

EXPERT SYSTEM

实用专家系统指南

■ 谭东风 编译

■ 国防科技大学出版社

实用专家系统指南

谭东风 编译

国防科技大学出版社

内 容 简 介

本书根据美国学者 Paul Siegel 所著 “Expert Systems (A Non-Programmer's Guide to Development and Applications)” 编译而成。书中围绕不懂计算机编程的用户怎样建立自己的实用专家系统这一主题，详细介绍了专家系统开发的全过程——确定专家系统领域、开发表示知识的词汇、建立知识库和测试知识库四个阶段。全书采用通俗易懂的语言，辅以丰富的图示，深入浅出地讲述了重要的概念、方法和实用技巧。贯穿全书的专家系统实例——交通事故原型为读者全面理解和掌握书中内容提供了帮助，同时也为读者实践所学知识提供了可供借鉴的范本。

本书可供具有中等以上文化水平的读者阅读，或供大专院校的师生使用，亦可作大专院校有关专业的教材或教学参考书。

实用专家系统指南

谭东风 编译

责任编辑 何 晋

责任校对 钟 平

国防科技大学出版社出版发行

新华书店总店科技发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

※

开本：787×1092 1/32 印张：10 26/32 字数：250千

1991年5月第1版第1次印刷 印数：1—4200册

ISBN 7-81024-142-7

TP·27 定价：4.20元

目 录

引 言

第一章 什么是专家系统?

- 1.1 存贮在磁盘上的专家经验.....(5)
- 1.2 什么是知识?(6)
- 1.3 知识的表示.....(7)
- 1.4 经验知识.....(11)
- 1.5 计算机推理.....(13)
- 1.6 人机对话.....(17)
- 1.7 不确定性.....(19)
- 1.8 推理的解释.....(19)
- 1.9 专家系统的主要特征.....(20)

第二章 专家系统在经营管理领域的应用

- 2.1 问题的类型.....(22)
- 2.2 经营管理中的分析与综合任务.....(27)
- 2.3 执行层的应用.....(27)
- 2.4 控制层的应用.....(30)
- 2.5 计划层的应用.....(31)
- 2.6 专家系统的应用领域.....(32)
- 2.7 复合领域的应用.....(35)

第三章 图形化规则语言

- 3.1 上下文树.....(38)
- 3.2 事实模版.....(40)
- 3.3 规则模版.....(43)

第四章 开发专家系统的过程

- 4.1 开发计划.....(47)
- 4.2 阶段 I：确定专家系统领域.....(49)
- 4.3 阶段 II：开发表示知识的词汇.....(51)
- 4.4 阶段 III：建立知识库.....(54)
- 4.5 阶段 IV：测试知识库.....(56)

第五章 阶段 I：确定专家系统的应用领域

- 5.1 示范实例.....(59)
- 5.2 分割应用领域.....(60)
- 5.3 确定推理流程.....(61)
- 5.4 合成人机对话.....(62)
- 5.5 重新组织或构造.....(65)
- 5.6 确定性能指标.....(68)

第六章 阶段 II：开发表示知识的词汇

- 6.1 确定属性.....(70)
- 6.2 定义属性的值.....(75)
- 6.3 编写检验词汇的规则.....(79)

第七章 专家系统的推理过程

- 7.1 逻辑的模拟.....(82)
- 7.2 正向推理.....(87)
- 7.3 反向推理.....(88)
- 7.4 前件规则与后件规则.....(91)
- 7.5 元规则.....(91)
- 7.6 不确定性.....(92)

第八章 专家系统开发工具——电脑顾问

- 8.1 概述.....(96)
- 8.2 语法.....(98)
- 8.3 输入知识库元素.....(106)
- 8.4 人机对话.....(108)
- 8.5 调试.....(114)

第九章 阶段Ⅲ：建立知识库

- 9.1 准备书面形式的规则库..... (120)
- 9.2 输入知识库元素..... (126)
- 9.3 检查知识库的逻辑正确性..... (128)
- 9.4 检查可信因子..... (137)

