

知识工程

基础与应用案例

ZHI SHI GONG CHENG JI CHU YU YING YONG AN LI

李跃新 胡 婕
秦 丽 顾梦霞 著



科学出版社

www.sciencep.com

TP182

11

2006

知识工程基础与应用案例

李跃新 胡 婕 秦 丽 顾梦霞 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在介绍知识表示、知识获取和 CLIPS、WXCLIPS、专家系统设计方法等基础知识的同时,利用作者们自己开发的实例,首次较详细地说明了 CLIPS 和 WXCLIPS 等工具的具体使用方法,详细介绍、分析了用 CLIPS 和 WXCLIPS 系统编程的典型实例,并给出了部分程序的实现代码;同时,还较详细地介绍了作者们几年来自主开发设计的基于知识的桥墩防撞监控系统、基于知识的 Agent 团队训练系统等的原理、思路和设计方法。

本书适合广大从事人工智能、专家系统和现代管理信息系统研究、设计与开发的科技人员参考,并可供高校有关专业研究生作为教材或参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

知识工程基础与应用案例/李跃新等著. —北京:科学出版社,2006
ISBN 7-03-018111-5

I. 知… II. 李… III. 知识工程-高等学校-教材 IV. TP182

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 118595 号

责任编辑:杨瑰玉/责任校对:董 丽

责任印制:高 嵘/封面设计:宝 典

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉大学出版社印刷总厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006 年 9 月第一次印刷 印张:11 3/4

印数:1—2 000 字数:288 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

“知识工程”一词最初是由斯坦福大学的 E Feigenbaum 教授在 1977 年的“第五届人工智能国际会议”的演讲中提出的。他说:“知识工程是把人们积极利用经验知识解决问题作为前提并与人工智能应用有关的一个研究领域。”通俗地讲,知识工程中最主要的专家系统是指把专具有技术秘密存储在计算机里,以便于普通人所利用。

人工智能的研究是从猜谜和游戏开始,由此产生了对状态空间的搜索法的研究。在此基础上关于通用问题求解 GPS(general problem solver)的研究十分盛行。Robinson 提出归结原理,加快了定理证明和机器人行动计划的研究步伐。Newell 提出了产生式系统,Quillian 提出语义网络,语言理解和知识表示成为这一时期的主要研究内容。之后 Colmerauer 提出了建立在逻辑基础上的人工智能用语言 Prolog, Minsky 的框架理论成为新的知识表示形式。有关知识工程基础研究的成果逐步积累起来。从此以后,人工智能分为倾向于工程的知识工程和倾向于科学的认知科学。“知识工程”的建立揭开了人工智能应用的序幕。20 世纪 80 年代很多专家系统和语言处理系统出现并且逐步实用化、商业化,很多开发工具也应运而生,如本书将要详细介绍的 CLIPS 语言等。20 世纪 90 年代以后,知识工程的理论和技术方法也日益更新。由于数据库的发展和成熟,借助于数据库理论和技术思想用于知识库的研究,对知识库系统的知识获取、知识维护、知识使用和知识传播等方面的研究起了很大的促进作用,也使得知识工程主要研究领域之一——专家系统的研究有了新的课题:专家数据库系统。由于网络的发展和技术成熟,分布式的人工智能也成为研究热点,专家系统的开发与应用也从单一的应用领域走向多应用领域相结合,向有很强的综合求解能力方向发展。在新的世纪里,知识自动获取、知识库系统的理论与技术和分布式知识库系统的应用成为研究的主要内容。以美国国防部、航空航天局和能源部为首,组织实施了很多重大研究项目,如高性能知识库(HPKB)等。我国 863 高科技计划也始终把知识库系统的研究作为智能计算机的重要部分。

全书共分七章。第一章介绍了知识工程的发展历程和研究的内容,简述了知识的相关概念、知识表示的研究内容、知识库系统及知识工程与基于知识系统的关系;第二章阐述了知识表示的方法(如谓词逻辑的表示方法)、语言网、产生式系统和框架等;第三章详细介绍 CLIPS 语言,其内容包括 CLIPS 的事实表示方法以及知识库的构造和推理机,并用实例说明了专家系统 CLIPS 程序方法;第四章介绍了 Windows 环境的 CLIPS 语言——WXCLIPS,讲解了 WXCLIPS 的集成环境、库函数、数据库的访问技术,用程序实例讲解了 WXCLIPS 的技术;第五章叙述了基于 Web 知识系统的开发工具 Jess 与 Java,介绍了 Jess 类、Jess 与 CLIPS 和 Java 的相互调用,并给出了编程实例说明如何使用 Jess 与 Java 设计知识系统;第六章介绍和分析了用 CLIPS 和 WXCLIPS 语言写小型专家系统的例子;第七章介绍了在科学研究、项目开发中和研究生教学活动中利用知识库及知识工程技术的设计案例。

