

〔美〕唐纳德 A·沃特曼

专家系统指南

周洪泽
谢学堂 译
李玉峰
黄哲学 校



东北林业大学出版社

〔美〕唐纳德 A. 沃特曼

专家系统指南

周洪泽
谢学堂 译
李玉峰
黄哲学 校

东北林业大学出版社

内 容 简 介

本书是美国1986年出版的新书，它对专家系统的概念、组成、建立过程、建立工具、建立过程中易犯错误以及目前美国在这方面的研究及应用情况、应用领域做了深入浅出的系统的介绍与论述。书中列有实例说明及国外研制的180多个专家系统和约100个专家系统工具的简介。

本书内容叙述清楚、层次分明、易读易懂，不仅适合作为高等学校教材，而且可供各行各业从事专家系统研究与应用的科技人员、厂矿企业的高级管理人员参考。

A Guide to Expert Systems

Donald A. Waterman
The Rand Corporation

专家系统指南

周洪泽 谢学堂 李玉峰 译

黄哲学 校

东北林业大学出版社出版

(哈尔滨市和兴路8号)

黑龙江省新华书店发行

东北林业大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 15.375 字数 360千字

1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷

印数 13 000册

ISBN7 81008 081 4 TP·2 定价:3.75元

序

随着计算机科学的飞速发展，计算机的应用领域在逐渐扩展，计算机的研究在不断发展和深入，并已开始进入更高层次的智能阶段。近年来在国际上，作为人工智能的重要组成部分——专家系统的研究取得了可喜的成果。专家系统已经卓有成效地应用于农业、化学、计算机系统、电子学、工程、地质学、信息管理、法律、制造业、数学、医学、气象学、军事科学、物理学、过程控制及空间控制等许多领域。可以预料，在不久的将来，专家系统也将会象计算机那样在全球范围内获得广泛的应用与开发。

专家系统是基于知识的系统，它的发展是以知识工程的研究成果为基础的，而专家系统的研究与应用也正在有力地推动知识工程的进展。此外，专家系统的研究与应用势必促进计算机的发展。以知识处理为主要任务的智能计算机的研究已为许多国家所重视，它将克服传统计算机的局限性，从而可为专家系统的开发提供强有力的支持。

《专家系统指南》一书是美国 Addison-Wesley 出版公司 1986 年出版的新书。该书对专家系统的概念、建立过程、建立工具、建立过程中易犯错误、以及目前美国在这方面的研究及应用情况等做了深入浅出地系统介绍与论述。书中还列有实例说明及国外研制的 180 多个专家系统及约 100 个专家系统工具的清单。该书内容叙述清楚、层次分明，易读易懂，不仅很适合作为高等学校教材（与《Building Expert System》一起），而且对各行

各业从事专家系统研究的人员来说也是很有参考价值的。

我国也比较重视专家系统的研究与应用，并已经在医学、地质勘探、气象、工业、农业、辅助决策等方面取得初步成果。目前正在研究智能CAD、基于知识的模式识别及智能计算机等与专家系统有密切关系的课题。我相信这本书的翻译与出版是有现实意义的，是会受到欢迎的。

中国计算机学会人工智能及模式识别
委员会副主任 李仲荣

丛 书 前 言

近年来，人工智能领域中的研究工作已经取得许多重要成就。而意义最深远的成就之一乃是研制出了如专家系统或基于知识系统这样一些新的强有力的计算机系统。这些程序旨在表达和应用各领域专家的实际知识来解决问题。例如，在人类专家和系统研制人员的共同努力下，已产生了能进行疾病诊断、计算机系统配置和矿藏勘探的专家系统，其性能已相当于，甚至优于人类专家。这些能仿制珍贵的或罕有的人类知识的系统所表现出的潜在能力，导致了在全球范围内致力开发和应用这种技术。

这部属于知识工程范畴的技术知识丛书是由Teknowledge公司、知识系统工程师编辑委员会和Addison-Wesley公司通力合作编辑出版。希望这一丛书能为对了解和应用知识工程技术有兴趣的人提供一条有效的渠道。我们将逐步确定所需要的著作，鼓励作者编写并设法编辑出版。我们所期望的读者是有经验的知识工程师、有关学科的学生和科学工作者、能评估系统潜力的技术管理者。读者如对所需书籍有何意见或建议，请与丛书主编或编委联系。

随着时间的进展，知识工程领域必将对那些以知识作为求解重要问题强手段的人类活动领域产生强有力的影响。我们可以预见会出现两个有益的结果：第一种，也是最明显的效益，是将开发出能仿制和自动应用人类专家实际知识的知识系统，通过这些系统，知识工程将提供把人类知识转换成生产力的技术；第二种效益，或许不是那么明显，但是随着第一种效益的产生而必然