第十章 阶段Ⅳ：测试知识库

- 10.1 准备一套测试案例..... (140)
- 10.2 评价知识库..... (142)
- 10.3 改善人机对话..... (148)
- 10.4 “开门”评议..... (159)

第十一章 开发专家系统：一条自我深造的途径

- 11.1 专家系统开发计划..... (161)
- 11.2 经营管理专家系统领域中的知识..... (168)
- 11.3 专家系统开发工具..... (173)
- 11.4 严谨、求实的工作作风..... (180)
- 11.5 开发自我..... (184)

附录A “电脑顾问”的命令——ARL形式

- A.1 系统定义的元素..... (186)
- A.2 开发者定义的元素..... (189)
- A.3 命令..... (194)
- A.4 实例..... (197)
- A.5 从ARL到自然语言的翻译..... (200)

附录B “电脑顾问”的命令——LISP形式

- B.1 系统定义的元素..... (204)
- B.2 开发者定义的元素..... (207)
- B.3 命令..... (207)
- B.4 实例..... (208)
- B.5 用户定义的函数..... (213)

附录C 交通事故原型专家系统的规则库..... (215)

附录D 交通事故原型专家系统的规则和参数(属性)清单..... (239)

附录E 可在个人计算机上运行的专家系统开发工具

E.1 中档产品	(318)
E.2 低档产品	(320)
E.3 高档产品	(321)

参考文献

索 引

引 言

如果你是一位在经营管理方面经验丰富、颇有建树的人士，你希望有效地指导或培训那些刚刚从事经营活动的人们；如果你是一位整日忙于经营活动，希望有一个具备相当经验的助手随时帮助你的经理人员；如果你是一位对专家系统略有所闻，想进一步了解并尝试建立自己的专家系统的人；如果你是一位想对专家系统进行系统研究，但又被专业化的文献所困扰的学者；或者你是出于某种目的想了解专家系统的人，那么，阅读本书也许是有所裨益的。

由于开发专家系统需要使用计算机，因此你可能以为开发专家系统必须在一个大型研究机构里才能做到，其实不然。今天，任何拥有个人计算机的人都可以开发出自己的专家系统。不仅如此，由于专家系统具有集组织中各种专业知识于一体的机制，凭借这种崭新的工具，小企业家也有可能与大的跨国联合企业展开有效的竞争。

开发专家系统不一定必须具有程序设计的经历和经验，而只需熟悉个人计算机的使用就可以了。

本书有两个目的。首先，帮助你判断专家系统对你是否有益；其次，向你介绍怎样建立专家系统。这两个目标是相辅相成的，你很快就会发现，不了解专家系统的开发过程是难于判断开发专家系统的有关问题的。为此，我们将在本书之中为你解答以下问题：

“什么是专家系统？”

“你需要专家系统吗？”

“专家系统能为你做些什么？”

以及

“建立一个专家系统你应该做些什么？”

本书将介绍专家系统适用的经营管理领域，并说明专家系统为什么适用于经营管理领域。然后，还要介绍在微型计算机IBM PC及其兼容机上开发小型专家系统的全过程，这个过程由四个开发阶段组成。

本书在叙述上着力表述清晰明了的原理和简单实用的方法，而不象“菜谱”那样详尽地介绍每一道菜肴的配料细节和烹调过程。在本书中我们也介绍了利用一种称之为专家系统开发工具的软件，即德克萨斯仪器公司出品的“电脑顾问”，来建立一个专家系统的整个过程及其部分细节。我们之所以这样做，既不是想使你陷入细节之中，也不是企图给你指出一条“唯一正确的道路”，而是为了使抽象的概念生动具体、深入浅出。虽然我们专门介绍了“电脑顾问”这个软件，但本书所述内容对于同类个人计算机专家系统开发软件来说，同样也是适用的。

建立一个专家系统不是一件轻而易举的事情，但是只要你抱着实事求是的态度，用科学合理的方法，同时对你所从事的专业工作非常娴熟，而且准备集中才智、全力以赴的话，那么你一定能够成功。建立一个小型专家系统（大约含三百条规则）所需的时间根据问题领域的复杂程度而有所不同，一般来讲，一项工程计划大约需要六个月左右。

