



智能决策 支持系统研究 开发及应用

张荣梅 著



冶金工业出版社

智能决策支持系统研究 开发及应用

张荣梅 著

北 京
冶金工业出版社
2003

内 容 提 要

本书是作者科研成果与教学经验的总结,思想新颖、内容丰富。全书共 10 章,系统地论述了智能决策支持系统的基本概念、基于案例推理与多智体的智能决策支持系统的总体方案、关键技术、智能管理决策系统的开发策略及应用实例等。

本书适合于从事计算机、系统工程、管理工程的科技人员阅读;也可作为计算机专业、系统工程专业和管理工程专业的研究生或高年级本科生的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

智能决策支持系统研究开发及应用/张荣梅著. —北京:
冶金工业出版社, 2003. 1

ISBN 7-5024-3160-8

I. 智… II. 张… III. 智能决策—决策支持系统
IV. TP399

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 087719 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 张登科 美术编辑 王耀忠 责任校对 朱翔 责任印制 牛晓波
北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2003 年 1 月第 1 版, 2003 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 6.25 印张; 166 千字; 186 页; 1-3000 册
16.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

序

进入 20 世纪 90 年代以来,随着决策理论、信息技术、数据库技术、办公自动化、专家系统等相关技术的发展,决策支持系统的研究与应用水平不断提高,尤其是数据库、人工智能、Internet/Intranet 技术的发展为智能决策支持系统提供了强大的技术支持,同时也提出了新的研究课题,需要研究开发新一代的智能管理决策信息系统。

张荣梅同志所著《智能决策支持系统研究开发及应用》一书,是作者在其博士学位论文的基础上,总结有关科研工作和教学经验撰写而成。书中重点研究了基于 CBR(案例推理)、MAS(多智能体系统)和 MBC(多库协同)的智能决策支持系统的设计方法与实现技术。

书中提出了基于 CBR、MAS 和 MBC 的智能决策支持系统总体方案;提出并实现了基于神经网络的案例检算法和基于因果关系及规则推理的决策方案匹配修正算法;提出了基于多智能体、多模式的分布式多库协同软件系统,并应用于交通事故处理智能决策支持系统的设计与实现。这些方法和技术为智能管理决策系统的开发应用提供了新的思路,进一步发展和完善了智能管理的理论方法体系。另外该书还总结了作者参加的交通事故处理智能决策支持系统研究开发工作中的一些新成果。

因此,该书的出版对“智能管理”学科的发展和新一代的“智能决策支持系统”的研究应用具有一定的促进作用。

中国人工智能学会 理事长 涂序彦
北京科技大学 教授

2002 年 10 月

前 言

《智能决策支持系统研究开发及应用》一书是作者根据自己的科研成果和教学实践,在博士学位论文“基于 CBR 与 MAS 的智能决策支持系统研究及应用”的基础上撰写而成的。本书系统地阐述了智能决策支持系统的基本概念、方法和技术。内容涉及作者参加的国家 863 项目和湖北宜昌交通事故处理智能决策系统等研究成果及应用实例。

全书共 10 章:

第 1 章,绪论:阐述了智能决策支持系统的基本概念、智能决策支持系统的产生与发展、人工智能进展。

第 2 章,人工智能技术:论述了专家系统技术、基于案例推理技术、人工神经网络、遗传算法和多智能体技术等。

第 3 章,基于案例推理的智能决策支持系统研究:提出并建立了基于 CBR 的 IDSS 模型 C-IDSS,对其实现的关键技术进行了研究。

第 4 章,基于 CBR 和 MAS 的智能群体决策支持系统研究:提出并建立了基于多智体的群体决策支持系统模型 M-GDSS,在 C-IDSS 和 M-GDSS 二模型的基础上,提出并建立了基于 CBR、MAS 和 MBC 的群体智能决策支持系统模型 CM-IGDSS。研究了体系结构的基本元素及其相互关系,阐明了模型的工作原理。

第 5 章,CBR 中案例检索和案例适配修正算法研究:提出并实现了一种基于神经网络的相似案例检索算法和一种基于因果关系和规则推理的相似案例决策方案修正算法,并将二者结合应用于交通事故处理的计算机辅助案例匹配与决策生成系统。

