

开放复杂系统与综合集成丛书

“十二五”
国家重点图书出版规划项目

社会智能 SOCIAL 与综合集成系统 INTELLIGENCE AND METASYNTHETIC SYSTEM

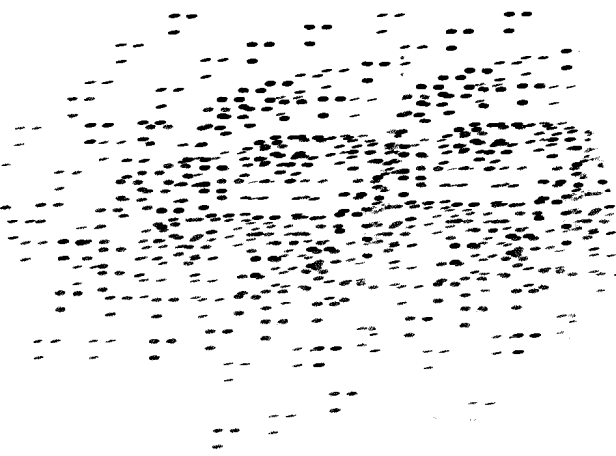
戴汝为 Dai Ruwei 李耀东 Li Yaodong 李秋丹 Li Qiudan 著

“十二五”
国家重点图书出版规划项目

开放复杂系统与综合集成丛书

社会智能 SOCIAL 与综合集成系统 INTELLIGENCE AND METASYNTHETIC SYSTEM

戴汝为 Dai Ruwei 李耀东 Li Yaodong 李秋丹 Li Qiudan 著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

社会智能与综合集成系统 / 戴汝为, 李耀东, 李秋丹著. — 北京: 人民邮电出版社, 2013. 1

(开放复杂系统与综合集成丛书)

ISBN 978-7-115-26421-3

I. ①社… II. ①戴… ②李… ③李… III. ①人工智能—研究 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第036064号

开放复杂系统与综合集成丛书

社会智能与综合集成系统

-
- ◆ 著 戴汝为 李耀东 李秋丹
责任编辑 刘 涛
执行编辑 傅道坤
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 31.25
字数: 419 千字 2013 年 1 月第 1 版
印数: 1—1 200 册 2013 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-26421-3

定价: 120.00 元

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

目 录

第 1 章 认知、思维 and 智能	1
1.1 认知科学的发展	1
1.1.1 引 言	1
1.1.2 传统认知理论和现场认知理论	2
1.1.3 高新技术是研究认知科学的有力工具	4
1.1.4 新认知理论的建立	6
1.2 有关思维研究	7
1.2.1 信息时代的思维科学	7
1.2.2 思维 and 知识	8
1.2.3 人类的认知 and 记忆	10
1.2.4 形象思维 and 意象	12
1.2.5 抽象思维 and 形象思维	15
1.3 飘扬起独一面旗帜	20
1.3.1 Simon 博学多采和在认知科学上建树	20
1.3.2 钱学森前瞻性的学术思想和思维科学	23
1.3.3 认知思维飘扬起独一面旗帜	25
1.4 人—机结合智能的科学	29
1.4.1 机器智能的发展离不开人的智慧	29

1.4.2	人的智能的飞跃需要机器智能	30
1.4.3	人一机共创的科学的和工程	31
1.4.4	科学的和工程的开拓和实践	32
1.5	集体智慧和社会智能	33
1.5.1	思维系统观	33
1.5.2	社会思维	34
1.5.3	社会思维和集体智慧	36
1.5.4	综合集成和社会智能	37
1.6	智慧涌现	39
	参考文献	44