在着手进行正式系统的开发之前，应该先从所开发的领域中选择一个小而有代表性的原型进行试验。根据从原型开发中

获得的经验，你可以检验开发方法是否正确，同时也可以更准确地估计整个工程将持续的时间。

多数人认为开发专家系统需要一位知识工程师的帮助。知识工程师是从专家那里获得知识，并利用这些知识建造专家系统的行家。然而，知识工程师的三分之二时间花费在发掘专家系统使用的词汇和规则上面，为此，他必须与专家进行大量的讨论才能获得这些知识。这就意味着你必须为工程的进展付出大量宝贵的时间。

你需要知识工程师的帮助吗？如果是建立一个系统，也许并不需要。当问题领域很大很复杂时，你才离不开知识工程师。此外，在开发大型专家系统时，你还可以通过建立工程小组的形式来获得同事们的帮助。

本书最好分三遍来阅读。第一遍，通过阅读可以获得一个对专家系统开发过程的大致印象，然后便可以判断有没有必要开发专家系统，若有必要开发，是否需要知识工程师和工程小组的帮助。在读第二遍时，要更仔细地了解开发专家系统的过程和方法，并应用这些知识来指导原型系统的开发。原型系统完成之后，要进行全面的评价。在开始正式系统的开发之前，再进行第三遍阅读。

在阅读过程中，你也许并不认为自己对业务是很精通的，但你只要仔细地阅读本书，并亲手建立一个专家系统，这对你提高业务水平肯定是大有裨益的。通过开发专家系统并且用它来解决实际问题，你便不知不觉地开发了自己的知识。也许，有朝一日你也就成为专家了。

第一章 什么是专家系统？

你是专家吗？当然是。任何人都会在某一方面有所造诣。如果你是一位企业家，你就一定知道怎样建立一个组织。如果你是一位经理，你就是一批人的领导者。如果你是一位设计师，你可以创造新的想法和产品。如果你是故障检修员，你可以很快地确定问题的原因，并能及时地纠正或者修复它。如果你是研究人员，你一定拥有发掘新知识的诀窍。

如果你是一位擅长分析问题的人，你会把复杂的问题分解成较小、较容易解决的小问题，进而将它们解决。如果你是一名专业顾问，由于你对你自己所从事的专业领域有着透彻的了解，所以你能够解答有关这个专业范围的问题，这个领域可能是财政、税务、法律、宗教、政治、教育、经济或其它专业领域。

难道你不愿意整理出自己的专业特长和经验，以便更好地利用或用来与别人进行交流吗？有些人把他们的专长和经验整理成书，但是，建立专家系统可能是一种更好的办法。你可以用规则的形式将你的知识输入到专家系统中，这个专家系统就可以同遇到问题的用户进行“交谈”，应用存贮其中的规则进行推理，最后向用户提供咨询，甚至能向用户解释自己的推理方法和过程。这里的用户可以是任何人——你的同事、部下、学生、供货商以及现实的和潜在的顾客等等。

1.1 存贮在磁盘上的专家经验

什么是专家系统？简单地讲，专家系统就是存贮在磁盘上的专家经验。通常，先由专家系统的开发者把人类专家从多年经验中积累起来的核心知识存贮到磁盘上，以后，用户可以通过个人计算机获得这些知识。他们只需先回答几个由专家系统提出的问题，然后就可得到专家系统对专业领域中问题的咨询建议。专家系统正是应用这些事先存贮在计算机中的知识进行推理并提供咨询建议的。

开发专家系统的设备是一种称作“专家系统开发工具”的奇妙软件。图 1-1 展示了专家系统开发工具的功能：它引导专家系统的开发者，也就是你，输入自己的知识并建立知识库，即图中的“黑箱”。这个黑箱连同专家系统开发工具中的推理机一块复制到另一个软磁盘上，这就形成了一个完整的专家系

