

知识库系统原理及其应用

知识库系统原理 及其应用

曹文君 编著

曹文君 编

1.82
396

● 复旦大学出版社

知识库系统原理 及其应用

曹文君 编著

复旦大学出版社

责任编辑 孙未未

知识库系统原理及其应用

曹文君 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 崇明红卫印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 10.875 字数 272,000

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—3000

ISBN7-309-01472-3/T·123

定价:12.00 元

80-6013

内 容 提 要

本书介绍知识库系统基本原理与应用技术,内容涉及知识库的组织、设计、实现、应用、评价等方面。重点介绍:知识表示、知识获取、推理机制、知识使用、知识库设计与开发、知识库开发语言与工具、知识库应用实例研究等。

全书分七章论述。第一章是知识库的一般知识概述。第二章介绍知识库使用的程序设计语言 PROLOG 和 ISP。第三~七章分别阐述演绎知识库、产生式规则知识库、框架知识库、面向对象知识库、黑板模型知识库等五个不同类型的常用知识库的基本原理、设计与实现的技术。

本书可作为计算机类研究生和本科高年级学生学习知识库、知识处理、专家系统、高级人工智能、知识工程等课程的教材和参考书,也可供有关教师、研究人员和工程技术人员参考。

前 言

知识库为人工智能和数据库结合的产物,是一门正在形成和发展中的新兴学科。扩大智能是90年代计算机科学技术发展的趋势,而知识库技术将使计算机应用系统具有更多的智能,所以成为计算机智能化研究的前沿。知识库是第五代计算机的核心部分,同时又是智能控制系统、智能CAD/CAM、CIMS、OIS、智能机器人、智能决策支持系统、专家系统等现代计算机高技术系统的关键。因此知识库技术的进步直接影响到计算机有关应用领域的发展。

本书内容能使在校计算机类研究生和本科生,以及在职的计算机科技人员掌握知识库基本理论知识和实践技术方法,并且对国内外在该领域的成就和发展动向有更多的了解,起到更新观念、更新知识的作用,提高他们创建高品质智能应用系统的能力,为建设四个现代化强国作出更大的贡献。

作者多年来从事人工智能、知识工程、知识库等方面的教学和研究工作。本书内容的主体基于上述工作的教学讲稿和科研报告,以及发表的科学论文,部分应用实例取自作者的科研成果。同时也辑录了国内外有关书籍和论文的部分内容。在此向有关作者表示由衷的感谢。

本书取材新颖,内容丰富,论述深入浅出、通俗易懂。既有较为深入的理论知识,又有大量的实例,所以理论性和实用性均比较强,使读者在了解基本概念的同时掌握实现的方法和技术,能学以致用。

衷心感谢日本九州工业大学情报工学部打浪清一教授和法国里昂大学计算机科学系 Vandope 教授在作者赴日本和赴法国科

学研究期间给予精心指导,并为本书提供了不少素材。

衷心感谢复旦大学计算机科学系主任施伯乐教授在百忙中审阅了全部书稿,并提出了不少有益的建议。

上海钢铁研究所庄琪曼工程师为本书出版做了大量书稿整理工作,在此表示谢意。

由于作者水平有限,难免有出错之处,恳请读者和专家批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 知识库概论	1
1.1 背景	1
1.1.1 知识信息处理时代的到来	1
1.1.2 知识库和人工智能	2
1.1.3 专家系统和信念系统	3
1.1.4 知识库和数据库	4
1.1.5 AI 与 DB 技术的结合	6
1.2 知识原理	7
1.2.1 数据、符号、信息和知识	7
1.2.2 知识的类型	8
1.2.2.1 过程型知识	8
1.2.2.2 描述型知识	8
1.2.2.3 元知识	9
1.2.3 知识的分级与分层	9
1.2.4 知识原理	10
1.3 知识库和知识库管理系统	11
1.3.1 知识库	11
1.3.2 知识库管理系统	12
1.3.3 知识库和知识库管理系统的功能	12
1.3.4 知识库系统	13
1.3.4.1 推理机构	14

