



中国计算机学会学术著作丛书
——知识科学系列 **5**

知识科学中的基本问题研究

刘大有 主编



清华大学出版社



中国计算机学会学术著作丛书
——知识科学系列 5

知识科学中的基本问题研究

刘大有 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

由国家自然科学基金委员会信息学部主办,吉林大学计算机科学与技术学院、软件学院,教育部符号计算与知识工程重点实验室和吉林省计算机学会承办的“知识科学与计算科学高级研讨会”于2003年8月24日至25日在吉林省长春市召开。本书即是在该研讨会的基础上形成的。本书内容共分为八个部分:形式语义和程序验证,量子计算,时空知识表示理论,定理证明和自动规划,机器学习和数据分析,Agent技术,因特网和软件工程中的知识表示和处理,生命信息学。本书主要总结、分析了近年来国内外在知识科学研究方面所取得的新进展。本书辑录的所有文章均由相关领域的著名专家撰写,对学术研究有重要的参考价值。

本书适合高校计算机和自动化专业中知识工程和人工智能领域的师生、科研院所及其他机构的工程技术人员和科研人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

知识科学中的基本问题研究/刘大有主编. —北京:清华大学出版社,2006.10

(中国计算机学会学术著作丛书. 知识科学系列[5])

ISBN 7-302-12983-5

I. 知… II. 刘… III. 知识科学—研究 IV. G302

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第046383号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 薛 慧

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印张: 34.75 字数: 732千字

版 次: 2006年10月第1版 2006年10月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-12983-5/TP·8246

印 数: 1~3000

定 价: 68.00元

评 审 委 员 会

名誉主任委员：张效祥

主 任 委 员：唐泽圣

副主任委员：陆汝铃

委 员：（以姓氏笔画为序）

王 珊 吕 建 李晓明

林惠民 罗军舟 郑纬民

施伯乐 焦金生 谭铁牛

序

第一台电子计算机诞生于 20 世纪 40 年代。到目前为止,计算机的发展已远远超出了其创始者的想像。计算机的处理能力越来越强,应用面越来越广,应用领域也从单纯的科学计算渗透到社会生活的方方面面:从工业、国防、医疗、教育、娱乐直至人们的日常生活,计算机的影响可谓无处不在。

计算机之所以能取得上述地位并成为全球最具活力的产业,原因在于其高速的计算能力、庞大的存储能力以及友好灵活的用户界面。而这些新技术及其应用有赖于研究人员多年不懈的努力。学术研究是应用研究的基础,也是技术发展的动力。

自 1992 年起,清华大学出版社与广西科学技术出版社为促进我国计算机科学技术与产业的发展,推动计算机科技著作的出版,设立了“计算机学术著作出版基金”,并将资助出版的著作列为中国计算机学会的学术著作丛书。时至今日,本套丛书已出版学术专著近 50 种,产生了很好的社会影响,有的专著具有很高的学术水平,有的则奠定了一类学术研究的基础。中国计算机学会一直将学术著作的出版作为学会的一项主要工作。本届理事会将秉承这一传统,继续大力支持本套丛书的出版,鼓励科技工作者写出更多的优秀学术著作,多出好书,多出精品,为提高我国的知识创新和技术创新能力,促进计算机科学技术的发展和进步做出更大的贡献。

中国计算机学会

2002 年 6 月 14 日

前言

世界已经进入知识经济的时代,这就要求我们对知识本身进行深入研究,更好地运用知识去推动社会的繁荣与进步。知识科学是以知识处理为研究对象的,包括知识的数学理论、逻辑基础、知识模型、知识挖掘、知识共享等,它是时代发展的必然产物。从 20 世纪 80 年代末至今,人工智能(AI)研究在内容和方法论方面经历了一场变革,将 AI 研究建立在严格的定理或确凿的实验数据之上,AI 的应用需要展示与现实世界的相关性,这逐渐成为国际 AI 领域研究者的共识。中国科学院陆汝钤院士提出了开展知识科学研究的主张,并指出对知识的研究应该是一门具有坚实理论基础的科学。知识产业、知识科学与知识工程共同构成一个链条上三个不可分割的环节,但知识科学本身是一个大问题,还需进行深入探讨。知识科学的进步将从根本上回答在知识工程中遇到过,但未能很好解决的一系列重大问题。

