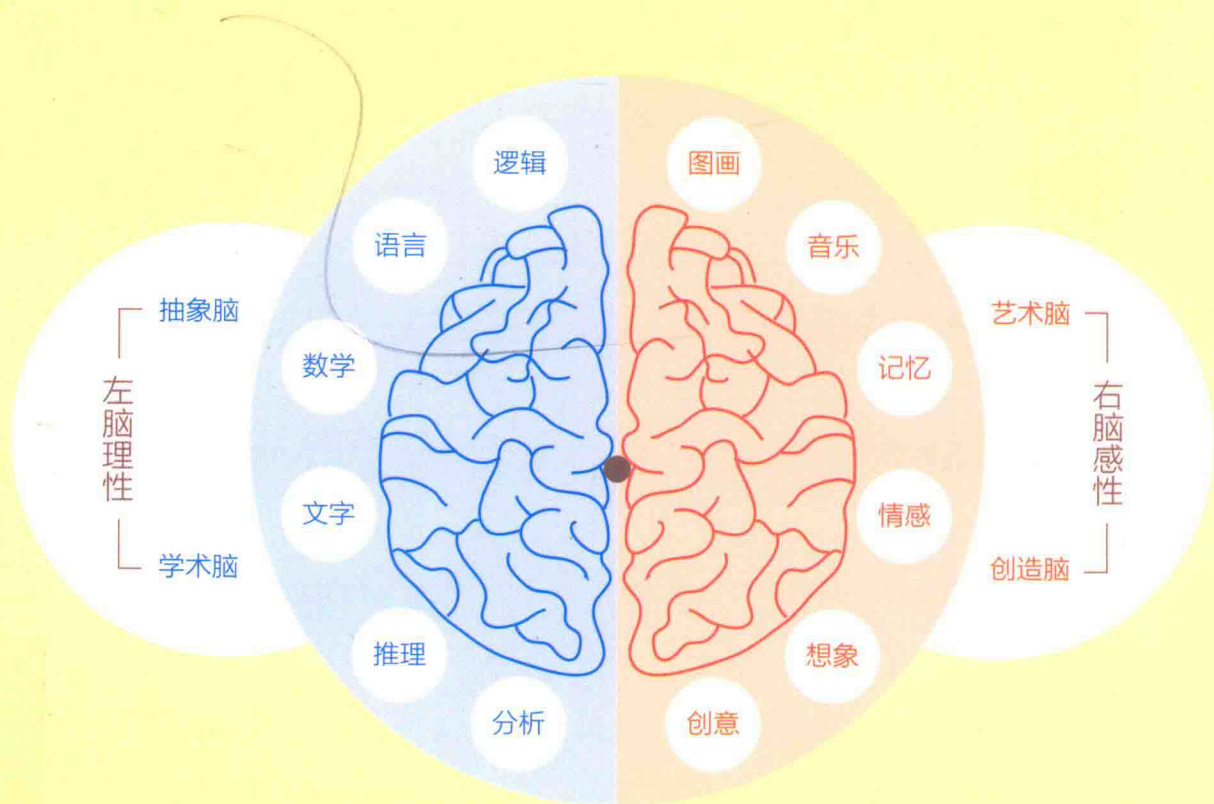


Intelligence Science

智能科学

(第3版)

史忠植 著



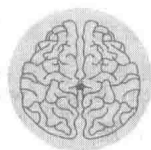
清华大学出版社

Intelligence Science

智能科学

(第3版)

史忠植 著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

智能科学研究智能的本质和实现技术,是由脑科学、认知科学、人工智能等创建的前沿交叉学科。脑科学从分子水平、细胞水平、行为水平研究自然智能机理,建立脑模型,揭示人脑的本质;认知科学是研究人类感知、学习、记忆、思维、意识等人脑与心智活动过程的科学;人工智能研究用人工的方法和技术,模仿、延伸和扩展人的智能,实现机器智能。智能科学不仅要进行功能仿真,而且要从机理上研究和探索智能的新概念、新理论、新方法。

