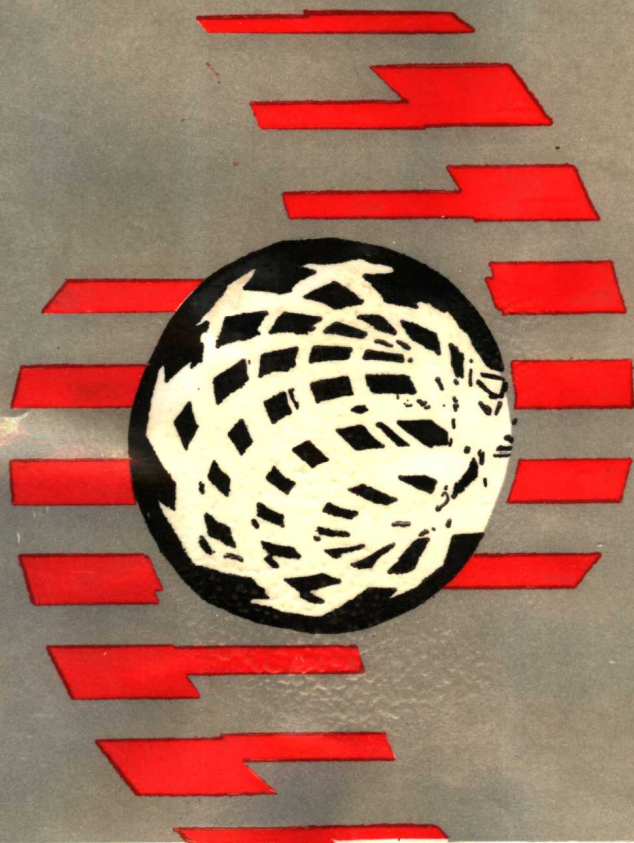


专家系统的开发方法

〔法〕R. 布里昂 著



石油工业出版社



专家系统的开发方法

[法] R.布里昂 著
马玉书 杨立嘉 译

石油工业出版社

**METHODE DE
DEVELOPPEMENT DE
SYSTEMES EXPERTS**

R.Briand

61,boulevard Saint-Germain-75005 PARIS

1988

EYROLLES

*

专家系统的开发方法

[法] R.布里昂 著

马玉书 杨立嘉 译

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 32 开本 $6\frac{1}{8}$ 印张 130 千字 印 1—2,000

1992 年 1 月北京第 1 版 1992 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-0656-1 / TE · 623

定价: 2.05 元

译者前言

作为当代高科技的人工智能和知识工程，由于专家系统的出现和迅速发展，实现了人工智能从学科研究走向实际应用，从一般思维方法探讨转入专门知识运用的重大突破。目前，专家系统已作为计算机学科的一个重要分支，它的应用已渗透到各个专业领域，取得令人惊叹的成果，引起社会各界的广泛兴趣和高度重视。当前社会上已出现一股“专家系统热”，各行各业都渴望和力图在其各自的领域开发专家系统。

但是，要开发一个专家系统，尤其是一个真正的、能付之实用的专家系统，确非易事，往往要投入大量人力、物力，耗费大量的经费和时间。而且，从实际情况看，在国内外研制成功的例子并不多见。专家系统的一个重要特点是它具有大量的领域专家的专门知识。它的性能主要取决于系统所包含的专家知识的数量、质量、表示方法及组织结构。因此，要开发成功一个专家系统，不仅需要研制者在知识获取、知识表示、推理机制和控制策略、语言环境及开发工具的选择、解决信息或知识的存储和提供友好的用户界面等方面采用先进、合理的知识（及信息）处理技术，更需要人工智能专家（认知学家）与领域专家在专家系统建造的整个过程（知识获取、形式化和编码应用领域的专家知识等）中进行长期、多次、密切而有效的合作。在我国，从事专家系统研制开发工作的，大多是各专业领域的科技工作者、工程技