2003 年 8 月在长春举行的“知识科学与计算科学高级研讨会”的主要目的就是总结、分析国际上近年来在知识科学研究方面所取得的新进展,交流和检阅我国学者在这个领域的研究心得和成就。同时,与会人员建议国家有关部门把开展知识科学研究和推动知识经济发展结合起来,用知识科学的基础理论来指导知识的获取、加工处理、利用和普及知识的工作,并且把这方面的研究作为从国外汲取新知识、为我所用的重要管道,使中华民族的巨舟在人类知识的海洋上乘风破浪驶向前方。

在这次长春研讨会的基础上形成的这本学术著作对有严格数学基础的知识理论初步框架,系统研究知识科学中的关键理论和技术问题进行了有益的探索,这对指导知识工程和知识产业的发展有重大的理论和实际意义。

这次长春研讨会由国家自然科学基金委员会信息学部主办,吉林大学计算机科学与技术学院、软件学院,教育部符号计算与知识工程重点实验室和吉林省计算机学会联合承办。本书的出版得到了国家自然科学基金重大项目“非规范知识处理的基本理论和核心技术”(60496320)的资助。谨此一并致谢。

刘大有

2006 年 1 月于长春

目 录

序	III
前言	V

第一部分 形式语义和程序验证

1 PN 机理论	蒋昌俊 3
1.1 并发现象的起源	3
1.2 并发系统的典型模型	3
1.2.1 Petri 网	3
1.2.2 通信顺序进程	4
1.2.3 通信演算系统	4
1.3 三种模型的比较	5
1.4 PN 机模型	5
1.5 PN 机性质	6
1.6 PN 机应用	6
1.6.1 在并行程序验证中的应用	6
1.6.2 在系统分解验证中的应用	9
1.6.3 在加工系统设计与验证中的应用	11
参考文献	13
2 程序规范与程序验证	陈仪香 15
2.1 Hoare 程序规范	17
2.2 Dijkstra 规范	20
2.3 模型检验与计算树逻辑	22
2.4 计算树逻辑的语义	26
2.5 多 Agents 系统与多模态逻辑	29
参考文献	31



第二部分 量子计算

3 量子计算理论：综述	程伟 王珏	37
3.1 引言		37
3.2 量子自动机理论		40
3.2.1 量子有限自动机理论		41
3.2.2 量子下推自动机理论		45
3.2.3 量子图灵机理论		48
3.3 量子形式语言理论		51
3.4 量子可计算性理论		54
3.4.1 量子有限自动机的可判定性和不可判定性问题		54
3.4.2 突破 Church-Turing 论题的限制		55
3.4.3 讨论		56
3.5 量子计算复杂性理论		57
3.5.1 量子 NP 问题		57
3.5.2 量子时间复杂性类		58
3.5.3 量子空间复杂性类		59
3.5.4 其他量子计算复杂性问题		59
3.5.5 讨论		60
3.6 量子算法设计技术		61
3.6.1 量子随机游走		61
3.6.2 量子绝热进化		62
3.6.3 量子幅度放大		63
3.6.4 量子傅里叶变换		64
3.6.5 讨论		65
参考文献		65
4 量子计算	朱洪 卜天明	71
4.1 背景		71
4.2 量子比特		71
4.3 简单量子门		72
4.4 量子算法		73
4.4.1 Shor 的算法		74
4.4.2 Grover 的算法		74
4.4.3 其他算法		74