第 6 章,基于多智体的多库协同软件系统:论述了多库协同软件的概念、结构类型。提出了一种基于多智体的多模式的多库协同软件系统。定义了多库协调器的功能,并建立了一种基于多智

体的多库协同器的结构。

第7章,人机协调技术:论述了人机协调的概念、人机合理分工和人机智能结合等。

第8章,智能管理决策信息系统开发策略:阐述了智能管理决策系统的开发原则、进化系统开发策略等。

第9章,交通事故处理智能决策支持系统(YCIDSS):它是智能决策支持系统的方法和技术在交通事故专家处理系统的应用实例。

第10章,总结与展望。

本书在撰写过程中,特别是在智能决策支持系统的研究、开发、应用工作中,曾得到了导师涂序彦教授的悉心指导,得到了同学们的合作、帮助和支持,在此表示衷心的感谢。

智能决策支持系统是正在发展中的新技术、新学科,本书仅是在阐述、介绍智能决策支持系统方面做出的初步尝试,由于水平和经验所限,不妥之处,恳请读者批评指正。

张荣梅

2002年10月

目 录

1 绪 论	1
1.1 智能决策支持系统的基本概念	1
1.1.1 智能、人的智能、人工智能	1
1.1.2 决策支持系统、专家系统、智能决策支持系统	5
1.2 智能决策支持系统的产生与发展	9
1.2.1 计算机管理系统的发展	9
1.2.2 智能决策支持系统 IDSS 的产生	12
1.2.3 IDSS 应用现状和发展趋势	13
1.2.4 存在的问题	15
1.3 人工智能进展	16
1.3.1 AI 研究的主要学派	17
1.3.2 AI 发展面临的困难	18
1.3.3 AI 发展的新趋势	19
1.4 本章小结	20
2 人工智能技术	21
2.1 专家系统技术	21
2.1.1 专家系统概述	21
2.1.2 知识获取	29
2.1.3 知识表示	32
2.1.4 专家系统设计原则	48
2.2 基于案例推理技术	50
2.2.1 CBR 概述	50
2.2.2 CBR 工作机制和研究课题	51
2.2.3 CBR 系统关键技术和目前存在的问题	55
2.3 人工神经网络	57

2.3.1	人工神经网络研究发展简史	57
2.3.2	什么是人工神经网络	57
2.3.3	网络结构及工作方式	60
2.3.4	B-P 网络学习	61
2.3.5	人工神经网络的应用	67
2.4	遗传算法	67
2.4.1	标准遗传算法和基本概念	67
2.4.2	遗传算法的设计	70
2.5	分布人工智能与多智体系统	76
2.5.1	Agent 概念	77
2.5.2	多 Agent 系统概念	79
2.5.3	多 Agent 系统分类	80
2.5.4	多 Agent 系统应用	82
2.5.5	多智体系统主要研究课题	82
2.6	本章小结	83
3	基于案例推理的智能决策支持系统研究	84
3.1	引言	84
3.2	基于 CBR 的智能决策系统模型	85
3.3	关键技术	86
3.3.1	典型案例库系统	86
3.3.2	基于案例的集成推理模型	90
3.3.3	多库协同器	91
3.3.4	人机智能系统	92
3.3.5	模型库系统	93
3.4	模型的过程特性	94
3.4.1	动态的问题分解过程	94
3.4.2	主动的目标驱动学习过程	94
3.4.3	多案例经验集成	95
3.4.4	人机智能结合	95