1.3.4.2	知识库系统的组成与基本功能	15
1.3.4.3	知识库系统实现的三个关键问题	16
1.4	本章小节	17
本章参考文献		18
第二章	知识处理语言	19
2.1	开发知识库的程序设计语言	19
2.2	PROLOG 语言	20
2.2.1	PROLOG 语言的特点	20
2.2.2	PROLOG 数据结构	21
2.2.2.1	常量	21
2.2.2.2	变量	21
2.2.2.3	结构	21
2.2.2.4	表	22
2.2.3	PROLOG 程序	23
2.2.3.1	PROLOG 的基本语法	23
2.2.3.2	事实	24
2.2.3.3	规则	24
2.2.3.4	询问	25
2.2.3.5	注释	25
2.2.4	PROLOG 工作方式	26
2.2.4.1	匹配	26
2.2.4.2	回溯	29
2.2.4.3	截断	32
2.2.4.4	递归	33
2.2.5	基于 PROLOG 的知识库举例	36
2.2.5.1	英语可数名词的单复数形式变换知识库	36
2.2.5.2	家族人员称谓关系知识库	38
2.3	LISP 语言	42

2.3.1	LISP 语言的特点	42
2.3.2	LISP 的数据结构	42
2.3.2.1	原子	42
2.3.2.2	S-表达式	43
2.3.2.3	表	43
2.3.2.4	基本表处理函数	44
2.3.2.5	变量与赋值	46
2.3.3	LISP 的控制结构	47
2.3.3.1	条件函数	47
2.3.3.2	递归	48
2.3.3.3	迭代	49
2.3.4	LISP 数据库	51
2.3.4.1	PUTPROP 函数和 GET 函数	51
2.3.4.2	SETQ 函数和 ASSOC 函数	51
2.3.5	基于 LISP 的知识库举例	54
2.3.5.1	旅行交通工具咨询知识库	54
2.3.5.2	供血者与受血者可输血关系知识库	57
2.4	本章小结	59
本章参考文献		59
第三章 演绎知识库		61
3.1	演绎知识库系统的基本结构	61
3.1.1	一阶谓词的特点	61
3.1.2	一阶谓词的不足	62
3.1.3	一阶谓词逻辑	62
3.1.3.1	一阶谓词逻辑中的基本概念	62
3.1.3.2	一阶谓词的形式描述语义	64
3.2	用一阶谓词逻辑表示知识	65
3.3	一阶谓词逻辑的演绎推理	65

3.3.1	演绎推理方法	66
3.3.1.1	公理化方法	66
3.3.1.2	子句归结方法	67
3.3.1.3	Bledsoe 自然演绎方法	82
3.4	演绎知识库应用举例	83
3.4.1	应用实例 1	83
3.4.2	应用实例 2	85
3.4.3	应用实例 3	86
3.5	本章小结	89
	本章参考文献	89
第四章	产生式规则知识库	90
4.1	产生式系统的基本结构	90
4.1.1	产生式规则系统的特点	91
4.1.2	产生式规则系统的不足	91
4.1.3	产生式系统的形成描述语义	91
4.2	产生式系统的知识表示	92
4.2.1	事实的表示	92
4.2.2	规则的表示	93
4.3	产生式系统的推理	95
4.3.1	产生式系统的推理过程	95
4.3.2	竞争消解策略	97
4.3.3	推理方向	97
4.3.3.1	前向推理	98
4.3.3.2	后向推理	100
4.3.3.3	双向推理	102
4.4	不精确推理	105
4.4.1	信任增长度 MB 和不信任增长度 MD	105
4.4.2	可信度 CF	106

4.4.3	多个证据组合确定一个假设的可信度计算	106
4.4.4	假设的合取和析取的可信度的计算	107
4.4.5	由规则及条件的可信度计算结论的可信度	107
4.4.6	计算实例	108
4.5	产生式规则知识库的设计与实现	110
4.5.1	知识库	110
4.5.2	推理机	110
4.5.2.1	前向推理的 LISP 语言实现	110
4.5.2.2	后向推理的 LISP 语言实现	113
4.5.2.3	双向推理的 LISP 语言实现	116
4.5.3	规则库的更新	119
4.5.3.1	规则的加入	119
4.5.3.2	规则的删除	119
4.6	产生式规则知识库应用举例	120
4.6.1	摄影顾问知识库	120
4.6.1.1	摄影顾问系统的背景知识	120
4.6.1.2	知识库的建立	120
4.6.1.3	摄影顾问知识库	122
4.6.1.4	知识库的更新	124
4.6.1.5	摄影顾问知识库的应用	124
4.6.2	酒品顾问知识库	125
4.6.2.1	背景知识	125
4.6.2.2	知识的获得	126
4.6.2.3	知识库的设计	129
4.6.2.4	酒品顾问知识库	129
4.7	本章小结	132