4.5	量子复杂性	75
4.6	结论	76
	参考文献	76
5	两体量子纠缠纯态的相互转换	78
5.1	引言	78
5.1.1	从经典相关谈起	78
5.1.2	量子纠缠的历史回顾	79
5.1.3	量子纠缠理论的概述	80
5.1.4	有限资源下的纠缠转换	81
5.2	预备知识	82
5.2.1	量子力学的基本要素	82
5.2.2	关于优越的一些基本结果	84
5.3	LOCC 下的两体纠缠转换	86
5.3.1	LOCC 下两体纠缠纯态的相互转换	86
5.3.2	任意两个两体纠缠纯态之间的确定转换	88
5.3.3	LOCC 下纠缠转换的数学结构	89
5.4	纠缠辅助下的 LOCC	90
5.4.1	量子催化现象	90
5.4.2	量子催化剂的存在性	92
5.4.3	纠缠辅助的 LOCC 的数学结构	94
5.5	多拷贝纠缠转换	101
5.5.1	多拷贝转换现象	101
5.5.2	多拷贝转换的判定	103
5.5.3	多拷贝转换机制的数学结构	103
5.6	纠缠辅助转换和多拷贝转换的关系	107
5.6.1	ELOCC 与 MLOCC 的关系	107
5.6.2	纠缠转换与 Renyi 熵	108
5.6.3	概率情形的对偶	110
5.7	总结	110
	参考文献	111

第三部分 时空知识表示理论

6 时空信息表示、推理和应用

刘大有 王生生 谢琦 胡鹤 欧阳继红 虞强源 孙吉贵 欧阳丹彤 117



6.1	引言	117
6.2	时空交叉知识推理方法	118
6.2.1	逻辑方法	119
6.2.2	代数方法	121
6.3	多种空间关系的表示和综合	125
6.3.1	单一空间关系	125
6.3.2	综合空间关系	127
6.4	时空信息的模糊性、不确定性和粒度	128
6.4.1	空间和时间信息的不确定性	128
6.4.2	时空信息不确定性	130
6.4.3	时空粒度	131
6.5	时空本体	132
6.5.1	时空本体属性	132
6.5.2	时空本体研究	134
6.6	时空推理应用	135
6.6.1	地理信息系统	135
6.6.2	时空数据库	136
6.7	结论	137
	参考文献	139
	副报告：关于 RCC8 推理复杂性的一个注记	李三江 149
	参考文献	150
7	空间知识的定性表示与推理	李三江 应明生 152
7.1	引言	152
7.2	区域连接演算	155
7.3	空间知识的离散和连续模型	157
7.3.1	空间知识的离散模型	157
7.3.2	空间知识的连续模型	158
7.3.3	范畴构造：子结构与定向极限	158
7.4	RCC8 复合表及其外延性	159
7.4.1	关系复合表	159
7.4.2	基于模型的关系复合表	159
7.4.3	基于理论的关系复合表	161
7.4.4	RCC8 复合表	161
7.4.5	Egenhofer 模型的外延性质	164

7.5 结语	164
参考文献	165
副报告：区域连接演算 RCC 及应用	刘大有 王生生 胡鹤 167
7'.1 区域连接演算 RCC	167
7'.2 RCC 推理	169
7'.2.1 复合表推理	169
7'.2.2 连续变化推理	169
7'.2.3 约束满足推理	170
7'.3 RCC 应用	170
7'.4 结语与展望	172
参考文献	173

第四部分 定理证明和自动规划

8 智能规划的研究和应用	姜云飞 吴康恒 177
8.1 引言	177
8.1.1 智能规划研究历史	178
8.1.2 智能规划与问题求解的区别	180
8.2 经典的智能规划	181
8.2.1 半序规划以及规划的求精	181
8.2.2 基于逻辑的规划方法	184
8.2.3 非层次规划方法	184
8.2.4 层次规划方法	185
8.2.5 规划问题复杂度	186
8.3 非经典的智能规划	187
8.3.1 图规划方法	187
8.3.2 基于启发式搜索的规划方法	190
8.3.3 基于逐步细化的分层规划方法	192
8.3.4 基于约束可满足的规划方法	193
8.3.5 基于模型检测的规划方法	195
8.4 基于资源约束的智能规划	200
8.4.1 基于资源约束的智能规划的发展	200
8.4.2 资源约束问题的求解方法	201
8.5 智能规划系统比赛	212