3.5 本章小结	95
4 基于 CBR 和 MAS 的智能群体决策支持系统研究	96
4.1 引言	96
4.2 智能决策支持系统应具有的特性	97
4.3 Agent 结构	97
4.3.1 认知结构	97
4.3.2 反应式结构	98
4.3.3 混合式结构	98
4.4 多 Agent 系统的体系结构	98
4.4.1 多 Agent 系统体系结构的基本概念	98
4.4.2 多 Agent 系统体系结构的三种基本方案	99
4.4.3 多 Agent 协调策略	100
4.5 一种多 Agent 模型及其合作策略	101
4.5.1 智体 Agent 结构模型	101
4.5.2 Agent 之间的合作策略	102
4.6 基于 MAS 的群体智能决策支持系统模型	104
4.6.1 设计思想	104
4.6.2 M-GDSS 模型	105
4.6.3 各智体描述	106
4.7 基于 CBR 和 MAS 的智能群体决策系统研究	107
4.7.1 设计思路	107
4.7.2 基于 CBR 和 MAS 的智能群体决策系统 模型	108
4.7.3 智体描述	109
4.8 CM-IDSS 的优点	110
4.9 本章小结	111
5 CBR 中案例检索和案例适配修正算法研究	113
5.1 引言	113

5.2 案例组织与检索策略	114
5.3 传统的案例检索模型	114
5.3.1 案例的属性相似	114
5.3.2 几个基于比较的检索模型	115
5.4 面向神经网络权值优化的遗传算法	117
5.5 基于神经网络的 CBR 检索	121
5.5.1 B-P 网络构建与训练	121
5.5.2 基于神经网络的案例检索	123
5.6 基于因果模型和规则推理的案例适配算法	124
5.6.1 基本思路	124
5.6.2 综合推理机制	126
5.6.3 算法	128
5.7 本章小结	130
 6 基于多智体的多库协同软件系统	 132
6.1 概述	132
6.2 多库协同软件的概念	132
6.3 多库协同软件系统方案	135
6.3.1 知识主导型多库协同软件	135
6.3.2 各库并列型多库协同软件	135
6.3.3 数据基础型多库协同软件	136
6.3.4 模型构造型多库协同软件	137
6.4 基于多智体多模式的多库协同系统	137
6.5 多库协同器的体系结构	139
6.5.1 单 Agent 系统体系结构	139
6.5.2 多 Agent 系统体系结构	140
6.6 面向交通事故处理的基于 CBR 和 MAS 的多库协同系统	 141
6.7 本章小结	142

7 人机协调技术	143
7.1 人机协调技术的概念	143
7.2 人机合理分工的原则与方式	144
7.3 人机交互智能管理决策方法和技术	144
7.4 人机智能结合的概念与方法	145
7.5 本章小结	147
8 智能管理决策信息系统开发策略	148
8.1 “四化”策略——智能化、集成化、协调化、网络化	148
8.2 进化系统开发策略	151
8.3 本章小结	152
9 交通事故处理智能决策支持系统(YCIDSS)	153
9.1 系统概述	153
9.1.1 系统目标与功能	153
9.1.2 系统开发原则	154
9.1.3 系统设计思想	154
9.1.4 系统技术方案	155
9.2 系统功能体系	156
9.3 广义模型智能算子系统	157
9.3.1 功能	158
9.3.2 关键技术	158
9.4 法律法规智能检索系统	160
9.4.1 功能结构	160
9.4.2 关键技术	160
9.5 方法技术手段运用系统	162
9.5.1 功能结构	163
9.5.2 关键技术	163
9.6 典型案例库系统	164
9.6.1 功能结构	164

9.6.2 关键技术	165
9.7 智能处理系统	168
9.7.1 功能结构	168
9.7.2 关键技术	169
9.8 系统集成	170
9.9 系统维护	170
9.10 本章小结	171
10 总结与展望	172
10.1 总结	172
10.2 创新点	174
10.3 展望	175
10.4 本章小结	176
参考文献	177

1 绪 论

1.1 智能决策支持系统的基本概念

1.1.1 智能、人的智能、人工智能

1.1.1.1 智能

根据广义智能信息系统论的观点,智能(Intelligence)的概念是广义的。广义智能(Generalized Intelligence,简称GI)包括:人的智能(Human Intelligence,简称HI)、人工智能(Artificial Intelligence)和集成智能(Integrated Intelligence,简称II)等。其关系可用下式表示:

$$\{HI, AI, II, \dots\} \in GI$$

式中 HI——人的智能;

AI——人工智能;