术人员及研究生，他们不仅缺乏人工智能理论及其实现技术方面的基本训练，而且他们更缺乏开发专家系统的实践经验，不太了解开发专家系统的全过程及在建造专家系统的各个阶段所要解决和注意的问题。在进入选题时，他们只学习了一点人工智能及专家系统方面的知识，开始时往往不知道如何下手。有的把专家系统看得过于简单，甚至误认为只要采用一种人工智能语言（或高级语言），存储上一些规则，用通常的程序设计方法编程，就能研制出“专家系统”来。其实，这样研制出来的系统往往不能实用，只能供演示欣赏而已。多数人习惯于传统的程序设计方法和模式，在具体设计时没有统一的规划，对专家系统开发过程中可能出现的困难和问题估计不足，因此在碰到一个又一个困难时，往往丧失信心，甚至半途而废，使工作毫无成效。这恰好给人工智能及专家系统的怀疑论、否定论者提供了素材。为在研制专家系统工作中少走弯路，避免低水平的重复开发，借鉴前人的成功经验，我们翻译了这本比较全面和系统地介绍专家系统的开发方法的科技书，供读者参考。

本书既是一本专家系统的入门书，也是一本实用性很强的专家系统设计的实用指南。全书以车辆租赁合同选择（LOCAVOIT）、辅助投资类型选择（ACTYF）、生产体系意外事故管理（GASP）三个各具特色（采用产生式规则、框架及对象语言相结合而实现）的实用专家系统为背景，详细地阐述了专家系统的原理、体系结构及开发专家系统的方法。书中第1~4章，讲述了专家系统的基本概念、开发过程及规划的各个阶段；第5章预分析，介绍了应用领域的选择、估价及专家系统的可行性、功能性和用户需求分析；第6章知识获取，它往往是建造专家系统最为烦琐也是最为棘

手的问题。作者以丰富的经验，详细而深入地介绍了认知学家如何与领域专家、用户密切合作，如何有效获取知识，以解决这个被称为创建专家系统的瓶颈问题；第7章介绍了逻辑、语义网、产生式规则、框架和面向对象等知识表示方法；第8章阐述了专家系统设计的细节；最后，第9章指出当前采用专家系统开发工具研制专家系统的新趋势。三个专家系统应用实例，在书中是由浅入深、由简到繁逐步引入的。本书是目前同类专家系统科技书中对人工智能（认知学家）和领域专家密切合作，提供开发专家系统方法的具体细节描述得最为详尽而独具特色、不可多得的一本好书。它对各行业的科技工作者及工程技术人员了解开发专家系统的全过程，在各自的专业领域开发专家系统具有实际指导意义。

本书可作为大专院校计算机及有关专业的师生学习人工智能及专家系统有关课程的参考书，也可供对人工智能或专家系统技术有兴趣及拟开展这方面工作的科技工作者、工程技术人员和管理人员学习参考。

本书能得以出版曾得到北京大学王攻本教授和中国石油天然气总公司科技局陈建新高级工程师的支持和帮助。中国科学院计算所刘文卓同志对本书进行了认真的校对，在此一一表示感谢。由于我们水平有限，译文难免有错，恳请读者批评指正。