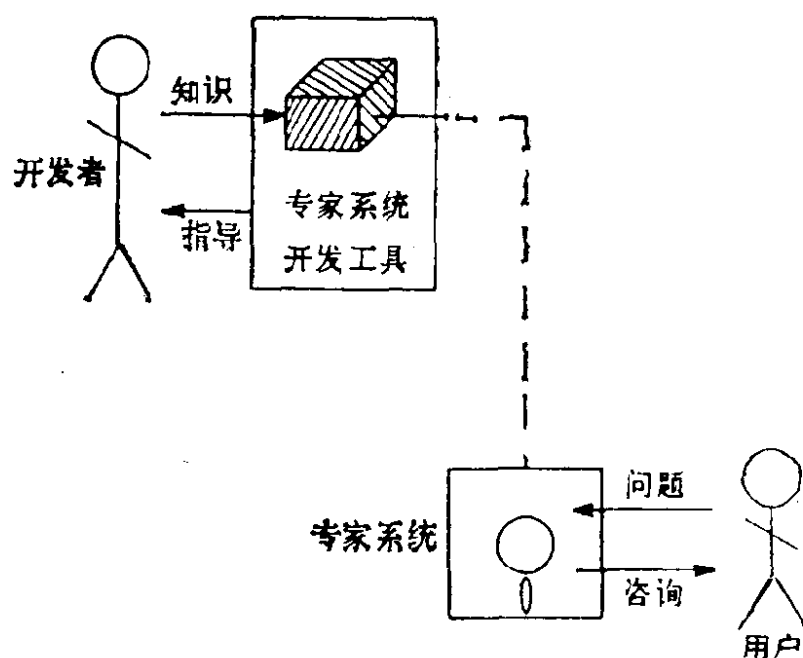


图 1-1 开发专家系统

统。这个专家系统利用以磁盘记录形式存贮的专业知识和经验来提供咨询、解决用户的问题。

下面，我们将一步一步地向你讲解，怎样把你的知识转换成象“电脑顾问”这样的专家系统开发工具能够理解和接受的形式。当然，我们也将解释“电脑顾问”或其它专家系统开发工具是怎样指导开发者输入知识以及怎样指导开发者开发自己的专家系统的。

1.2 什么是知识？

让我们用与数据和信息比较的方法来说明知识。在人类制定决策的活动中，这三者之间组成了一个以数据为基础、以知识为顶层的层次结构。

数据用来表示事实。例如，约翰身高1.70米，玛莉有双大眼睛。

信息则是数据的“浓缩”。数据经过组合、概括、校对、比较、分类、相关分析以及其它处理过程，从而变成更方便人们制定决策的形式。例如，成本-效益报表就是一种信息，因为它是由数据经过“浓缩”后，成为有助于人们判断一个企业经营水平的特有形式。

最顶端的是知识，它是人类制定决策的基础。人们能根据不同的成本-效益报表确定经营得最好的企业，而做这件事本身是需要知识的。

图 1-2 说明了数据、信息和知识处理与人类决策之间的关系。若计算机只做数据处理，那么人就得把数据加工成信息，然后据此做知识处理以便形成决策。如果计算机也做信息处理（包括数据处理），则人们只要进行知识处理后就能形成决策。当计算机能够进行知识处理时（包括数据处理和信息处理），留