本书可作为从事知识工程技术研究或知识系统的项目开发的技术指导和参考书,也可作为相关专业的研究生教材,或学习人工智能、知识、工程及知识库系统等有关课程的教学参考书。

本书的撰写得到了武汉理工大学博士导师罗荣佳教授的指导,特此表示感谢。湖北大学

数学与计算机科学学院系统分析与集成专业的研究生魏丹、张恒玲、刘峰和卢松茂等对本书中的内容提出了宝贵的意见，他们研究的内容也作为本书的有关素材，在此表示感谢。

由于作者水平有限，加上知识工程的理论与技术也在不断发展，程序实例或设计案例难免有错误和缺陷，殷切希望广大读者批评指正。

李跃新 胡 婕 秦 丽 顾梦霞

2006年6月28日

目 录

第一章 知识工程与知识	1
1.1 知识工程的提出	1
1.2 知识工程产生的背景	3
1.3 知识工程研究的主要内容	3
1.4 知识简论	4
1.4.1 知识的种类	4
1.4.2 描述性表示与程序式表示	4
1.4.3 表示知识的条件	5
1.4.4 知识表示研究的内容	5
1.5 广义的知识工程	6
1.6 知识库和知识库系统	8
1.6.1 定义	8
1.6.2 知识库的推理和维护	9
1.6.3 知识库系统构建技术	9
1.7 知识工程与基于知识的系统	9
第二章 知识的表示	11
2.1 谓词逻辑及反演推理	11
2.1.1 谓词逻辑	11
2.1.2 归结原理	12
2.1.3 归结的反演推理过程	13
2.1.4 归结原理的控制策略	14
2.1.5 归结法与 Prolog 语言	18
2.1.6 Prolog 语句	19
2.1.7 逻辑表示的特点与问题	20
2.2 语义网络	21
2.2.1 图表示	21
2.2.2 性质的继承	21
2.2.3 语义网络的推理过程	22
2.2.4 语义网络的扩展(事件的表示)	23
2.2.5 is-a 的语义解释	23
2.2.6 语义网络的特征与问题	24
2.3 产生式及产生式系统	25
2.3.1 产生式系统的组成	25
2.3.2 匹配-动作循环	25
2.3.3 数据结构	26
2.3.4 冲突的求解	27

2.3.5	产生式系统推理的方向	27
2.3.6	归纳的学习	28
2.3.7	产生式系统的特征	28
2.3.8	产生式系统推理详解	29
2.3.9	概念图	39
2.4	框架知识的表示	40
2.4.1	对象中心表示	40
2.4.2	框架的基本数据结构	40
2.4.3	性质继承	41
2.4.4	槽的扩展	42
2.4.5	过程	42
2.4.6	推理机构	43
2.4.7	框架表示的特征	44
2.4.8	多重继承中的缺省推理	44
第三章	CLIPS 介绍	46
3.1	概述	46
3.2	事实	46
3.2.1	事实的概念	46
3.2.2	自定义模板结构	47
3.2.3	有序事实	48
3.2.4	事实的声明和撤销	49
3.2.5	事实的修改和复制	50
3.2.6	自定义事实	51
3.2.7	监视命令	51
3.3	知识库	53
3.3.1	规则的组成与议程	53
3.3.2	规则的执行	53
3.3.3	议程的显示	53
3.3.4	规则的反射性	54
3.3.5	激活、规则和统计数据监视	56
3.3.6	结构处理命令	57
3.3.7	清除 CLIPS 环境中的所有结构	59
3.4	推理机	60
3.4.1	单字段变量,连接字段约束和单字段通配符	60
3.4.2	多字段变量和多字段通配符	62
3.4.3	事实地址	63
3.4.4	条件元素与字段约束	63
3.4.5	CLIPS 的函数	70
3.4.6	Rete 模式匹配算法	75
3.4.7	综合实例	76