译者

1990年6月

175264/04

原 序

由于目前相应的开发工具大量投放市场，在工矿企业内快速开发高水平的专家系统，已经可以办到。

为了卓有成效地设计出这样的专家系统，本书特向大家提出一种方法。

全书以三项实用的专家系统为基础，比较全面和系统地介绍了专家系统的开发方法，就专家系统规划的展开、专家的经验及专长的性质和实现技术，逐一地揭示了有关具体信息。

本书是本着“认知学者辅导指南”的宗旨而写的，因此，它更侧重于论述：

在企业内部调查专家系统技术对口的应用领域的种种方法；

获取专家知识的方法；

将这些知识转换到计算机内的技术手段及形式化表示方法。

(京)新登字 082 号

内 容 提 要

本书以三个实用的专家系统为背景,比较全面和系统地介绍了专家系统的开发方法。它既是一本专家系统的入门书,也是一本实用性很强的专家系统设计实用指南。书中第1~4章介绍了专家系统的基本概念、开发过程及规划的各个阶段;第5~8章作者以丰富的经验对专家系统开发过程中所遇到的各种困难及问题,尤其是创建专家系统的瓶颈问题——知识获取,以及知识表示、推理机制和专家系统设计中涉及的种种问题,进行了详细、深入的阐述,强调了人工智能专家(认知学家)与领域专家密切合作的重要性;最后,第9章指出了当前采用专家系统开发工具研制专家系统的新趋向。三个实用专家系统应用实例,在书中是按照由浅入深,由简到繁逐步引入的。本书通俗易懂,实用性强。它无论是对深入从事这方面的老手,还是刚刚踏入这一领域的新手,都不失为一本有价值的参考书。本书可作为大专院校计算机及有关专业的师生学习人工智能及专家系统有关课程的参考书,也可供对人工智能及专家系统技术有兴趣及拟开展专家系统研制的科技工作者、工程技术人员和管理人员学习参考。

目 录

第一章 引言	(1)
1.1 本书宗旨	(1)
1.2 本书面向哪些读者?	(2)
1.3 各章节介绍	(2)
第二章 基本概念	(4)
2.1 什么是专家系统?	(4)
2.2 专家系统干什么用?	(5)
2.3 知识: 基本要素	(7)
2.4 动作行为参与者	(10)
2.5 专家系统的体系结构	(12)
专家系统实例之一:	
LOCAVOIT——车辆租赁合同选择专家系统	(15)
1. 知识库系统含义何在?	(15)
2. LOCAVOIT 系统	(17)
3. 问题分析	(17)
4. 知识库编码	(19)
5. 推理的展开	(21)
6. 扩大应用的可能性	(22)
第三章 规划的展开	(27)
3.1 方法的概念	(27)
3.2 预分析阶段	(31)
3.3 设计阶段	(31)

3.4	开发研制阶段	(33)
3.5	规划的管理	(35)
第四章	专家系统综述	(37)
4.1	按活动范围划分的专家系统	(37)
4.2	按工矿企业功能划分的专家系统	(42)
4.3	按类型划分的专家系统	(49)
第五章	预分析	(51)
5.1	应用领域的选择	(51)
5.1.1	应用领域调查	(52)
5.1.2	应用领域估价	(54)
5.2	预分析	(57)
5.3	专家系统的第一个规划	(58)
第六章	知识的获取	(61)
6.1	知识获取的目的	(61)
6.2	认知学家的作用	(63)
6.3	专家是什么意思?	(67)
6.4	专家专业技能的性质	(72)
6.5	知识获取的过程	(73)
6.6	专家专业技能的存储	(78)
6.7	交谈的类型	(80)
6.8	可能采取的态度	(85)
6.9	交谈后的工作	(88)
第七章	知识表示	(91)
7.1	知识表示	(91)
7.2	逻辑表示	(92)
7.3	语义网	(95)
7.4	产生式规则	(97)

7.4.1 一般介绍	(97)
7.4.2 推理机	(103)
7.5 集中对象表示	(107)
专家系统实例之二:	
ACTYF——辅助投资类型选择的专家系统	(113)
1. 确定研究范围	(113)
2. 选择应用领域	(114)
3. 知识的获取	(115)
4. 知识的形式化	(116)
5. 专家系统的功能说明	(120)
6. 编码	(122)
第八章 专家系统的设计	(129)
8.1 知识分析和专家系统的规范说明	(129)
8.1.1 问题类型学说	(131)
8.1.2 本体论分析	(137)
8.2 功能分析和应用说明	(139)
专家系统实例之三:	
GASP——生产体系中意外事故管理专家系统	(146)
1. 问题介绍	(146)
2. 可供使用的工具	(153)
3. 在一个滑雪板制造厂中采用的 GASP 系统	(157)
第九章 专家系统开发工具	(167)
9.1 什么是专家系统开发工具?	(167)
9.2 知识的表示	(168)
9.3 辅助程序设计的环境	(170)
参考文献	(180)