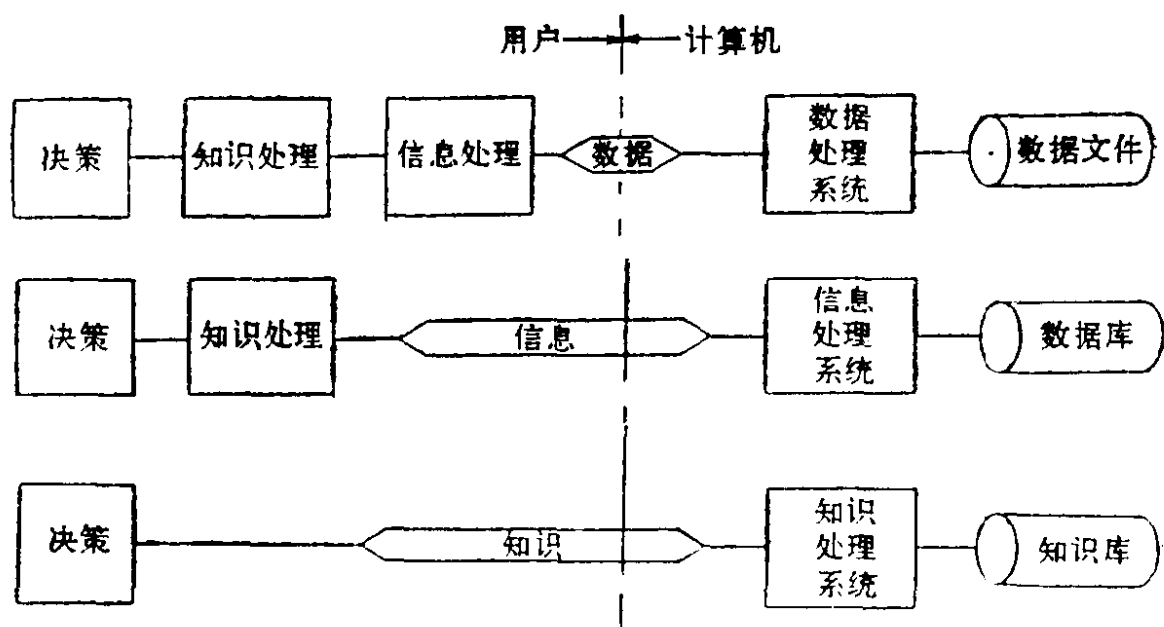


图 1-2 数据，信息和知识处理

给人们做的，除了把知识处理的结果应用于具体的任务以外，就相对少了。

1.3 知识的表示

尽管有上一节的介绍，知识这个词对我们来说仍是一个模糊的概念，你只是从直觉上知道了它的意思。但是知识应该怎样表示才能由计算机进行处理呢？在计算机科学界，这是一个多年来始终热门的研究课题。目前的研究主要集中在知识的描述、编程以及相应的数学技巧方面。在众多目前正在探索的途径中，语义网络、框架和规则是三种最能为广大非程序员用户接受的技术。

1.3.1 语义网络

语义网络能够反映不同个体之间的联系。一个简单的描述动物界内部联系的语义网络如图 1-3 所示，该图说明哺乳动物“是一种”动物，同样，食肉动物和鸟类也“是一种”动物；该图还说明哺乳动物的“表皮”类型是毛发，而它们的一种“活动”是产奶；类似地，该图还说明鸟类的表皮类型和活动，食肉动物的外貌特征、附属器官和活动特征。