出现的，即知识工程必将促进全球范围内的致力收集、编纂、交流和探索人类知识应用方式的工作。因此，知识工程也将加速人类知识本身的发展、净化和扩充。如果这部丛书对上述这些激动人心的发展能有所贡献，我们也就达到了目的。

前 言

本书介绍专家系统的研究目的、结构和应用。

专家系统是高级的计算机程序。这些程序直接处理知识，能高效地解决某一具体领域的问题。这些系统，如同人类专家，可使用符号逻辑和启发式方法（经验方法）寻找问题的解；当然，也和人类专家一样，可能犯错误，并具有从错误中学习的能力。应特别指出的是，这种人工的专门知识与实际人的专门知识相比具有很多优点：持久、一致、易于传递和编纂文件，并且成本低。总之，由于专家系统能把丰富的人类经验和计算机的能力结合起来；能使知识易于广泛传授，从而提高了专家知识的价值。

本书可满足多方面读者的需要：

- 负责评价或开发专家系统项目的数据处理管理人员；
- 想了解专家系统领域中基本概念，不论有无编程经验的学生；
- 想知道专家系统能否应用于自己领域的专业人员；
- 承担建立一个专家系统任务，具有编程经验，但缺少人工智能经验的程序员；
- 想知道专家系统能为自己公司解决哪些问题的 高级 管 理 人 员。

本书的编排考虑了各方面读者的兴趣和技术知识条件。第一篇是在假定读者缺少计算机方面经验的前提下，对专家系统做了概括的介绍。第二篇着重面向那些想更详细探索专家系统组成部分及适于专家系统建立的工具的读者。第三、四篇是针对那些关心如何编写一个专家系统的读者。第五篇介绍当今专家系统的工

作，预测将来的发展，并为想更多了解信息的读者列出了资料来源。第六篇提供出有关专家系统和建立专家系统工具方面的资料汇编，供有志于开阔这一领域视野和工作的读者参考。

许多人对本书的出版做出了重要的贡献。衷心感谢下列人员对我们的帮助：Mary Vaiana 帮助重新组织和编写了书稿；Jody Paul 帮助编辑了有关汇编的篇章；Janet DeLand 帮助编辑和校对了原文；Susan Pond 帮助校对；Dean Schlobohm 和 Diane Butera 对该书的初稿提出了有益的意见；特别感谢 Rick Hayes-Roth 和 Teknowledge 对最后的书稿提出了宝贵的意见。

D. W.

目 录

丛书前言

作者前言

序

第一篇 专家系统导论	1
第一章 什么是专家系统	2
专家系统发展简史	2
专家系统的特征	5
专家系统建立过程中涉及的对象	8
第二章 专家系统的优越性	11
为什么不使用真正的专家	11
为什么在封闭系统中还保留人的作用	13
第三章 如何组织专家系统	16
知识的组织	16
知识的表达	20
第四章 专家系统与常规程序的区别	23
专家系统的基本特点	23
专家系统的失误	29
第五章 专家系统的应用	31
专家系统的基本应用范围	31
专家系统可解决的问题类型	39
第六章 PROSPECTOR——一个实施作用的专家系统	47
PROSPECTOR 系统	47
实用的 PROSPECTOR 系统	48

PROSPECTOR 系统如何工作	54
PROSPECTOR系统完成的工作	59
第二篇 专家系统工具	60
第七章 专家系统中知识的表达	61
利用规则表达知识	61
利用语义网表达知识	68
利用框架表达知识	72
第八章 专家系统工具的种类	77
专家系统应用的编程语言	78
知识工程语言	80
系统建立的辅助工具	81
支持工具	86
第九章 专家系统工具研制阶段	94
专家系统工具提供的知识表达和编程的方法	95
试验系统	100
研究系统	105
商业系统	109
第十章 知识工程语言实例	113
EMYCIN	114
EXPERT	118
OPS 5	121
ROSIE	124
第三篇 建立专家系统	127
第十一章 专家系统能够解决的问题	128
何时研制专家系统是可能的?	129
何时研制专家系统是合理的?	131
何时研制专家系统适宜	133

第十二章	建立专家系统	137
	建立专家系统的任务	138
	专家系统研制阶段	141
第十三章	专家系统建立工具的选择	144
	选择工具时应询问的问题	145
	系统建立工具的评价	151
	最好的研制工具是否是最好的生产工具?	152
第十四章	从专家那里获取知识	154
	知识获取过程	154
	与专家对话	159
第十五章	专家系统建立过程实例	165
	问 题	165
	刻划问题的特征	166
	产生一个解所需要的概念	168
	如何实现知识表达形式化	174
	编写模型系统	176
	验证规则	179
第四篇	专家系统研制的困难	187
第十六章	研制专家系统遇到的困难	188
	资源不足	188
	专家系统固有的局限性	190
	建立一个专家系统需要很长时间	193
第十七章	专家系统设计过程中通常易出现的错误	196
	选择一个适当的问题	196
	建立专家系统的资源	198
	选择专家系统建立工具	199
第十八章	与领域专家交往时易犯的错误	202