第四章 WXCLIPS	81
4.1 WXCLIPS 简介	81
4.1.1 WX Windows	81
4.1.2 安装 WXCLIPS	81
4.1.3 编译 WXCLIPS	82
4.1.4 运行 WXCLIPS	82
4.1.5 使用 WXCLIPS	83
4.1.6 使用 WXCLIPS 库	83
4.2 使用 WXCLIPS 的开发环境	84
4.3 WXCLIPS 的数据库编程	86
4.3.1 常用函数的介绍	86
4.3.2 综合实例	89
4.3.3 Recordset 函数	90
4.3.4 编程实例	97
第五章 开发工具 Jess	100
5.1 Jess 简介	100
5.1.1 Jess 的基本组成和知识表示	100
5.1.2 Jess 的推理机制	101
5.1.3 开发环境和文档支持	101
5.2 Jess.JessException 类	101
5.3 Jess.Value 类	101
5.4 Value resolution 类	103
5.5 Jess.Context 类	103
5.6 Jess.Rete 类	104
5.6.1 等价的 Jess 函数	104
5.6.2 执行其他的 Jess 命令的方法	104
5.6.3 脚本库	105
5.6.4 在 Jess 和 Java 代码中传递值	105
5.6.5 增加、定义和列出结构的方法	106
5.6.6 I/O 接口	107
5.7 Jess.ValueVector 类	108
5.8 Jess.Funcall 类	109
5.9 Jess.Fact 类	109
5.9.1 从 Java 中建立无序事实	110
5.9.2 从 Java 中建立具有复合槽的事实	110
5.9.3 从 Java 中建立一个有序事实	111
5.10 Jess.Deftemplate 类	111
5.11 应用 Jess 推理的一个例子	112
第六章 用 CLIPS 或 WXCLIPS 构造专家系统的实例	115
6.1 用 CLIPS 专家系统的编程实例	115
6.1.1 知识库	115

6.1.2 推理机	115
6.1.3 部分源代码	116
6.2 用 WXCLIPS 专家数据库系统的编程实例	136
6.2.1 知识库	136
6.2.2 推理机	137
6.2.3 部分程序的实现代码	138
第七章 基于知识的应用系统设计案例	154
7.1 基于知识的关联多系统的软件工程方法	154
7.1.1 引言	154
7.1.2 系统工程方法	154
7.1.3 基于知识的软件工程法	157
7.1.4 评价	158
7.2 基于知识的监控系统设计	158
7.2.1 系统概述	158
7.2.2 系统的组成及功能	159
7.2.3 软件设计方案	159
7.2.4 产生式规则介绍	161
7.2.5 评价	162
7.3 基于知识的 Agent 团队训练系统	162
7.3.1 引言	163
7.3.2 用于对团队进行编码的多 Agent 描述语言 DALLE	163
7.3.3 一个有关团队领域的例子	166
7.3.4 由计划产生 Petri 网	167
7.3.5 由 Petri 网产生交互	169
7.3.6 评价	170
7.4 基于 Web 的专家系统框架方案	170
7.5 企业信息服务知识管理应对策略	171
7.5.1 当前企业信息化的现状	171
7.5.2 信息系统难管理的原因	173
7.5.3 应对策略	173
7.5.4 评价	176
7.6 网络计算模式下的知识处理	176
7.6.1 引言	176
7.6.2 知识工程研究的问题	176
7.6.3 知识处理研究的内容	177
7.6.4 国内外的的发展情况	178
7.6.5 评价	178
参考文献	179

第一章 知识工程与知识

本章介绍知识工程发展历程,以使读者能够深刻理解从人工智能到知识工程的过程,了解知识工程的背景和知识工程的研究内容。知识工程与知识密切相关,所以在这一章里也将简述知识的概念、类别和表示方法,最后讲述知识表示所研究的内容。

1.1 知识工程的提出

1956年,在达托姆斯大学,Shanmon、Mocarthy、Minsky、Simon、Newell 等教授聚集在一起举行了一次会议(称达托姆斯会议),他们把用计算机实现智能的研究领域命名为“人工智能”(artificial intelligence),并开始了有关人工智能的先驱性研究。当时,人们使用计算机进行猜谜和游戏。这意味着机器智能的探索性研究已开始了萌芽^[1]。



图 1.1 从人工智能到知识工程

在 20 世纪 60 年代,从猜谜和游戏的研究出发产生了对搜索技术的研究。在此基础上,以通用问题求解 GPS(general problem solver)为代表的关于通用问题求解的研究十分盛行。定

理证明和机器人行动规划编制等是 20 世纪 60 年代中期的主要研究课题。1965 年,Robinson 提出归结原理,加快了这一领域的研究步伐,并取得了很多的成果。到了 60 年代后半期以后,Newell 于 1967 年提出了产生式系统。1968 年,Quillian 提出语义网络^[2,3]。从此以后,有关知识表示的基础性研究初具规模,紧接着就开始了认识论的研究。