本章参考文献	133
第五章 框架知识库	135
5.1 框架系统概述	135
5.1.1 框架系统的特点	136
5.1.2 框架系统的不足	136
5.1.3 框架知识表示的形式化语义	136
5.2 框架知识表示	137
5.2.1 框架的构造	137
5.2.2 事实知识的表示	139
5.2.3 规则知识的表示	140
5.2.4 过程的表示	141
5.3 框架知识库的结构	142
5.3.1 框架的层次联系	142
5.3.2 框架的横向联系	143
5.3.3 框架的情景链接	144
5.4 框架的属性继承	146
5.4.1 属性继承方式	146
5.4.2 单属性值继承	147
5.4.3 多属性值继承	149
5.4.4 框架属性值继承的实现	151
5.4.4.1 属性框架	151
5.4.4.2 属性继承过程	153
5.5 框架系统的推理	153
5.5.1 匹配	154
5.5.2 填槽	155
5.6 框架知识库的设计与实现	159
5.6.1 框架知识库的建立	159
5.6.2 框架编辑系统 FRS	160

5.7 框架知识库应用举例	185
5.7.1 足球比赛知识库系统	185
5.7.2 中医诊治辅助知识库系统	196
5.8 本章小结	199
本章参考文献	200
第六章 面向对象知识库	201
6.1 面向对象系统概述	201
6.1.1 面向对象方法的特点	202
6.1.2 面向对象方法的不足	202
6.2 面向对象系统开发的支持环境	203
6.2.1 Smalltalk 80	203
6.2.2 C++	208
6.3 面向对象知识库模型	217
6.3.1 对象与类	217
6.3.2 继承与派生类	220
6.3.3 消息传递	224
6.4 知识表示	227
6.4.1 事实知识表示	227
6.4.2 规则知识表示	228
6.4.3 过程知识表示	229
6.5 知识获取	230
6.5.1 事实知识的获取	230
6.5.2 规则知识的获取	231
6.6 知识推理	233
6.6.1 内部推理	233
6.6.2 外部推理	233
6.6.3 派生新对象	233
6.7 面向对象知识库应用举例	234

6.7.1	线性电路分析知识库	234
6.7.1.1	线性电路分析基本知识	234
6.7.1.2	知识对象的构造	236
6.7.1.3	线性电路分析的完整的 Smalltalk 程序 ...	237
6.7.2	地理信息知识库	268
6.7.2.1	背景知识	268
6.7.2.2	知识获取	269
6.7.2.3	知识表示示例	271
6.7.2.4	用 C++ 实现面向对象知识库	274
6.8	本章小结	278
	本章参考文献	279
第七章	黑板模型知识库	281
7.1	黑板模型知识库系统概述	281
7.1.1	黑板模型知识库系统的特点	281
7.1.2	黑板模型知识库系统的不足	282
7.2	黑板模型	282
7.2.1	黑板模型的工作原理	282
7.2.2	黑板模型的结构	283
7.2.2.1	黑板结构	284
7.2.2.2	知识源结构	285
7.2.2.3	控制模块	287
7.2.3	黑板模型的推理与知识应用	288
7.3	黑板控制模型	289
7.3.1	控制黑板结构	290
7.3.2	黑板控制模型中的知识源	292
7.3.3	黑板控制模型中的调度机制	293
7.4	口语理解系统 HEARSAY-I	294
7.4.1	黑板	295