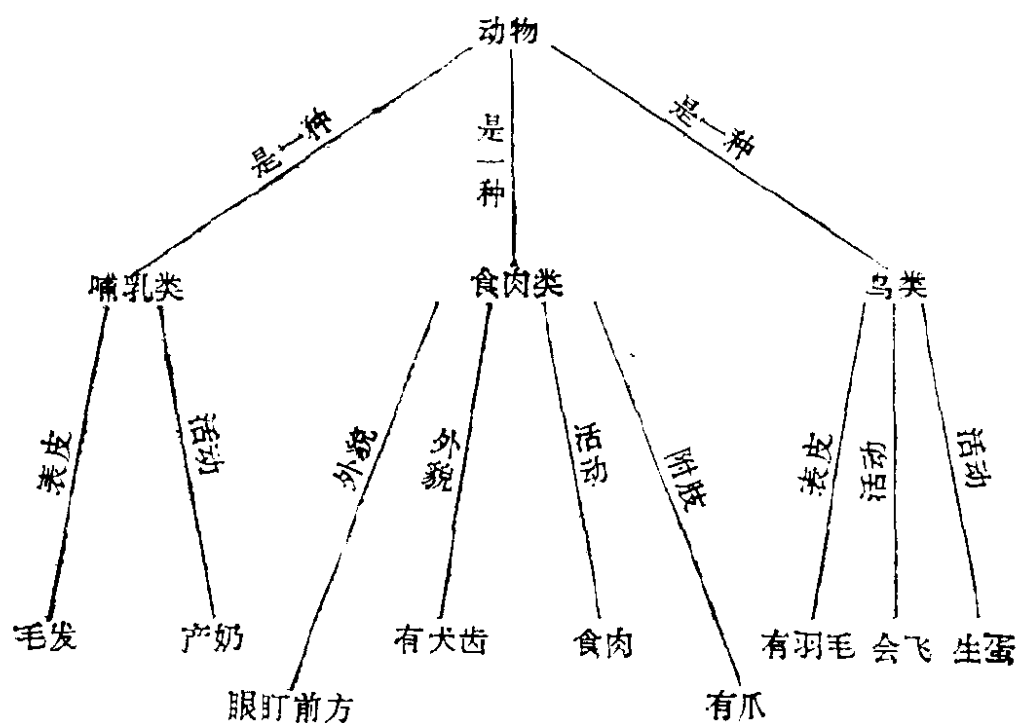


图 1-3 语义网络

在图示中，我们用线段来表示联系两个对象的“关系”，通常把关系标注在连线上。下面是三个关系的例子：

- ☐ A-KIND-OF (哺乳动物，动物) ——表示“哺乳动物是一种动物”；
- ☐ SKIN-COVER (毛发，哺乳动物) ——表示“哺乳动物的表皮是毛发”；

□ ACTIVITY (产奶, 哺乳动物) ——表示“产奶是哺乳动物的一种活动”。

语义网络所描述的系统、概念、问题和关系都能由计算机进行处理。

1.3.2 框 架

另一种表示知识的方法是框架，其思想来源于著名的人工智能专家马翁·明斯基的人类怎样思维的理论。明斯基曾经说过“当一个人遇到一种新情况（或对他目前认识的问题有较大改变）时，他会从其记忆中选择一个称之为框架的实在结构，并根据需要改变这个记忆框架中的一些细节以适应变化了的实际问题。”

明斯基又说，“框架是一种数据结构，它可以用来表示那些已有陈规的情况，如身在一个起居室里或去参加一个孩子的生日晚会。每个框架附带着各种信息，有怎样使用框架的信息，有期望下一时刻发生什么事件的信息，有当这些期望都不成立时应该做什么的信息等等。”

在图 1-3 中用语义网络表示的数据可用图 1-4 中的三个框

哺乳类		食 肉 类		鸟 类	
是一种:	动物	是一种:	动 物	是一种:	动 物
表皮:	毛发	外貌:	眼盯前方 有犬齿	表皮:	羽 毛
活动:	产奶	附肢:	有 爪	活动:	会 飞
*		* 活动:	食 肉	*	生 蛋

*：除描述型数据之外，也可以包含过程型信息

图 1-4 框架

架来表示。第一个框架是用来表示哺乳动物的，其中顶端的关系表示哺乳动物是一种动物，这个关系起到指向动物框架的作用。表皮和活动关系也在哺乳动物框架中说明。食肉动物框架和鸟类动物框架之间的关系与语义网络中的类似。

与语义网络相比，框架有两个最大的优点。其一，可以分割复杂的领域；其二，除能存贮描述性数据外，还能存贮过程性知识。

1.3.3 规则

规则是一种最简便的知识表示法。用哺乳动物框架说明的主要知识成分可表示成规则：

如果 动物有毛发
且 动物产奶
则 该动物是哺乳动物

规则是目前用得最多的知识表示方法，也是我们在本书的后续部分中将集中论述的主题。规则之所以得到如此广泛的应用，是由于它具有以下特点：

- ☐ 简洁性
- ☐ 模块性
- ☐ 规模恰当
- ☐ 既具有描述性又具有过程性

简洁性 知识的表示、理解和处理简单明了。

模块性 每条规则独立表示一个意思，对它的任何变化或修改都不会影响其它规则。