进入 20 世纪 70 年代初,出现了 Winograd 的自然语言理解系统 SHRDLU。自然语言理解和知识表示成为这一时期的主要研究内容。1973 年,Colmerauer 提出了建立在逻辑基础上的人工智能用语言 Prolog,揭示了替代 LISP 的人工智能用语言的可能性。从 20 世纪 70 年代中期到后半期,知识表示的研究迎来了高潮。1974 年,以 Minsky 的框架理论为代表的新的知识表现形式提案十分盛行。有关知识工程基础研究的成果逐步积累起来。20 世纪 70 年代后半期,开发了很多利用知识解决实际问题的专家系统,人工智能的应用性研究进入了历史上的高潮。

由于专家系统的成功,人工智能的理论研究者和应用研究者都希望对基于知识的应用系统,诸如专家系统、机器学习系统和自然语言处理系统,采取新的研究方法和技术,这时候知识工程的产生土壤已经形成。“知识工程”一词最初是由斯坦福大学的 E Feigenbaum 教授在 1977 年的“第五届人工智能国际会议”的演讲中提出的^[1]。他说:“知识工程是把人们积极利用经验知识解决问题作为前提并与人工智能应用有关的一个研究领域。”通俗地讲,知识工程中最主要的内容之一——专家系统是指把专家具有的技术秘密存储在计算机里,以便于普通人利用的方法。为理解知识工程的历史发展进程,图 1.1 所示的研究范例和研究概论表示四十多年来从人工智能到知识工程各主要研究时期的特征。从此以后,人工智能分为倾向于工程应用的知识工程和倾向于科学的认识科学。

到了 20 世纪 80 年代,很多实用的专家系统出现并且逐步商业化。卡内基-梅隆大学和 DEC 公司合作开发 R1(又称 XCON),用来依据客户需求,配置适当的计算机系统。1980 年,LISP 机器开始生产问世。1982 年,日本政府宣布开发第五代计算机,以 Prolog 作为核心语言。1983 年,IntelliCorp 公司推出 KEE(结合多样知识表示与推理方法的专家系统建构工具),随后大量的专家系统建构工具问世,如 ART,Knowledge Craft。1985 年,NASA 开发出 CLIPS 专家系统工具。1988 年,Gallant 提出以类神经网络为基础的专家系统架构。1989 年,日本人潜心研究第六代计算机,希望借此由类神经网络突破人工智能的许多瓶颈。

20 世纪 90 年代以后,大量专家系统被广泛应用于各行业,知识工程的理论和技术方法也日益更新。由于数据库的发展和成熟,借助于数据库理论和技术思想用于知识库的研究,如知识库系统的知识获取、知识维护、知识使用和知识传播等方面的研究起了很大的促进作用,也使得知识工程主要研究领域之一——专家系统的研究有了新的课题:专家数据库系统。由于网络的发展和技术成熟,分布式的人工智能也成为研究热点,专家系统的开发与应用也从单一的应用领域走向多应用领域相结合,向有很强的综合求解能力方向发展。知识工程的理论和技术也有新的突破,如 20 世纪 90 年代后期的提出数据挖掘及知识发现为知识表示、知识自动获取的研究开辟了新的研究领域。

到了 21 世纪,知识自动获取、知识库系统的理论与技术和分布式知识库系统的应用成为研究的主要内容。以美国国防部、航空航天局和能源部为首,组织实施了很多重大研究项目,如美国国防部的高性能知识库(HPKB)。我国 863 高科技计划始终把知识库系统的研究作为智能计算机主题的重要部分。数据挖掘及知识发现的研究将继续深入下去。基于 Internet 的分布式知识库系统的开发工具和应用也将持续研究下去。

从以上几个方面可以看出知识工程发展到现在已是一门综合性很强的学科,它是将计算机技术、数据库技术、网络技术和人工智能技术结合起来的学科,主要研究知识获取、知识维护、知识使用、知识传播的理论方法和技术,以及运用这些理论方法和技术在各行业实际系统中,即基于知识的系统中解决实际问题。

1.2 知识工程产生的背景

任何新生事物的产生都有它的历史背景,下面看看知识工程产生的背景^[2]。

(1) 专家系统作为人工智能的主要应用获得了很大的成功,但专家系统的设计和编码技术仍沿用传统的方法,科研人员和工程技术人员迫切需要研究新的理论方法和技术,并将之用于基于知识的系统,如专家系统、机器学习系统和自然语言处理系统等。

(2) 在产业界,求解的问题、系统控制和管理系统的对象发生了巨大的变化。过去是封闭的、小规模的系统控制或管理决策,而现在的控制对象和管理对象已逐步扩大为大规模的系统。为了对大规模的系统进行计划、设计、实现和维护,就必须要有大量具有丰富经验的技术专家。而要做到这一点,沿用传统方法的前景是十分暗淡的,于是需要求助于知识工程。