第 2 章 机器智能的发展和应用 46

2.1	机器智能的发展	46
2.1.1	传统机器智能	46
2.1.2	现场机器智能	48
2.1.3	以自然为基础的机器智能	49
2.2	机器智能和控制系统	51
2.2.1	计算机博弈机器向人的首次挑战	53
2.2.2	控制系统的发展	54
2.3	机器智能系统的综合集成	56
2.3.1	基于逻辑的心理模型	57
2.3.2	定性的模型	59
2.3.3	可视知识模型	61
2.3.4	人工神经网络模型	61
2.3.5	模型的综合集成	63
2.4	智能系统及其应用	64
2.5	以人为主的计算机识别	66
2.5.1	机器模式识别	66
2.5.2	统计模式识别	67

2.5.3 语义模式识别、句法模式识别	68
2.5.4 集成型模式识别	69
参考文献	70

第3章 非结构化问题处理和概念系统结构 71

3.1 结构不良问题求解	71
3.1.1 对结构不良问题求解过程的关注	71
3.1.2 有关结构不良问题的认识的深化	76
3.2 复杂问题求解和概念系统结构	77
3.2.1 复杂问题的表示基础	77
3.2.2 处理复杂问题的认知基础	80
3.2.3 概念系统结构的认知基础	85
3.2.4 构造概念系统结构来处理复杂问题	87
3.3 动态概念空间和概念系统结构网络	89
3.3.1 动态概念空间	89
3.3.2 概念系统分析	90
3.3.3 概念集合元素间关系	90
3.3.4 概念系统结构网络	91
3.3.5 获得专家决策方法	92
3.4 概念系统结构的获得和决策	93
3.4.1 构造概念系统结构的一些方法	93
3.4.2 各个领域的专家组成的学习型组织	96
3.4.3 处理复杂问题的流程框架	98
参考文献	99

第4章 开放的复杂巨系统及其方法论 101

4.1 复杂性科学的兴起	101
4.1.1 早期研究	101
4.1.2 欧洲学派	103

4.1.3	美国学者的工作	106
4.2	开放的复杂巨系统	111
4.2.1	系统学	111
4.2.2	开放的复杂巨系统	112
4.3	综合集成法	115
4.4	综合集成研讨厅	117
4.4.1	综合集成研讨厅的构思	117
4.4.2	综合集成研讨厅体系的实践基础	117
4.4.3	综合集成研讨厅体系的意义	122
4.4.4	基于 Cyberspace 的综合集成研讨体系	123
	参考文献	124

第 5 章 基于 Cyberspace 的综合集成研讨厅 126

5.1	处理复杂问题的可操作平台	127
5.1.1	综合集成研讨厅的结构	127
5.1.2	开放的复杂巨系统的可操作平台	129
5.2	从“厅”到“信息空间”	130
5.2.1	Internet 与综合集成研讨厅的相关性	130
5.2.2	Internet 的结构与“特殊专家”	131
5.2.3	作为 Internet 隐喻的“Cyberspace”	134
5.2.4	Hall 与 Cyberspace	135
5.3	工作空间与交互空间	138
5.3.1	工作空间	138
5.3.2	交互空间	144
5.4	知识空间与智慧空间	151
5.4.1	知识空间	151
5.4.2	智慧空间	157
5.5	CWME 的实践与发展	166
5.5.1	CWME 的实现与实践	166

5.5.2 CWME 的发展 173

参考文献 174

第 6 章 面向社会智能的知识交互 176

- 6.1 决策认知过程研究 176
 - 6.1.1 决策的定义与过程 176
 - 6.1.2 决策与认知 179
 - 6.1.3 决策与知识 181
 - 6.1.4 知识的来源与类型 184
- 6.2 知识发现的方法与系统 186
 - 6.2.1 数据库中知识发现的基本定义 187
 - 6.2.2 数据库中知识发现的过程 188
 - 6.2.3 KDD 过程中的数据挖掘步骤 189
 - 6.2.4 KDD 应用的技术与主要问题 191
 - 6.2.5 KDD 在社会智能系统中的应用 193
- 6.3 专家知识的外化 196
 - 6.3.1 非形式逻辑简介 196
 - 6.3.2 论证图解——非形式逻辑的重要工具 198
 - 6.3.3 图尔敏模式在综合集成研讨中的应用 200
 - 6.3.4 Reason!Able 模式在综合集成研讨中的应用 203
 - 6.3.5 应用实例 206
- 6.4 基于 Internet 的知识扩充 210
 - 6.4.1 综合集成研讨环境下的主动信息获取框架
(李耀东等, 2004) 210
 - 6.4.2 话题提取(李耀东等, 2002) 213
 - 6.4.3 信息检索与协作 216
 - 6.4.4 主动信息获取系统的运行实例 219
- 6.5 知识融合与组织学习 223