	选择领域专家	202
	与专家交往	203
第十九章	研制过程中易犯的错误	207
	系统编写	207
	系统的测试与评价	209
第五篇	专家系统市场	212
第二十章	正在从事专家系统研究的单位	213
	大学中的专家系统工作	213
	科研单位的专家系统工作	215
	知识工程公司的专家系统工作	218
第二十一章	商品市场上的专家系统	224
	研究工作中应用的高性能专家系统	224
	商业中使用的高性能专家系统	226
	XCON: 配置计算机系统的专家系统	229
第二十二章	专家系统的未来	233
	专家系统将导致智能系统	234
	一个新的应用领域: 法律专家系统	237
第二十三章	专家系统补充资料的来源	240
	人工智能/专家系统的论文	240
	人工智能/专家系统的书籍	247
	人工智能/专家系统的杂志、简讯、期刊	249
	人工智能/专家系统的会议	251
	人工智能/专家系统的正规训练	251
	人工智能/专家系统数据库	252
第六篇	专家系统和工具	254
第二十四章	专家系统索引	255
	索引的使用方法	255

	专家系统及其应用领域.....	255
第二十五章	专家系统汇编.....	263
	农 业.....	263
	化 学.....	264
	计算机系统.....	269
	电子学.....	273
	工 程.....	280
	地质学.....	283
	信息管理.....	286
	法 律.....	289
	制造业.....	292
	数 学.....	294
	医 学.....	295
	气象学.....	312
	军事科学.....	313
	物理学.....	321
	过程控制.....	322
	空间技术.....	323
第二十六章	专家系统文献资料	326
	农 业.....	326
	化 学.....	327
	计算机系统.....	331
	电子学.....	335
	工 程.....	343
	地质学.....	347
	信息管理.....	352
	法 律.....	355

	制造业.....	358
	数 学.....	359
	医 学.....	360
	气象学.....	380
	军事科学.....	380
	物理学.....	386
	过程控制.....	387
	空间技术.....	388
	综 述.....	389
第二十七章	专家系统工具索引	391
	索引的使用方法.....	391
	专家系统工具及其表达方法.....	391
第二十八章	专家系统工具汇编	396
	专家系统建立的辅助工具.....	396
	基于框架的语言.....	404
	基于逻辑的语言.....	408
	面向对象的语言.....	411
	面向过程的语言.....	413
	基于规则的语言.....	415
第二十九章	专家系统工具的文献资料	426
第三十章	从事专家系统工作的公司	451
	专家系统术语汇编	459
	参考文献	468
	译后记	478

第一篇 专家系统导论

本篇仅对专家系统进行概括性的叙述。从基本结构、应用以及
与常规程序的区别等方面来阐释专家系统。最后，较详细地介绍
一个工作着的专家系统—— PROSPECTOR 系统(为地质勘探者设计的
专家系统)，来作为本篇的结束。

第一章 什么是专家系统

专家系统发展简史

以专家系统的产生为标志的计算机革命阶段始于70年代。当时，计算机硬件的迅速发展使计算机价格急剧下降，其幅度超出了最乐观科学家的预料。当硬件专家正在开发微片技术时，那些从事设计和研制控制计算机的程序的软件专家门正在进行在软件领域中有所突破的基础研究工作。然而这种突破性研究，一不是发明激光信息编码的新方法，二不是研制小型快速微片，而是要在计算机科学的新兴领域——人工智能领域上来一个概念上的突破。

人工智能科学家过去一直致力研制具有某些思维能力的计算机程序，它能象人那样用智能方法解决某些问题。专家系统是20年奋斗的成果，被誉为是该类程序的佼佼者。图 1.1 表示了专家系统的发展进程。

60年代，人工智能科学家曾试图找出一种适于解决各类问题的通用方法来模拟思维的复杂过程，并根据这种方法编写通用程序。然而，尽管这方面研究有了某些有益的进展，但这种策略（strategy）没有取得任何突破性结果。研制通用程序难度太大，无法取得结果。一个程序能处理的问题越多，对某一特定问题的处理能力就越低。

人工智能科学家认为，必须采用另外的方法使计算机程序智能化。既然难于使程序完全通用化，就应侧重研究将通用的方法和