(3) 元器件技术革新,对产业界提出了更高的要求。与器件有关联的大量问题,如器件电路设计问题、布线问题和提高集成度问题等属于非结构问题(illstructured problem)。解决良结构问题以往是采用系统科学的方法去逼近的,这种方法显然不适合非结构问题。

表 1.1 分别揭示了良结构和非结构化问题的特征。

表 1.1 系统控制对象的变化

问题类型	良结构	非结构
问题特征	1. 数值的 2. 相位的 3. 反复的 4. 封闭信息	1. 符号的 2. 组合的 3. 一次的 4. 开放信息
求解的方法	系统科学	知识工程
推理方法	1. 理论的 2. 控制驱动的 3. 模型库	1. 经验的 2. 事件驱动的 3. 知识库

(4) 软件危机问题。软件的生产性和可维护性的提高是一个极其重要的课题。为了改善软件的生产率,提高软件的质量,降低软件生产成本,人们提出了软件工程概念,而软件工程又必须要有知识工程去逼近,20 世纪 80 年代就开始了若干先驱性试验,目前基于知识的软件工程已成为新的研究方向。

1.3 知识工程研究的主要内容

关于知识工程的研究课题有下列四个方面^[2]。

(1) 知识表示问题。知识表示是指在某专门领域内,把教科书中的知识和本领域专家所具有的经验知识进行形式化,使计算机可以使用。它涉及知识库的设计、管理和维护等问题。

(2) 知识使用问题。所谓知识使用是在某一数据结构的基础上,为了用形式化的知识解决问题,应怎样进行处理和利用。这涉及推理机的设计问题。知识表现与知识利用如同数据与算法,存在着表里一体的关系。

(3) 知识获取问题。所谓知识获取是对于假设的对象问题领域,把事实知识和经验知识移植到知识库。它的主要课题是支持从专家那里抽取知识。

(4) 知识库系统。针对不同领域的应用的知识库、知识管理和知识使用的系统。

1.4 知识简论

知识表示是对给定的对象领域,为了能用计算机程序来解决问题,把必要的求解问题知识用某种数据结构或其他形式及其解释作为桥梁,以最理想的形式组织起来。

知识表示理论及方法的研究是进入 20 世纪 70 年代后才开始标准化的。迄今为止,知识表示仍然是人工智能中十分活跃的、很重要的研究领域。本节将简明扼要地讲解知识表现形式。

1.4.1 知识的种类

人类所处理的知识是很丰富的,其中知识工程主要研究的类别可以列举如下^[1~5]:

(1) 与对象及概念有关的知识。对于物理的对象(object)及抽象的概念(concept),用已知的事实记录,并要求对象与概念间的关系以及它们之间的层次关系的表示是有效的。这种类型的知识通常称为事实。

(2) 与事件、行为、状态有关的知识。物理的以及精神的行为(action),变故和自然现象等的事件(event),还有状态(state)等的记述中,要求对与此有关的对象与概念作出有效的表示。这种类型的知识通常存在着事实与行为间的因果关系,被称为规则。

(3) 与步骤(工序)有关的知识。如同汽车驾驶及烹调的情形,当记述进行某一行为所必要的知识时,要求表现起动条件、顺序关系、因果关系等,通常被称为控制。

(4) 元知识(meta knowledge)。是有关知识的知识,是知识库中的高层知识,一般来说有如何组织规则、怎样使用规则、解释规则、校验规则、解释程序结构等知识。很多情况下元知识包含控制知识,或者说控制知识包含元知识,对一个大的程序系统,以元知识或者元规则形式体现控制知识更好,因为元知识或元规则存于知识库中,这样控制与程序分开可做到易修改、易维护等。

1.4.2 描述性表示与程序式表示

知识的表示问题,存在着两种形式,即描述性(declarative)表示和过程式(procedural)表示。

(1) 描述性表示。从已知的知识出发,用描述性语句描述事实性知识,给出客观事物所涉及的对象是什么,存在什么关系和什么行为等,是静态的描述。知识的表示及其存储和知识的使用是分开的,这种方法具有陈述比较严格、模块性好等优点。

(2) 过程式表示。描述规则和控制结构知识,给出客观事物规律,讲述怎么做。知识表示就是求解程序、表示和使用相结合,是动态地描述易于表达启发性知识和默认推理知识,这种表示方法不够严格,知识间有交互但求解效率高。