6.5.1 社会智能系统中的知识传播和创新	223
6.5.2 组织学习与知识环境	227
参考文献	229

第7章 面向研讨环境的非结构化 Web 信息处理 231

7.1 综合集成研讨环境下非结构化 Web 信息处理	231
7.2 非结构化信息质量检测	233
信息质量评价流程	234
7.3 面向研讨环境的信息推荐及浏览	236
7.3.1 基于知识的研讨主题词扩展	237
7.3.2 网页推荐及层次浏览方法	239
7.4 研讨主题自动摘要及关联热点主题发现	243
7.5 基于特定研讨主题的网络社区挖掘	246
7.5.1 社区挖掘流程	247
7.5.2 基于谱聚类的社区挖掘	247
7.5.3 重叠社区结构挖掘	247
7.5.4 社区结构演化分析	248
7.5.5 社区主题分析	249
参考文献	250

第8章 综合态势分析与群体决策 252

8.1 综合集成研讨环境下态势分析	252
8.2 态势分析	253
8.2.1 情绪分析	253
8.2.2 基于主题关注度的研讨	
主题时空态势分析	257
8.2.3 信息传播规律分析	259
8.3 综合集成研讨厅中的群体决策方法	260
8.3.1 研讨层次的集成	261

8.3.2	判断层次上的集成	261
8.3.3	决策层次的集成	264
8.3.4	群体一致性算法 (王丹力等, 2005)	265
8.3.5	群体思维收敛过程	266
8.3.6	专家群体思维收敛应用示例 (吕志坚, 2004)	267
	参考文献	272

第 9 章 人一机结合的社会智能 273

9.1	群体认知与群体思维	273
9.1.1	依赖性思维、僵化思维和发散思维的 定义及其产生的原因	274
9.1.2	对依赖性思维、僵化思维和发散思维的 总体分析思路	280
9.1.3	依赖性思维的表现及其对策	281
9.1.4	僵化思维的表现及其对策	285
9.1.5	发散思维的表现及其对策	289
9.1.6	启示与讨论	291
9.2	研讨组织方法	294
9.2.1	头脑风暴法、名义群体法和德尔菲法	295
9.2.2	深度汇谈与辩论	296
9.2.3	研讨过程的划分与描述	298
9.2.4	几点说明	306
9.3	群体意见及评价的可视化	307
9.3.1	基于 ISOMAP 的方案评估结果的可视化 (刘春梅等, 2005)	307
9.3.2	基于即时发言评价的专家权威度计算及其 可视化 (李敏花等, 2008)	310
9.4	面向综合集成研讨体系的人工社会	316

9.4.1	综合集成研讨厅人工社会	317
9.4.2	以人为中心的综合集成研讨厅 人工社会基元	319
9.4.3	人一机结合以人为中心的 多智慧体系统	321
9.4.4	有效交互组织设计与系统实现框架	324
	参考文献	331