本书系统地介绍智能科学的概念和方法,吸收了脑科学、认知科学、人工智能、信息科学、形式系统、哲学等方面的研究成果,探索自然智能和机器智能的机理与规律。

本书可作为大学高年级本科生和研究生的“智能科学”“认知科学”“神经信息学”等课程的教科书,也可作为从事智能科学、人工智能、认知科学、脑科学、神经科学、心理学等领域的研究人员的参考书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

智能科学/史忠植著.—3版.—北京:清华大学出版社,2019
ISBN 978-7-302-51549-4

I. ①智… II. ①史… III. ①人工智能 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 249554 号

责任编辑:王一玲

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:34.75

字 数:842千字

版 次:2007年10月第1版 2019年7月第3版

印 次:2019年7月第1次印刷

定 价:89.00元

产品编号:078017-01

智能科学研究智能的本质和实现技术,是由脑科学、认知科学、人工智能等创建的前沿交叉学科。脑科学从分子水平、细胞水平、行为水平研究自然智能机理,建立脑模型,揭示人脑的本质;认知科学是研究人类感知、学习、记忆、思维、意识等人脑与心智活动过程的科学;人工智能研究用人工的方法和技术,模仿、延伸和扩展人的智能,实现机器智能。智能科学不仅要进行功能仿真,而且要从机理上研究和探索智能的新概念、新理论、新方法。智能的研究不仅要运用推理,自顶向下,而且要通过学习,由底向上,两者并存。智能科学运用综合集成的方法,对开放系统的智能性质和行为进行研究。

智能科学是生命科学的精华、信息科学技术的核心,现代科学技术的前沿和制高点,涉及自然科学的深层奥秘,触及哲学的基本命题。因此,在智能科学上一旦取得突破,将对国民经济、社会进步、国家安全产生深刻而巨大的影响。目前,智能科学正处在方法论的转变期、理论创新的高潮期和大规模应用的开创期,充满原创性机遇。

智能科学的兴起和发展标志着对以人类为中心的认知和智能活动的研究已进入到新的阶段。智能科学的研究将使人类自我了解和自我控制,把人的知识和智能提高到空前未有的高度。生命现象错综复杂,许多问题还没有得到很好的说明,而能从中学习的内容也是大量的、多方面的。如何从中提炼出最重要的、关键性的问题和相应的技术,这是许多科学家长期以来追求的目标。要解决人类在 21 世纪所面临的许多困难,诸如能源的大量需求、环境的污染、资源的耗竭、人口的膨胀等,单靠现有的科学成就是很不够的。必须向生物学习,寻找新的科技发展的道路。智能科学的研究将为智能革命、知识革命和信息革命建立理论基础,为智能系统的研制提供新概念、新思想、新途径。

进入 21 世纪以来,国际上对智能科学及其相关学科,诸如脑科学、神经科学、认知科学、人工智能的研究高度重视。2013 年 1 月 28 日,欧盟启动了旗舰“人类大脑计划”(human brain project)。2013 年 4 月 2 日,美国启动 BRAIN 计划。我国也在积极筹备“脑科学与类脑研究计划”。为了争夺高科技的制高点,国务院于 2017 年 7 月 8 日正式发布《新一代人工智能发展规划》,力图在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。

本书系统地介绍智能科学的概念和方法,吸收了脑科学、认知科学、人工智能、信息科学、形式系统、哲学等方面的研究成果,综合地探索人类智能和机器智能的性质和规律。2006 年出版第 1 版、2013 年出版第 2 版以来,国内外在该领域的研究取得了极大进展,我们也取得了不少成果。为了反映智能科学的最新研究成果和发展方向,对原书第 2 版作了全面修改,特别增加了认知结构、类脑智能等内容。全书共分 16 章。第 1 章是绪论,介绍智能科学兴起的科学背景和研究内容。第 2 章介绍智能科学的生理基础。第 3 章讨论神经计算的进展。第 4 章探讨重要的心智模型。第 5 章论述视觉感知理论。第 6 章讨论听觉信息处