表 1.2 分别列出了这两种表示的特征。当然,这是知识表示的两个极端。因而,现在又有

人提出了界于两者之间的若干种表示形式。

表 1.2 描述性表示与过程式表示

描述性表示	过程式表示
1. 变更推理方法,有可能用于多目标	1. 问题求解过程的程序知识
2. 推理方法是独立的,推理是完全性	2. 明显地指示推理过程
3. 知识与控制分离,是模块性	3. 知识与控制相结合,知识相互作用

知识的表示应避免二义性,应简单易懂并且容易用计算机物理实现。一种知识的表示好坏可从三个方面考虑:① 有较强的表达能力和足够的精细度;② 其对应的知识使用方法(推理)能获得正确性的结果和较高的效率;③ 可读性好,模块性好,可维护性好。

1.4.3 表示知识的条件

为了把知识构造成能被计算机物理实现并被计算机程序所利用,研究必须满足如下条件以使知识形式化:

(1) 表示能力。在问题领域中的对象抽象为模型化后,有把有关联的事实及经验知识全部表示并具有记忆的能力。

(2) 推理能力。操作知识库中被构造化了的知识群,并能够推出新知识的推理机构,使之便于实现的能力。

(3) 解决问题的能力。把推理与解决问题的方法结合在一起,使推理机构具有有效动作的能力。

(4) 获取能力。易于获取新知识,维持知识库的一致性、完整性,并使知识库易于扩充的能力。

1.4.4 知识表示研究的内容

下一章将详细论述各种知识表示形式的逻辑结构与特征。为此,先要了解知识表示形式的一些研究工作和发展历程。

各种知识表示的最初目的是把人类处理知识信息的某一侧面作为典型来研究。它产生于对知识模型化的某种初步尝试。一般说来,下面四种典型的知识表示形式很具有代表性。

1. 形式逻辑

人的知识与推理作为一种逻辑形式,可以追溯到古希腊时代。在人工智能领域中,1965年由 Robinson 所提出的归结原理,使得对逻辑的有用价值开始了再认识。1969年,Green 在归结原理的基础上建立了定理证明系统 QA3,揭示了简单问题的解法^[4]。这证实了逻辑的真正有用性。1973年,Kowalski 和 Colmerauer 开发 Prolog。Prolog 是基于一阶谓词逻辑的程序设计语言,称为逻辑语言。这种逻辑语言是一种描述性(陈述性知识表示)语言,所以它对于知识的表示与利用具有极其清晰的框架。

2. 记忆模型

1968年,Quillian 提出了把语义网络作为人的记忆心理学模型^[4,5],认为记忆是由概念间的联系实现的。语义网络把知识看作二项关系,即在逻辑上知识可以用有向图来表示。图中的节点表示概念、事物、事件、情况等实体,有向边表示节点所表示的实体间的关系。在语义网络中,与特定的事件、行为有关的知识和其他知识一起在网络中获得表示,称为格框架。1974

年, Minsky 指出, 把格框架中相当一部分知识抽取出来并使其结构显化是有价值的。Minsky 后来把这一思想作为框架理论提了出来, 随后, 他又开发了基于框架理论的若干框架系统。现在, 这些框架系统已成为典型的知识表现形式而确定了它们的地位。

3. 语言理解模型

1968 年, Fillmore 为了构造理解自然语言意义的模型, 提出了格文法^[6]。所谓格是指对于文中的动词, 其他单词起着怎样作用的一种规定。动词意义上记述的、所要求的格元素之类别称为格框架。

Minsky 的框架理论所研究的内容是一种受语义网络与格框架两方面影响的表示形式。1972 年, Schonk 提出了一种比格文法更深层的新概念——依存文法^[5], 然后他又把依存文法概念与框架理论相结合, 提出了称为脚本的、记述因果关系的事件系列的表示形式^[6]。脚本这种知识表示形式正在语言理解中得到应用。

4. 问题求解

作为仿真人解决问题的过程的机构, 1967 年, Newell 提出了产生式系统。它的起源来自 Post(1943 年)提出的计算装置。初期的产生式系统只不过是极其单纯的机构, 而如今则已高度构造化。当专家系统应用于发展中, 产生式系统在不断拓广与改进。