7.4.2	知识源	297
7.4.3	控制部分	299
7.4.4	求解问题策略	299
7.5	建立黑板模型系统的工具	300
7.5.1	HEARSAY-Ⅱ	300
7.5.1.1	黑板	300
7.5.1.2	知识源	301
7.5.1.3	控制机制	301
7.5.2	AGE	302
7.5.2.1	黑板	302
7.5.2.2	知识源	303
7.5.2.3	控制机制	303
7.6	黑板模型知识库应用举例	306
7.6.1	证券投资知识库系统	306
7.6.1.1	证券投资的背景知识	306
7.6.1.2	证券投资知识库系统的设计	308
7.6.2	面向对象黑板模型系统	312
7.6.2.1	面向对象黑板模型系统的组织	312
7.6.2.2	面向对象黑板模型系统的实现	316
7.6.2.3	面向对象黑板模型工作原理	317
7.6.2.4	面向对象黑板模型应用系统	319
7.7	本章小结	321
	本章参考文献	322
附录	汉英术语对照	324

第一章 知识库概论

1.1 背景

1.1.1 知识信息处理时代的到来

人类社会经历了农业革命、工业革命两次文明浪潮之后,目前已进入新技术革命——第三次文明浪潮之中,人类将从此进入更高度文明的信息社会。如果说 19 世纪以蒸汽机为中心的动力革命,把人类从繁重的体力劳动中解救出来的话,那么以计算机为中心的信息革命使人类的脑力劳动大大得到解放。它将必然促使社会生产力发展到更高的水平。

随着计算机科学技术的发展,以计算机为工具的信息处理技术经历了数值计算阶段、数据(包括文字)处理阶段以后,已经进入知识处理的新阶段。在前两个阶段上计算机在人脑的支配之下工作,替代人类完成重复而繁琐的脑力劳动。在第三个阶段上计算机将逐步具备进行独立脑力劳动的条件,即在没有人脑干预的情况下,机器同样能完成必要的脑力劳动。由于在第一、二两个阶段计算机只能在人脑的预先安排和导向下进行脑力劳动,所以它没有智能,或者说具有很少智能。而在第三阶段计算机能像人类一样具有进行创造性脑力劳动的能力,所以说机器具有智能。计算机具有智能是计算机发展史上的一个划时代的标志,意味着信息社会进入一个知识信息处理的新时代。为此,世界上发达国家将研制智能计算机列为科研项目的重点,为迎接以 90 年代为起始点的知识信息处理年代到来而作准备。扩大智能是 90 年代计算机科学发展的趋势,而知识库技术将使计算机应用系统具有更多的智能。另外知

识库是智能计算机的核心部件,同时又是其他智能信息处理系统,例如智能 CAD、CIMS、CASE、OIS、ICAI、智能机器人、智能视觉、自然语言理解以及专家系统等的关键部件和基础,所以成为目前计算机科学研究的前沿,是一门正在形成和迅速发展中的新兴学科。

1.1.2 知识库和人工智能

知识库是在人工智能的基础上发展起来的。在计算机诞生初期,它的应用主要集中在数值计算、数据处理等日常事务性工作,这虽然能替代人类做大量繁琐的脑力劳动,但计算机的智能水平很低。在这一阶段,解决问题的主要工作实际上是由人来承担的。为了使计算机能够完成某项脑力劳动,人们首先要对需解决的问题进行深入细致的研究,进而找出一种行之有效的解决办法,然后把解题思路编成程序交给计算机。计算机只能按照程序所规定好的步骤去解决问题。它基本上没有独立完成解题的能力。为了使计算机能发挥更大的作用,机器具有智能是先决条件。1956年夏,Shannon、McCarthy、Minsky、Simon、Newell 等人聚集在 Dart Mouth 学院举行机器智能问题研讨会,在这个会上诞生了专门研究计算机智能行为的新学科——人工智能(简称 AI)。从 1956 年至今 AI 经历了初创期(1956—1965)、生成期(1965—1974)、成熟期(1975—1979)、发展期(1980—至今)等四个阶段。

早期的人工智能研究是将各类问题用过程的方法来处理,并为此开发出程序。求解问题的方法以“搜索”为主。研究的对象为封闭的假想的问题空间和游戏。研究工作基本上是在大学或研究所里进行,所以主要是学院式的基础理论研究,很少有应用方面的研究;实践性的应用几乎没有。所以受到社会上有些人的怀疑和否定,有一段时期 AI 的研究进入低潮。“智能需要知识”这是人们对 AI 早期没有走出象牙塔的反思后作出的结论。事实上,作为智能