第一章 引 言

1.1 本书宗旨

专家系统市场

多年以来，仅仅局限在研究领域之内的专家系统，现在开始打入了企业界。的确，专业性开发工具大量出现在市面上，价格又合理，厂家引进专家系统，可不必冒耗费巨额资金的风险。微机软件市场上，有的专家系统价目介于 2000 至 20 000 法郎之间。这笔投资与二年前的费用相比，已不可同日而语。当时，添置一部 LISP 专用机连同开发软件，要投资近百万法郎。由于价格的降低，使数量相当多的企业就敢于问津了。况且，这些企业并不掩饰他们对此项技术的关注。在阿维农举办的专家系统展览会期间形势的急剧变化，很说明问题。这届展览会由 1984 年的小规模展销（仅有 50 个厂家参展）发展为 1986 年欧洲专家系统最大型的展销活动之一（参展厂家近 1500 个）。

有了专家系统开发工具，能作些什么？

企业恰当地选定了专家系统未来实用领域之后，便能很快地在三、四个月之内研制出一套实用的小系统。诚然，这套小系统在功能和多种用途上将受到限制，但是却会解决一个实际问题，并使专家系统整套技术易被掌握。这样的实验性应用，能够使采用专家系统并进行投资的决策更有把握地作出。

本书论事方法

本书的目的在于：提供一种实用方法，以便利用市场上现有软件，迅速有效地开发应用复杂的中型专家系统。本书介绍了专家系统开发的各个不同阶段：从应用领域的选择，系统的设计，直至系统的编码。每一阶段均引入为各个阶段实际应用所需要的信息和知识，并将列举实例加以说明。

最后，这些知识全部纳入基于对企业内实际开发方案的几种研究分析里。这些具体情况的分析研究，目的在于阐述预先引入的概念，并使之具体化。

1.2 本书面向哪些读者？

本书本着以上所述宗旨写成，对下列人员阅读将十分有益：

任何要在企业内开发专家系统者；

愿从头学习专家系统开发技术的传统计算机工作者；

欲提出专家系统方案，并希望了解其技术上的来龙去脉的管理方面的负责人。

阅读本书并不要求先具有专家系统方面的知识。但是，读者仍然得掌握程序设计概念，对企业所使用的软件设计和有关配置应有一定的了解。

1.3 各章节介绍

全书可分为三大部分，反映着一项规划的进程，即：
进行接触和预分析；
专家系统的设计；
应用开发。

第一部分包括第一至第五章，内容为：

专家系统基本概念及专家系统规划进程各个阶段；

企业界现有的具有参考价值的专家系统；
用专家系统处理的一个问题的预分析的关键之点。

第二部分包括第六至第八章，内容为：

通过认知学家成功地获取专家知识的方法；

专家系统内部结构设计及按照用户需求成功地开发专家系统的关键。

最后一部分包括第七至第九章。其内容详尽说明了开发专家系统的方法：

可采用的各种不同的知识表示方式；

市场上现有专家系统开发工具的组成要素；

系统实用的各个阶段。

在以上每个部分内都附有一个专家系统的实例，它们是在企业中具体应用的成功例子。

第一个实例：LOCAVOIT 系统是一个最为简单的专家系统，它可使读者很好地理解一个专家系统的各个关键部分。该系统处理出租车辆合同的选择问题；

第二个实例：ACTYF 系统是一个农业贷款选择专家系统。它是在微机上采用基于规划的专家系统产生器来开发的；

第三个实例：GASP 系统是一个生产管理专家系统。它是用知识表示的最高形式之一的框架加以开发的。

第二章 基本概念

本章的目的是向刚入门的读者提供理解专家系统所需的最基础的知识。我们将引入许多概念，而暂不深入加以探讨。这是概念多、新词汇多的一章。这些概念和新词汇在本书随后的章节里，将重新予以详细分析。内行的读者，可以径直翻阅下一章而毫无问题，在下一章将介绍专家系统设计的各个阶段。