理;语言的发展对人类大脑的进化发生重大影响。第7章讨论语言认知的理论。第8章重点论述重要的学习理论和方法;记忆是思维的基础。第9章探讨记忆机制。第10章重点讨论思维形式和类型。第11章研究智力的发展。第12章讨论情绪和情感的有关理论。第13章初步探讨意识问题;认知结构是智能科学的重要理论基础。第14章讨论认知结构。第15章介绍智能机器人研究的进展。第16章介绍大数据智能和认知计算,概述国际上重大的类脑智能计划的研究进展和基本原理,展望智能科学发展路线图。

在本书撰写过程中,作者与美国麻省理工学院(MIT)明斯基(Marvin Minsky)教授、加利福尼亚大学伯克利分校扎德(Lotfi A. Zadeh)教授、斯坦福大学心智与脑计算中心麦克伦特(J. L. McClelland)教授、华盛顿大学圣路易斯分校范埃森(David Van Essen)教授、南加州大学罗森勃卢姆(P. S. Rosenbloom)教授、密歇根大学莱尔德(J. E. Laird)教授、卡内基梅隆大学米切尔(T. M. Mitchell)教授、西北大学福伯斯(K. D. Forbus)教授、密歇根州立大学翁巨扬(J. Weng)教授、加拿大滑铁卢大学伊莱亚史密斯(C. Eliasmith)教授、德国海德堡大学迈耶(K. Meier)教授、德累斯顿工业大学巴德尔(F. Baader)教授等的讨论和交流,对本书学术思想的确立和发展发挥了重要作用,在此谨向上述学者表示衷心的感谢。

本书研究工作得到国家重点基础研究发展计划课题“脑机协同的认知计算模型”(No. 2013CB329502)、“非结构化信息(图像)的内容理解与语义表征”(No. 2007CB311004);自然科学基金重点项目“基于云计算的海量数据挖掘”(No. 61035003)、“基于感知学习和语言认知的智能计算模型研究”(No. 60435010)、“Web搜索与挖掘的新理论与方法”(No. 60933004)等的支持;国家863高技术项目“海量Web数据内容管理、分析挖掘技术与大型示范应用”(No. 2012AA011003)“软件自愈与自恢复技术”(No. 2007AA01Z132)等项目的支持;清华大学出版社对本书的出版给予了大力支持,在此一并致谢。

本书可作为大学高年级和研究生的“智能科学”“认知科学”“认知信息学”“人工智能”等课程的教科书,对从事智能科学、脑科学、认知科学、人工智能、神经科学、心理学、哲学等领域的人员也具有重要的参考价值。

智能科学是处于研究发展中的前沿交叉学科,许多概念和理论尚待探讨,加之作者水平有限,撰写时间仓促,因此书中难免存在错误或不妥之处,恳请读者指正。

史忠植

2018年1月于北京

图书资源支持

感谢您一直以来对清华版图书的支持和爱护。为了配合本书的使用,本书提供配套的资源,有需求的读者请扫描下方的“清华电子”微信公众号二维码,在图书专区下载,也可以拨打电话或发送电子邮件咨询。

如果您在使用本书的过程中遇到了什么问题,或者有相关图书出版计划,也请您发邮件告诉我们,以便我们更好地为您服务。

我们的联系方式:

地 址: 北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 701

邮 编: 100084

电 话: 010-62770175-4608

资源下载: <http://www.tup.com.cn>

客服邮箱: tupjsj@vip.163.com

QQ: 2301891038 (请写明您的单位和姓名)