8.5.1	第1届规划大赛	212
8.5.2	第2届规划大赛	213
8.5.3	第3届规划大赛	215
8.6	智能规划的应用	216
8.6.1	航空航天中的应用	216
8.6.2	在机器人中的应用	218
8.6.3	在智能工厂中的应用	218
8.6.4	在商业中的应用	219
8.7	我们的研究进展	220
8.7.1	在领域约束规划方面	220
8.7.2	在规划识别方面	228
8.7.3	在网络信息集成方面	228
8.7.4	在时间表问题研究方面	229
8.7.5	在通信网络方面	229
8.8	结论	230
	参考文献	230
	附录	234
	副报告: 规划与学习	周志华 239
	参考文献	240
9	基于表演算的方法与技术	孙吉贵 吴瑕 刘全 冯莎莎 241
9.1	表方法的历史	241
9.2	基本的表方法	242
9.3	自由变量表	243
9.4	子句表	245
9.5	连接表	246
9.5.1	基本连接表	246
9.5.2	弱连接表	247
9.5.3	正规表	247
9.5.4	带选择函数的表	248
9.5.5	超表	249
9.5.6	带切和引理的表	251
9.5.7	决策图 tableau(TDD)方法	254
9.5.8	翻译成整数规划的表方法	256
9.6	含等词的表方法	256



9.6.1	增加扩展规则的表方法	256
9.6.2	E -合一	259
9.6.3	Superposition 方法	260
9.7	非经典逻辑表方法	262
9.7.1	直觉逻辑表	262
9.7.2	模态逻辑表	263
9.7.3	多值逻辑表	265
9.8	非单调逻辑表方法	266
9.8.1	自认知逻辑表	267
9.8.2	缺省逻辑表	267
9.8.3	最小蕴涵表	270
9.9	表系统的实现和技术	272
9.9.1	表系统的实现	272
9.9.2	表技术	273
9.10	结论	276
	参考文献	277
10	基于扩展规则的定理证明和知识编译	284
10.1	引言	284
10.1.1	定理证明	284
10.1.2	知识编译	285
10.1.3	本章主要工作	286
10.2	基于扩展规则的定理证明	287
10.2.1	扩展规则	287
10.2.2	命题逻辑中基于扩展规则的定理证明	287
10.2.3	用扩展规则作一阶逻辑定理证明	292
10.2.4	实验结果	294
10.3	基于扩展规则的知识编译	295
10.3.1	EPCCCL 理论	295
10.3.2	用扩展规则作知识编译	297
10.3.3	实验结果	299
10.4	相关工作比较	300
10.4.1	有向归结	300
10.4.2	知识编译的相关工作及比较	301
10.5	结语	303

参考文献	303
------------	-----

第五部分 机器学习和数据分析

11 一种新的基于概率的分类方法	王晖 309
11.1 引言	309
11.2 上下文概率	310
11.3 基于概率的分类	313
11.4 估计上下文概率	314
11.5 基于 G 的分类算法	315
11.5.1 用超元组解释邻域	315
11.5.2 算法	316
11.5.3 例子	317
11.5.4 实验评估	318
11.6 结语	320
参考文献	320
12 多示例学习	周志华 322
12.1 引言	322
12.2 问题的提出	323
12.3 研究进展	325
12.3.1 可学习性	325
12.3.2 算法	326
12.3.3 应用	329
12.3.4 扩展	331
12.4 讨论	333
参考文献	334
副报告: 多示例学习	陈雁秋 337

第六部分 Agent 技术

13 移动 Agent 技术研究热点分析	刘大有 杨博 姜丽 张朝辉 341
13.1 引言	341
13.2 MAT 关键技术的研究	342
13.2.1 体系结构	342