第 10 章 基于 Cyberspace 的综合集成研讨体系 支撑环境及其设计 332

10.1	功能需求	332
10.1.1	关键问题	332
10.1.2	系统特点	334
10.1.3	主要功能	335
10.2	构建原则	337
10.2.1	可操作平台	337
10.2.2	强调人一机结合的研讨	339
10.2.3	强调基于 Cyberspace	341
10.3	系统结构与典型方案	343
10.3.1	总体结构	343
10.3.2	逻辑结构	345
10.3.3	物理结构	347
10.3.4	数据/信息支持系统方案	348
10.3.5	模型/工具支持系统方案	349
10.4	面向 Agent 的软件分析与设计方法	351
10.4.1	面向 Agent 的软件分析与 设计方法的引入	351
10.4.2	两种典型的面向 Agent 的软件工程方法	356

10.4.3 面向综合集成研讨厅支撑环境的 AOSE 方法: MEASSIA (李耀东, 2003)	360
10.5 分析与设计实践	367
10.5.1 几点说明	367
10.5.2 综合集成研讨厅支撑环境的分析过程	368
10.5.3 综合集成研讨厅支撑的设计过程	375
参考文献	375

第 11 章 综合集成研讨体系的实践 376

11.1 宏观经济决策综合集成研讨系统	376
11.1.1 系统研制背景	376
11.1.2 任务概述	378
11.1.3 系统结构与功能	385
11.1.4 应用案例	391
11.1.5 应用评价	397
11.2 战略决策综合集成研讨系统	398
11.2.1 系统研制背景	398
11.2.2 系统的体系结构与软件框架	399
11.2.3 系统的主要功能	401
11.2.4 系统的实施与操作过程	414
11.2.5 应用情况与使用评价	415
11.3 巨灾防御与应急决策综合集成处理框架	417
11.3.1 系统设计背景	417
11.3.2 系统预期功能	418
11.3.3 技术路线与总体框架	418
11.3.4 关键技术	421
11.3.5 理论与应用前景	423
参考文献	424

第 12 章 综合集成方法论的学术影响及发展展望 425

- 12.1 综合集成方法论的原始创新意义 425
 - 12.1.1 综合集成方法论研究历史的简要回顾 425
 - 12.1.2 综合集成方法论的创新意义
(戴汝为, 2009) 428
- 12.2 国内的研究与应用情况 431
 - 12.2.1 国内重要的研究项目 431
 - 12.2.2 国内的典型应用 435
- 12.3 国际研究与影响 438
 - 12.3.1 国际学术交流 438
 - 12.3.2 国际学术合作 440
- 12.4 综合集成方法论的发展展望 443
 - 12.4.1 SFI 近期的研究 443
 - 12.4.2 以人为中心的计算
(Human-Centered Computing) 447
 - 12.4.3 计算机支持的协同工作 450
 - 12.4.4 群决策支持系统 453
 - 12.4.5 对比与展望 456
 - 12.4.6 关于 Cyberspace 461
- 参考文献 463

附录 司马贺 (Simon) 教授致钱学森教授的信 465

后 记 469

第 1 章

认知、思维 and 智能

1.1 认知科学的发展

1.1.1 引言

1993 年，美国科学基金委员会在美国华盛顿组织了一次有 30 个大学约 100 位专家参加的认知科学家教育大会，专家在会上对认知科学形成了一致的看法：认知科学是研究人的智能（Intelligence 在大陆和台湾分别翻译成“智能”和“智慧”）、其他动物智能和人工系统智能的科学，所研究的内容包括感知、学习、记忆、知识、语义、判断、语言、注意、意识和思维等。由于认知科学具有多学科交叉的特性，因此人们需要从心理学、计算机科学、神经科学、数学、语言学、哲学等不同领域进行相关研究。当然，针对认知科学相关问题的研究状况，有些中外学者对认知科学和名字仍然持有不同意见，例如 John Searle 在编写的《The Rediscovery of the Mind》（由麻省理工学院出版社出版）中就不认同认知科学的提法。

现在，专家、学者普遍认为物质的本质、宇宙的起源、生命的本质和智慧涌现是人们关注的 4 个基本问题，而认知科学、思维科学和机器智能等科学研究则与其中的智慧涌现紧密相关。