教学交流、课程交流



清华电子



扫一扫, 获取最新目录

用微信扫一扫右边的二维码,即可关注清华大学出版社公众号“清华电子”。

2.7	动作电位	40
2.8	离子通道	44
2.9	脑电信号	45
2.9.1	脑电信号分类	45
2.9.2	脑电信号分析	47
2.10	神经系统	48
2.10.1	中枢神经系统	48
2.10.2	周围神经系统	49
2.11	大脑皮质	50
第3章	神经计算	53
3.1	概述	53
3.2	神经元模型	62
3.3	反传学习算法	63
3.3.1	反传算法的原理	63
3.3.2	反传算法的数学表达	64
3.3.3	反传算法的执行步骤	66
3.3.4	对反传网络优缺点的讨论	67
3.4	Hopfield 模型	68
3.4.1	离散 Hopfield 网络	68
3.4.2	连续 Hopfield 网络	71
3.5	自适应共振理论 ART 模型	73
3.5.1	ART 模型的结构	73
3.5.2	ART 的基本工作原理	75
3.5.3	ART 模型的数学描述	80
3.6	神经网络集成	81
3.6.1	结论生成方法	82
3.6.2	个体生成方法	83
3.7	脉冲耦合神经网络	83
3.7.1	Eckhorn 模型	84
3.7.2	脉冲耦合神经网络模型	84
3.7.3	贝叶斯连接域神经网络模型	86
3.8	神经场模型	87
3.8.1	神经场表示	87
3.8.2	神经场学习理论	90
3.9	超限学习机	94
3.10	功能柱神经网络模型	95
3.10.1	模型与方法	95
3.10.2	单功能柱模型的模拟结果	98

3.11	神经元集群的编码和解码	101
3.11.1	概述	101
3.11.2	熵编码理论	103
3.11.3	贝叶斯集群编码	106
3.11.4	贝叶斯集群解码	107
第4章	心智模型	109
4.1	心智建模	109
4.2	图灵机	113
4.3	物理符号系统	114
4.4	ACT 模型	117
4.5	SOAR 模型	119
4.6	心智社会	121
4.7	LIDA	122
4.8	CAM 心智模型	127
4.9	PMJ 心智模型	130
4.10	动力系统理论	131
4.11	大脑协同学	133
第5章	视觉感知	136
5.1	视觉的生理机制	136
5.1.1	视网膜	136
5.1.2	光感受器	137
5.1.3	外膝体	138
5.1.4	视皮层	139
5.1.5	感受野	140
5.1.6	功能柱	142
5.1.7	颜色视觉	143
5.1.8	知觉恒常性	143
5.2	视觉理论	146
5.2.1	建构理论	146
5.2.2	直接知觉	147
5.2.3	格式塔理论	148
5.3	视觉有效编码	150
5.4	马尔的视觉计算理论	154
5.5	拓扑视觉理论	158
5.6	视觉的正则化理论	161
5.7	基于模型的视觉理论	164
5.8	计算机视觉	166

5.8.1	图像分割	167
5.8.2	图像理解	169
5.8.3	主动视觉	170
5.8.4	立体视觉	170
5.8.5	利用启发式知识的方法	173
5.9	同步化响应	174
5.9.1	概述	174
5.9.2	神经生物学实验	175
5.9.3	时间编码	176
5.9.4	视皮层的神经元振荡模型	177
5.9.5	视觉系统中的表象与尺度变换	178
5.9.6	神经网络中的非线性动力学问题	180
第6章	听觉感知	183
6.1	听觉通路	183
6.2	听觉信息的中枢处理	185
6.2.1	频率分析机理	185
6.2.2	强度分析机理	187
6.2.3	声源定位和双耳听觉	187
6.2.4	对复杂声的分析	187
6.3	语音编码	188
6.4	韵律认知	189
6.4.1	韵律特征	189
6.4.2	韵律建模	191
6.4.3	韵律标注	192
6.4.4	韵律生成	193
6.4.5	韵律生成的认知神经科学机制	194
6.5	语音识别	194
6.5.1	语音识别概况	194
6.5.2	语音识别系统结构	196
6.5.3	基于深度神经网络的语音识别系统	196
6.6	语音合成	199
6.6.1	语音合成概况	199
6.6.2	文字到语音合成系统	200
6.6.3	概念语音转换系统	201
6.7	听觉场景分析	205
6.7.1	初级分析	205
6.7.2	以图式为基础的知觉组织	207
6.7.3	初级分析与图式加工之间的关系	207