13.2.2	移动机制	343
13.2.3	规划	344
13.2.4	通信	345
13.2.5	程序设计语言	347
13.2.6	安全	348
13.2.7	容错	351
13.2.8	协作	353
13.2.9	移动 Agent 计算的理论研究	354
13.2.10	标准化	358
13.3	MAT 应用的研究	359
13.4	MAT 与其他技术的融合	360
13.5	结语	362
	参考文献	362
	副报告: 移动 Agent 技术的几个问题	张伟 石纯一 367
14	面向 Agent 的软件工程研究进展	张伟 石纯一 370
14.1	引言	370
14.1.1	面向 Agent 的软件工程	370
14.1.2	Agent 组织	372
14.1.3	历史视角	373
14.2	AOSE 中的形式化方法	374
14.2.1	系统规格说明	374
14.2.2	系统实现	375
14.2.3	系统验证	375
14.3	面向 Agent 的分析与设计	376
14.3.1	Gaia 方法	376
14.3.2	KGR 方法	377
14.3.3	Cassiopeia 方法	377
14.3.4	SODA	378
14.4	面向对象方法的扩展	378
14.4.1	Agent UML	378
14.4.2	MaSE	379
14.4.3	设计模式	380
14.4.4	构件	380
14.5	Agent 组织与 AOSE	381

14.5.1	Agent 组织研究进展	381
14.5.2	AOSE 方法中的 Agent 组织	384
14.6	AOSE 开发工具与开发平台	385
14.6.1	ZEUS	385
14.6.2	JADE	385
14.6.3	LEAP	385
14.6.4	AgentTool	386
14.6.5	JATLite	386
14.6.6	AgentBuilder	386
14.7	AOSE 应用的有关问题	389
14.7.1	AOSE 应用的陷阱	389
14.7.2	AOSE 方法的评价问题	390
14.8	结语	390
	参考文献	391
	副报告: 关于“基于 Agent 的软件工程”的一点注记	金芝 395
	参考文献	398

第七部分 因特网和软件工程中的知识表示和处理

15	语义 Web 与 NKI	谢能付 曹存根 王海涛 丰强泽 司晋新 401
15.1	引言	401
15.2	语义 Web	402
15.2.1	语义发展	402
15.2.2	语义 Web 的体系结构	403
15.2.3	元数据	405
15.2.4	XML	405
15.2.5	RDF(S)	405
15.2.6	OWL	406
15.2.7	本体	407
15.3	NKI 服务框架以及工具	408
15.3.1	文本知识自动获取系统(OMKast)	410
15.3.2	本体知识工程环境(OKEE)	411
15.3.3	智能查询界面	411
15.3.4	基于多 Agent 的并行知识推理	412



15.4	从 NKI 研究讨论语义 Web 中存在的若干关键性问题	412
15.4.1	语义 Web 的内容从何而来	413
15.4.2	本体语言的标准化问题(统一性)	413
15.4.3	查询的语义理解	413
15.4.4	语义 Web 信息融合	414
15.4.5	语义 Web 中共享信息的不一致性	414
15.4.6	语义 Web 中的共享层次问题	415
15.5	结论	415
	参考文献	416
16	管理不一致的软件需求:研究进展和展望	金芝 朱雪峰 419
16.1	引言	419
16.2	关于不一致需求:概述	420
16.2.1	不一致的需求从何而来	421
16.2.2	软件系统的需求和需求描述	421
16.2.3	不一致的需求描述	423
16.3	不一致需求管理框架	426
16.4	概念重叠的检测	427
16.4.1	检测不一致	429
16.4.2	处理不一致	441
16.4.3	其他方面的问题	443
16.5	对不一致需求管理的进一步考虑	443
16.6	结语	445
	参考文献	446
	副报告:关于需求不一致性	陆汝钊 449

第八部分 生命信息学

17	图像纹理研究及其人工生命解决方案	许存禄 张铎 陈雁秋 455
17.1	前言	455
17.2	图像纹理分析	455
17.3	纹理描述方法	457
17.4	统计几何特征	459
17.5	统计地形特征	461
17.6	人工生命	465