人的智能的研究牵涉脑功能、意识和思维等很复杂的问题。应该说人们的大脑神经系统的作用和人们的思维、意识是统一的；思维和意识是大脑物质运动的产物，是

开放的复杂巨系统的体现。对于脑功能、意识和思维研究，中国、外国的评论认为有两条道路：一条是研究脑科学道路；另外一条是从心理学、机器智能和认知科学着手。看起来第一条道路是最根本的研究方式，但是这条路很长。在中国从20世纪80年代就已经开展思维科学研究。有学者认为，采用第一条道路对脑功能、意识和思维进行研究虽然会更加彻底，但是恐怕一时半会难以有阶段性成果，因此最好还是依靠认知科学从思维角度来研究。

1.1.2 传统认知理论和现场认知理论

认知科学研究已经在许多国家发展起来，这里主要以传统认知理论和现场认知理论为线索来探讨认知科学。有些学者把20世纪50年代到20世纪70年代看作认知改变的时期。这个阶段，应用计算机仿真模型来研究认知过程的工作速猛发展，1950年由图尔应事先估计的机器智能的领域建立起来。以计算方法研究智能的工作对一些传统的学科起着决定性的影响：在心理学领域，新方法代替了美国心理学界50多年来占主要地位的行为主义典范；在语言学领域，把精致的计算模型和语言的生物学基础的影响结合的生成文法语言，取代了传统的结构语言；此外，哲学中的各个领域，如心智的哲学、认识论、语言哲学等也都受到了深刻的影响。在这个认知改变期间形成的一些统一的、起着中心作用的想法，现在称为传统观点。该传统观点的中心，是20世纪70年代末由Newell、Simon等人首先论述的物理符号系统的假设（PSSH）。该假设认为，任何一个系统，如果它能体现出智能，则它一定能够执行输入符号、输出符号、存储符号、复制符号、建立符号结构和条件性转移这6种功能。反之，任何系统如果具有上述6种功能，它就能够体现出智能。人们所做的大量传统认知或者机器智能的工作，就是在这个假设的推动下进行有关符号系统典型特性研究，从而形成认知符号理论。诺贝尔奖获得者、中国科学院外籍院士Simon，把这个阶段的认知科学概括为：

认知科学 = 认知心理学 + 机器智能

这阶段很少研究系统到底在什么样的环境中运行，以及在环境中运行系统的物理实现等问题。

在20世纪80年代和20世纪90年代，国外在认知科学的概念和研究技术方面取得了显著进步。因为以下三个方面的工作发展形成了对传统认知观点的挑战，由此导

致认知科学的拓广。

从 20 世纪 60 年代起, 开始走下坡路的人工神经网络 (ANN) 的研究也随着认知科学取得的进步而有所复苏。这主要体现在由 Rumelhart 提出的多层网络克服感知器的局限性和麦克安的并行分布处理 (PDP) 研究组的有关人工神经网络的工作上面。当应用计算机进行模拟时, 这种简单的类似于神经的计算部件高度互相链接成网络, 虽然不应该以规则作为基础结构表示, 而以设置多层网络的隐节点的数目来实现非线性映射, 它们却在模式识别和学习的能力方面显示出优越性。

第二方面的发展是认知神经科学的迅猛发展。科学技术人员开始注意在脑方面以例子来说明认知的容量, 以及怎么把现在的认知模型、精巧的实验设计和高技术、新技术组合起来进行神经定位, 如正电子发射断层显像 (PET) 和事件关联电位 (ERP) 分析等很有效果, 突破以前主要依靠被试者在进行实验中的口述报告的局限性。1994 年 Farch 和 Ratcliff 的工作, 就是这方面的一个很好的例子。