2.1 什么是专家系统？

专家系统是一个具有大量专门知识的计算机智能信息系统。它运用知识和推理技术来求解和模拟通常要由人类专家才能解决的各种复杂、具体的问题。它可使专家的专长不受时间和空间的限制，能被普通人员所使用，以发挥专家更大的作用。从这个定义出发，可看到专家系统所具有的双重性：一是模仿人类推理的意愿；二是解决具体问题的必要性。

人工智能研究尤其致力于能模仿人类推理的系统的设计。然而，一家企业的问题并非要模拟人类行为，而是要解决一个具体的复杂的问题，这是需要极少而昂贵的人类专家技能经验才办得到的。企业家们很快就看到了专家系统的巨大潜力。从此，专家系统及其实现技术便迅速发展起来。人工智能研究者的初始目标跟雇用他们的企业家的愿望可能存在细微的差异；然而，这种细微差异将直接影响着专家系统

的运转、结构和开发方法。这一点，全书从头到尾，处处可见。

专家系统源于人工智能，从而保留了一套从外表看来奇特的专门词汇，不过在上下文中，它们还是容易领会的。

2.2 专家系统干什么用？

专家系统是用来求解符号逻辑性质方面的问题的，这与算法正好相反。换言之，它用来求解与计算功能相对立的推理功能。人类活动中有许许多多问题，可以通过专家系统加以解决。试举几个专家系统的应用实例：

地质方面，协助石油勘探；

生产方面，自动生成装配系列或诊断机器故障原因；

医学方面，用于多种疾病的诊断；

财政方面，用于公司的财务结算及分析。

应用举例

专家系统最常见的使用方式是同用户连续对话。专家系统在进行推理之前，先要对解决的课题提出一定数量的一般性问题。而后，它随着自己“思考”的展开，向软件用户索取所需信息，以便找到最好的答案。专家系统通过一定的格式向用户显示其请求构成用户接口。这是该系统重要的组成部分，可称之为联系人，它沟通用户和系统核心之间的联系。

例如，ACTYF 专家系统以分发农业贷款的情况作为一个研究的对象。该系统辅助法国东南地区农业信用贷款银行负责人发放某些农业贷款。一位农业主顾走进银行经营部询问一笔贷款的情况。他向信贷主管者表明需要情况，后者利用专家系统，了解贷款可分发的幅度有多大。

会话过程是如何进行的？信贷主管者开头先选择专家系

统的查询方式:

对投资的类型进行查询

查询所有的投资类型

然后, 确定贷款目的的可接受性:

范围 = “购买土地” (通过屏幕上几个选择项进行选择)

接着, 专家系统要求提供一定数量的有关情况的普通信息, 并要求说出顾客的意向:

利用耕种面积:

种植区域: 上罗瓦尔河, 然后, 梅则克区

专业种植: 葡萄

面积公顷: 4.5

已购买面积: ……

这些信息构成基本事实, 然后由专家系统进行处理。系统开始推理, 目的在于为主顾找出按规定发放的贷款中获益最大的一种。当系统认为进行推理需要补充信息时, 问题将被显示出来。推理过程中采取问答形式交流信息, 是专家系统的特征。在我们涉及的实例中, 系统将连续发问:

申请人是自然人吗? 是。

申请人以农业为主吗? 是。

卖价低于 DDA 河谷吗? 是。

申请人类别? 青年农民。

贷款类别? 优惠信贷。

耕种条件? 山区。

于是, 检索获得了最终结论: 按利息大小依次开列出可给予该顾客的贷款表格。然后由软件 ACTYF 采用更传统的方法, 从一笔或数笔挑选出的贷款计算出拨款计划额来。