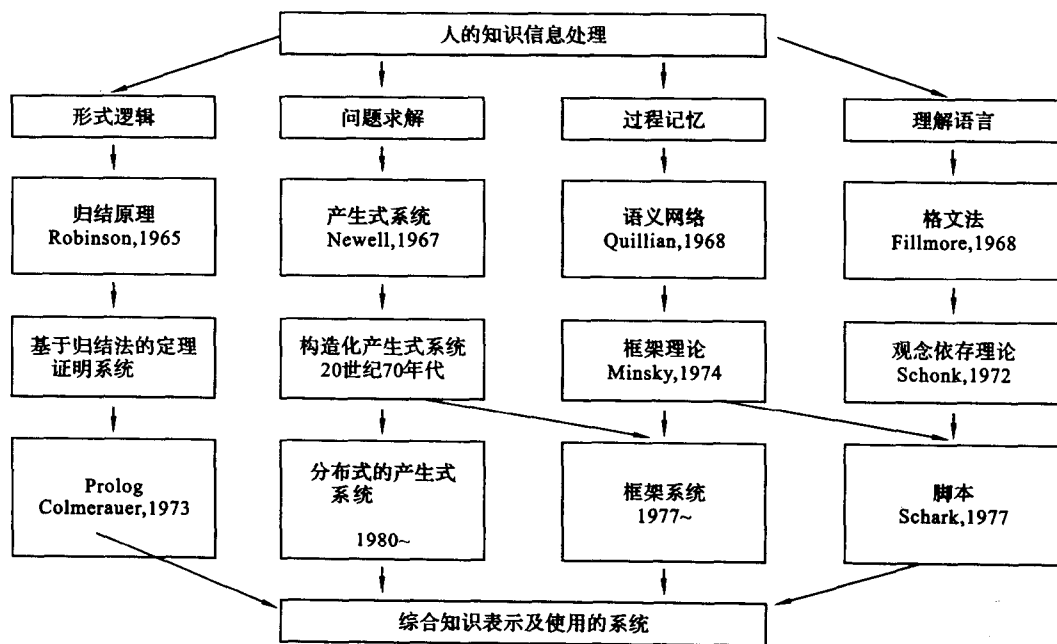


图 1.2 关于知识表示的研究系列

图 1.2 显示了知识表示形式的研究系列概略。由于各表示形式相互影响, 所以应提高各自表示的完美程度。探索确定统一的、综合的、易实现、易使用的知识表示系统乃是当今的课题, 也是摆在我们面前长期的任务。

1.5 广义的知识工程

人类智能是人类在同大自然的斗争中, 经过千百年的进化所获得的一种能力, 它来源于人

脑的具有充分复杂性的神经网络,具有主动性、流动性、普遍联系性等特点。人类智能的模拟——机器智能,是人类智能的产物,来源于计算机系统,这就决定了它只能解决客观世界中能够形式化的、并存在具有合适复杂度的算法不可解的问题。从人工智能的发展历史来看,其辉煌发展中的两个里程碑为:

(1) 人们利用符号表示和逻辑推理的方法,通过计算机的启发式编程,成功地建立了一种人类深思熟虑行为的智能模型。

(2) 人们运用同样的模型,成功地在计算机上建造了一系列实用的人造智能系统(如专家系统等),其性能可以和人类的同类智能相媲美。

知识工程的研究虽然已经取得许多重要的成果,但也存在着一些重大问题尚待解决,如对于千差万别的客观事物特别是对于人类的智能行为,计算机是难于用简单的一种甚至几种表示方法来完全描述的。又如,尽管计算机在许多功能上大大超过人类(像运算速度、存储量、功能行为的一致性),但在知识的一些方面又是相当的无知。

人们通常认为,智能是在客观实际中解决某种问题的能力,而具备这种能力至少需要如下几方面的知识:① 关于客观世界的众多背景知识;② 解决问题的一般策略知识;③ 问题本身的专门知识;④ 把知识进行分析、选择、归纳、总结的一般方法的知识。只有在计算机系统掌握了上述知识,具有一定解决问题的能力之后,我们才能认为它具有了智能。

人工智能的研究途径主要有三条:① 生理学途径,采用仿生学的方法,模拟动物和人的感官以及大脑的结构和机能,制成神经元模型和脑模型;② 心理学途径,应用实验心理学方法,总结人们思维活动的规律,用电子计算机进行心理模拟;③ 工程技术途径,研究怎样用电子计算机从功能上模拟人的智能行为。

应该把知识作为基础设施来看待和发展,应该营造将科研、高校、企业与知识机构和广大劳动者紧密联系在一起的社会网络,通过这个网络实现协同和互动,使知识得以生产、传播、扩散,保证经济活动各个环节都可以很容易地获得和应用所需要的知识。国家的知识基础设施由四部分组成:

(1) 高素质、高技能的人是知识载体。

(2) 知识机构是知识生产、扩散和运用的主体,包括企业、学校、科研院所和中介服务。

(3) 建立渠道,以知识网络(包括专业学会和其他正式或非正式的网络,包括非政府组织及其他民间社团组织组成的知识网络)来改变教育和知识的交换,影响偏僻地方的生活和文化,使更多的人参与知识网络学习,促进各方面知识和信息的转移。

(4) 电信基础设施,包括电视、广播、通信,容易使大众参与信息和知识的共享等。

这种知识基础设施的建设是同国家创新体制联系在一起的,仅靠人工智能的研究毫无疑问是不够的,必须涉及计算机、通信、教育、心理、社会、经济、传播等诸多学科。

从知识经济学的角度研究知识是一种崭新的范式。经济学理论的发展日益建构在对知识问题的研究基础上。进入20世纪以来,由于知识产业化和知识商品化过程的加剧,相对于资本、劳动力和土地等传统的经济推动因素而言,体现于人力资本和技术中的知识的价值在不断上升,知识成为生产过程中最为重要的资源,科技进步在经济增长中所占的比重越来越大,经济增长对于技术、知识和人力资本的依赖程度越来越强。在这种背景下,经济学家们逐渐把技术知识和技术变迁确立为一种经济系统的内生变量和内生过程,这时经济学的知识论将成为分析经济现象的基本架构。

知识社会学也是研究知识现象的重要的范式。对知识经济的社会学研究包括两个层次,

一是对知识经济这种社会现象的社会学研究,另一是对知识经济中的知识和知识与经济互动问题的研究。知识经济的确立和发展为社会学对经济现象的研究提供了新的契机,也为知识社会学发展提供了应用领域,从而成为社会学研究知识的核心。

因此,必须建立一个广义的知识工程学,它是“一门研究人类智能及人类知识的机制以及如何用机器模拟人的智能并促进人类知识发展的学科”。用机器模拟人的智能的意义不在于模拟本身,而是在于帮助人类解决实际问题,同时发展人类知识。

1.6 知识库和知识库系统

1.6.1 定义

知识库是合理组织的关于某一特定领域的陈述性知识和过程性知识的集合^[6]。知识库和传统数据库的区别在于它不但包含了大量的简单事实,而且包含了规则和过程型知识。

知识库系统是以知识库为核心的,包含人、硬件和软件的各种资源,用于实现知识管理、知识利用和知识共享的系统。

知识库系统的体系结构如图 1.3 所示^[6]。其中人机交互模块可使用户方便地(包括自然语言)查询知识库;知识获取模块用于接受、更新领域知识,并将获取的知识表示成知识库的内部形式。在知识库系统中,人包括分布在不同地点的直接用户、基于知识系统的开发者、领域专家和知识工程师等。硬件指的是计算机系统,包括大容量存储器和其他外围设备。软件包括系统软件(如操作系统)以及针对知识库系统开发的应用软件,如人机界面模块,知识获取、问题求解、知识库一致性维护模块和知识库管理系统应用程序。总之,知识库系统是一个完整的系统,它的组织和结构应尽量保证知识库和处理机制的相对独立性,不会因为问题求解模式的变化而影响知识库的内部结构。知识库系统与数据库系统的最大区别在于它允许进行推理和知识库的一致性维护,这一点我们将在下面详细介绍。目前知识库系统正朝大容量、分布式和高效的问题求解能力方向发展。知识库系统不同于专家系统,知识库系统研究知识表示、组

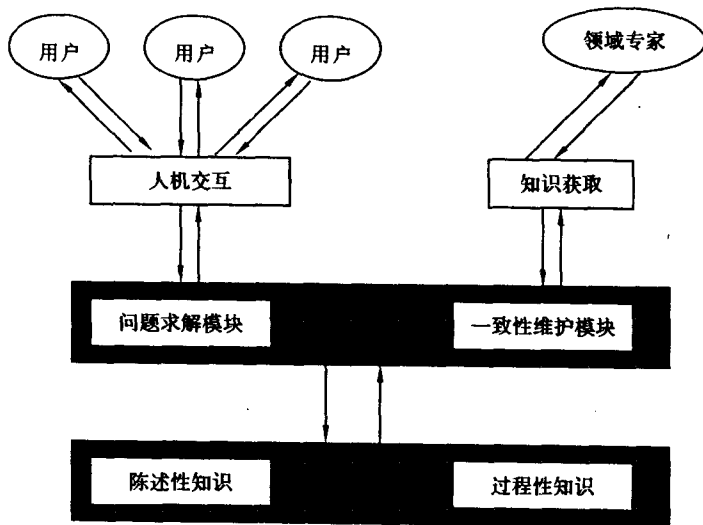


图 1.3 知识库系统的体系结构