González
Dianne G. Kanerva
Jonni M. Kanerva
Dikran Karagueuzian
Arthur M. Keller
Barbara R. Laddaga
Roy Nordblom
Thomas C. Rindfleisch
Ellen Smith
Helen Tognetti
Christopher Tucci

目 录

前言

对本手册有贡献者名单

第六章 用于人工智能研究的程序设计语言

A. 概述	1
B. LISP语言	15
C. 人工智能程序设计语言的特点	35
C1. 概述	35
C2. 数据 结 构	39
C3. 控制 结 构	52
C4. 模式匹配	67
C5. 程序设计环境	75
D. 相关性和假设	82

第七章 人工智能在科学技术方面应用的研究

A. 概述	89
B. TEIRESIAS系统	98
C. 在化学方面的应用	113
C1. 化 学 分 析	113
C2. DENDRAL系统程 序	117
C2a. 启发式 DENDRAL 系 统	117
C2b. CONGEN程序和它的扩充	122
C2c. Meta-DENDRAL系统	128
C3. CRYSLIS系统	136
C4. 在有机合成中的 应 用	147
D. 其他科学领域的应用	156
D1. MACSYMA 系 统	156
D2. SRI计算机咨询系统	164
D3. PROSPECTOR系统	169

D4. 人工智能在数据库管理系统中的应用	177
第八章 人工智能在医学方面应用的研究	189
A. 概述	189
B. 医疗系统	197
B1. MYCIN系统	197
B2. CASNET系统	207
B3. INTERNIST 系统	212
B4. 当前的疾病程序	217
B5. 洋地黄疗法咨询程序	222
B6. IRIS	228
B7. EXPERT	234
第九章 人工智能在教育方面应用的研究	242
A. 概述	242
B. ICAI 系统设计	246
C. 智能CAI 系统	255
C1. SCHOLAR	255
C2. WHY	261
C3. SOPHIE	267
C4. WEST	273
C5. WUMPUS	281
C6. GUIDON	288
C7. BUGGY	301
C8. EXCHECK	305
D. 人工智能在教育方面的其它应用	314
第十章 自动程序设计	319
A. 概述	319
B. 程序说明的方法	328
C. 基本方法	334
D. 自动程序设计系统	350
D1. PSI 和 CHI	350
D2. SAFE	359
D3. 程序员的见习生	367
D4. PECOS	374

D5. DEDALUS	380
D6. Protosystem I	389
D7. NLPQ	395
D8. LIBRA	400
文献目录	406
人名索引	426
汉英主题索引	432

第六章 用于人工智能研究的 程序设计语言

A. 概 述

人工智能是计算机科学的一个分支，它研究计算和识别之间的关系。人工智能研究包括编写试图完成某种类型智能行为的程序。除了计算机本身之外，人工智能领域中最重要工具是程序设计语言，用这些语言能够表达和实现程序。

程序设计语言提供解决某类问题所需要的确定目标和过程的方法。研制开发像FORTRAN和COBOL这类语言，使它的说明比较容易分别用高级代数和商业语言来提供（并且还可以建立在各种不同机器中使用的词汇）。在这类语言开发的同时，人工智能研究者们已经在开发具有处理人工智能问题特点他们自己的程序设计语言。

一旦设计好某种程序设计语言，这种语言的实现就成为一项严格的、费时间的程序设计任务。必然至少有把高级语言翻译成特定的机器语言（通过编译或解释）的翻译器和运行环境，以支持这种语言所允许的新的目标程序和过程。例如，FORTRAN语言提供的SIN函数，在这里它能很方便地进行三角函数运算。因为在很多计算机中SIN函数不是原始函数，因此运行环境中需要一个过程，当程序运行时对提供的自变量能够计算函数的值。很多人工智能程序设计语言，除了支持很多新型的高级特性外，还为编写、调试以及修改程序提供了极好的条件。

人工智能程序设计语言在人工智能的历史上已经承担了重要的角色，它有两个重要的功能。第一，它能够方便地执行和修改体现、试验人工智能概念的程序，第二，它提供思维和媒介，像