II——集成智能;

……——其他智能;

∈——包含于;

GI——广义智能。

其中,集成智能(II)是指基于人的智能(HI)与人工智能(AI)相结合的人机系统的智能。例如,智能管理系统的集成智能。其关系可表示为:

$$II \equiv HI + AI$$

式中 II——集成智能;

≡——基于;

HI——人的智能;

+——结合;

AI——人工智能。

智能的共性如下：

- (1) 智能的基本要素是“信息”。
- (2) 智能是普遍存在的。人、动物、机器都有智能。
- (3) 智能是多层的。高层智能(思维)、中层智能(感知)、基层智能(行为)。
- (4) 智能是进化的。先天进化(遗传、变异)、后天进化(学习、训练)。
- (5) 智能是相对的。随着不同的主体、客体及时间、空间、环境、条件等,有不同的智能水平。
- (6) 智能是智能系统的整体功能。

广义智能信息系统论的概念,如图 1-1 所示。

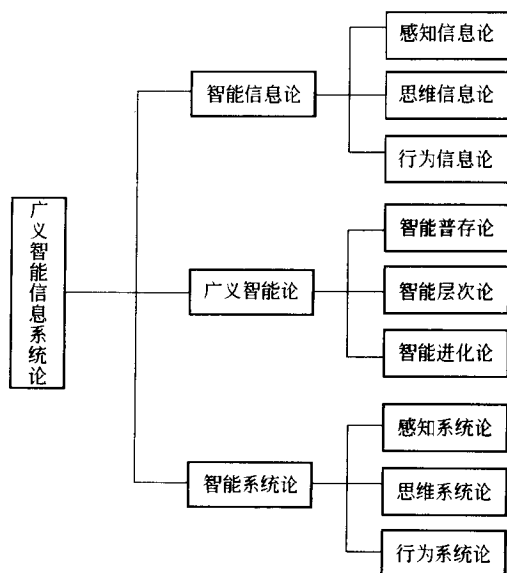


图 1-1 广义智能信息系统论

1.1.1.2 人的智能

人的智能(HI)通常是指人在认识与改造客观世界的活动中,由思维过程和脑力劳动所体现出的能力。它包括三个方面:

(1) 思维能力。人们通过脑的思维活动(如:记忆、联想、推理、计算、分析、比较、判断、决策、规划、学习、探索等)对各种信息进行加工处理,将感性知识上升为理性知识。进一步积累与总结经验,形成概念、建立方法、制订计划、做出决策的能力;通过推理、论证或分析、计算,求解问题,做出结论的能力;通过学习、教育或训练、实践,从而增长知识、丰富经验、促进工作的能力。

(2) 感知能力。人们通过视觉、听觉、触觉系统等,感知客观世界,获取感性知识的能力。例如,由眼、耳等感觉器官接受各种信息(如:文字、图像、物景、声音、语言等),产生相应的冲动,沿外周神经传入中枢神经——脑,通过视觉、听觉中枢等,进行信息处理、模式识别、语言理解等的智能活动的的能力。

(3) 行为能力。人们通过效应器官(如:手、足以及发音器官等),对外界刺激(输入信息)做出反应(输出信息)、采取行动的能力。例如,根据仪表的显示信息,进行手动操作,或者对用户提出的问题做出回答或解释等。行为的智能特性表现在反应的灵活性与适应性,即对于变化的、不确定或不确知的环境和刺激干扰,灵活地做出适宜反应的能力。

人的高层智能的核心是知识。知识包括:感性知识与理性知识、经验知识与理论知识。感性知识是通过感觉器官对客观事物片面的、现象的和外部联系的感性认识获得的知识;理性知识是在感性知识的基础上,把所获得的感觉材料,经过思考、分析,加以去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的整理和改造,形成概念、判断、推理;经验知识是由实践得来的对客观世界的认识或形成的技能;理论知识是人们由实践概括出来的、系统的对客观世界的认识。