第三方面, 人们从以前的研究中体会到, 对于智能的研究应该从系统的角度来认识, 而不能仅仅侧重于表示和判断等方法以及理论研究。20 世纪 90 年代初, 麻省理工学院年轻的教授 Brooks 发表了《没有表示的智能》和《没有智能的判断》等文章, 这些文章应用了《控制论》中的一些构思, 再次强调智能体 (Agent) 和环境互相进行作用的重要性; 环境的复杂程度体现系统的复杂性并且按这个理论提供可以演示人工昆虫。在这些工作的影响下形成现场机器智能的新领域, 使得人们更加注意到生态环境和社会环境在对认知过程研究中的重要作用。导致现场作用这种认知科学新的重点和现场认知的新观点, 从而认为智能是人们或者智能体和环境进行动态交互的结果。

认知符号理论的提出解释了许多认知现象, 并且专家、学者以这个为基础发展了许多类型的知识型系统, 并形成了知识工程新领域。但是以 Clancey 为代表的一些学者认为符号理论不能够解释人的智能的行为; 认知方式不是像计算机中央处理器那样操作, 而是一种能够同时协调感觉—动作的机能; 智能的行为是感觉—动作多次循环的结果, 不是深刻的判断和决策; 学习不是一个存储新程序的过程, 而是一种能够同时协调感觉—动作的辩证机能; 这种感觉—动作的神经结构和神经过程是在行动中创造的, 是通过它们不断激活、竞争选择和重新组合得到的, 是一种自组织机制。按现场认知的说法, 人们和周围环境互相间的作用很重要, 人们的行为模式是人们的内部

神经互相间的作用和人与人之间、人与周围环境之间的作用，必须是存在于人及其所处环境中的知识和信息，就是说外部信息和内部信息交融在一起时，才能够产生智能的行为。

应该提到的具有启发意义的工作是，从系统的动态性能为根据对知觉进行解释的研究。美国加州大学伯克利分校的 Freeman 通过脑电图（EEG）对嗅觉进行研究时发现，当没有闻到气味的时候，大脑活动处于一种混沌状态，当与嗅觉有关的皮层和其他组织发生的响应互相协调配合，从而在脑电图上形成比较规则的图案时，才能闻到气味。这种从混沌到出现规则的模式是一种系统的特性。但是嗅觉行为归结后，脑电图上出现的又是混沌状态。他和同事在视觉中也发现了混沌的存在。所以 Freeman 做了这样的解释：知觉是不断发展的，它们不断地对自己重新的组织并且能够根据外部情况而改变。

在中国，钱学森把人和人工系统作为对象，很重视对思维研究。早在 20 世纪 70 年代末他们从现在科学技术体系出发，提出建立思维科学体系的主张。他们在《中国的社会科学》1980 年第 6 期中提出：我们要把数学扩大为思维学，包括一部分我们已经研究的许多并且很有成绩的抽象思维，还要包括其他人的思维过程。这在国外已经逐步地引起重视，外国科学家是从搞机器人、机器智能这个方面想的。搞机器智能、机器人就要搞一个机器智能、机器人理论，他们称这个理论为认知科学。我们应用思维科学，更确切地说就是包括抽象思维，也包括各种思维过程、形象思维等。以后他们又论述思维科学基础学科——思维学的三个部分：抽象思维、微观法；形象思维、宏观法；创造思维、微观和宏观结合。创造思维才是智慧的泉源；抽象思维和形象思维都是手段。他们主张人和计算机结合，以达到人一机结合的综合智慧，并且指出思维和意识是大脑物质运动的产物，是开放的复杂巨系统的体现。实际上复杂性是开放的复杂巨系统的动力学；混沌是有顺序的基础。从这些论述中可以看到要研究知觉的形成，关键问题是研究大脑神经系统这个开放的复杂巨系统的动力学的特性。

1.1.3 高新技术是研究认知科学的有力工具

近 20 年来，高新技术的发展为认知科学研究提供了新的工具，如 X 射线计算机断层扫描（CT）、PET 和核磁共振成像（MRI）等新技术，可以从体外没有损伤地、定量地、动态地从分子水平观察代谢物质或者药物等在人体内的活动和在疾病中的改