1.1.1.3 人工智能

人工智能(AI: Artificial Intelligence)于1956年问世以来,同

许多其他事物一样,发展是曲折的,不平坦的。它在理想和实践的矛盾中,探索着人工智能发展的有效途径和技术。人工智能(AI)是研究机器智能和智能机器的高新技术学科,是模拟、延伸和扩展人的智能,实现某些脑力劳动自动化的技术基础,是开拓计算机应用的技术、研制新一代计算机的前沿阵地,是探索人脑奥秘的重要科学途径和计算机应用的广阔领域。人工智能、原子能技术、空间技术,被称为 20 世纪的三大尖端科技。

广义的人工智能,不仅包括专家系统(Expert System,简称 ES),还有人工神经网络(Artificial Neural Network,简称 ANN),以及模式识别(Pattern Recognition,简称 PR)、智能机器人(Intelligent Robot,简称 IR)等。

虽然人工智能领域存在不同的学派,如:符号主义学派、联结主义学派、行为主义学派等,但是,从广义智能信息论的观点出发,可以求同存异,在关于智能共性认识的基础上,探讨人工智能学科的理论体系。人工智能的主要研究内容有三个方面:

(1) 机器思维与思维机器。机器思维,如:启发式程序、专家系统、知识工程、机器学习、机器证明、机器博弈等。

思维机器,如:智能计算机、学习机、推理机、博弈机、逻辑机、自动机、神经细胞模型、人工神经网络、脑模型等。

(2) 机器感知与感知机器。机器感知,如:文字、图像、物景、声音等模式识别与自然语言理解;计算机视觉、听觉、触觉等。

感知机器,如:文字、图像、声音、语言的识别机、感知机、触觉感知器、平衡感知器、各种智能传感器等。

(3) 机器行为与行为机器。机器行为,如:自适应、自镇定、自寻优等智能控制、管理、决策行为,机器人在不确定的、动态环境中的“漫游”行为等。

行为机器,如:智能控制器、智能效应器、智能执行机构、智能机械手、智能机器人等。

人工智能广泛应用于工业、农业、科技、国防及国民经济各部门,计算机控制,计算机管理,计算机辅助设计、制造,生产过程自

动化等各个领域,促进了各种智能化新技术、新方法、新产品的发展。如:智能控制、智能管理、智能体通信、智能 CAD、智能 CAM、智能仪表、智能自动化、智能检索等。

人工智能的研究、开发和应用,需要采取多学科结合(如:计算机科学、生物科学、系统科学等)、多途径协同(如:功能模拟、结构模拟、行为模拟等)的综合研究方法;软件和硬件结合、通用与专用并行的集成技术路线。

迄今,对 AI 的理论与应用已取得了许多重要的成果。实用智能系统、专家系统、智能决策支持系统等有许多成功的应用实例。模式识别、自然语言理解,机器人等方面也取得了不少研究成果。尽管人工智能取得了不少的成就,但并没有像一些先驱者所断言的那样迅速取得惊人之举,因而备受责难。到了 20 世纪 80 年代,人工智能面临的困难更加突出。随着计算机网络的飞速发展,许多实际系统变得越来越复杂,异质、分布是其显著特点,对这样的系统,传统的人工智能已经无能为力。很明显,人工智能研究需要创造性思想,实用智能系统的研究开发需要新的模式。

自 20 世纪 80 年代以来,随着计算机网络、计算机通信和并发程序设计技术的发展,分布式人工智能逐渐成为人工智能领域的一个研究热点。分布式人工智能主要研究在逻辑上或物理上分散的智能系统如何并行地、相互协作地实现问题求解。多智体系统为复杂系统的分析和建模提供了很自然的模型。有专家指出,面向智体的技术将取代面向对象的技术而成为 21 世纪软件工程的主流。多智体技术成了 20 世纪 90 年代人工智能研究的热点。

1.1.2 决策支持系统、专家系统、智能决策支持系统

1.1.2.1 决策支持系统

决策支持系统(Decision Support System,简称 DSS)是综合利用大量数据,有机组合众多模型(数学模型与数据处理模型等),通过人机交互,辅助各级决策者实现科学决策的系统。

DSS 的结构如图 1-2 所示。DSS 使人机交互系统、模型库系