6.7.4	场景分析的总体评价	208
6.8	言语行为	209
第7章	语言	210
7.1	引言	210
7.2	语言认知	211
7.3	乔姆斯基的形式文法	215
7.3.1	短语结构文法	215
7.3.2	上下文有关文法	216
7.3.3	上下文无关文法	216
7.3.4	正则文法	217
7.4	扩充转移网络	219
7.5	格文法	221
7.6	概念依存理论	223
7.7	语言理解	225
7.7.1	概述	225
7.7.2	基于规则的分析方法	228
7.7.3	基于语料的统计模型	231
7.7.4	机器学习方法	233
7.8	脑语言功能区	235
7.8.1	经典语言功能区	235
7.8.2	语义相关功能区	236
7.8.3	音韵相关功能区	237
7.8.4	拼字相关功能区	237
7.8.5	双语者脑语言功能区	237
第8章	学习	238
8.1	概述	238
8.2	行为学习理论	239
8.2.1	条件反射学习理论	239
8.2.2	行为主义的学习理论	239
8.2.3	联结学习理论	240
8.2.4	操作学习理论	241
8.2.5	相近学习理论	243
8.2.6	需要消减理论	244
8.3	认知学习理论	247
8.3.1	格式塔学派的学习理论	248
8.3.2	认知目的理论	249
8.3.3	认知发现理论	250

8.3.4	认知同化理论	251
8.3.5	信息加工学习理论	253
8.3.6	建构主义的学习理论	256
8.4	人本学习理论	257
8.5	观察学习理论	259
8.6	内省学习	260
8.6.1	内省学习一般模型	262
8.6.2	内省学习的元推理	263
8.6.3	失败分类	263
8.6.4	内省过程中的基于案例推理	264
8.7	强化学习	265
8.7.1	强化学习模型	265
8.7.2	Q学习	267
8.7.3	部分感知强化学习	268
8.8	深度学习	268
8.8.1	概述	268
8.8.2	深度信念网络	269
8.8.3	卷积神经网络	270
8.9	学习计算理论	275
8.9.1	哥尔德学习理论	275
8.9.2	模型推理系统	276
8.9.3	大概近似正确学习理论	277
第9章	记忆	278
9.1	概述	278
9.2	记忆系统	279
9.2.1	感觉记忆	280
9.2.2	短时记忆	281
9.2.3	长时记忆	285
9.3	长时记忆	286
9.3.1	长时记忆的类型	286
9.3.2	长时记忆的模型	288
9.3.3	长时记忆的信息提取	293
9.4	工作记忆	295
9.4.1	工作记忆模型	295
9.4.2	工作记忆和推理	296
9.4.3	工作记忆的神经机制	297
9.5	遗忘理论	298
9.6	内隐记忆	301

9.7	动态记忆理论	303
9.8	记忆-预测理论	304
9.8.1	恒定表征	304
9.8.2	大脑皮层区的结构	305
9.8.3	大脑皮层区如何工作	305
9.9	互补学习记忆	306
9.9.1	海马体	306
9.9.2	互补学习系统	308
第 10 章	思维	311
10.1	概述	311
10.2	思维的形态	315
10.2.1	抽象思维	316
10.2.2	形象思维	317
10.2.3	灵感思维	319
10.3	精神活动层级	320
10.4	推理	322
10.4.1	演绎推理	322
10.4.2	归纳推理	323
10.4.3	反绎推理	325
10.4.4	类比推理	326
10.4.5	非单调推理	328
10.4.6	常识性推理	329
10.5	问题求解	331
10.5.1	问题空间	331
10.5.2	产生式系统	332
10.5.3	启发式搜索	334
10.5.4	手段目的分析法	336
10.5.5	解决问题的策略	337
10.6	决策理论	340
10.6.1	决策效用理论	341
10.6.2	满意原则	342
10.6.3	逐步消元法	342
10.6.4	贝叶斯决策方法	343
10.7	智能决策支持系统	343
10.7.1	智能决策支持系统	343
10.7.2	综合集成研讨厅	345

第 11 章 智力发展	347
11.1 引言	347
11.2 智力理论	349
11.2.1 智力的因素论	349
11.2.2 多元智力理论	350
11.2.3 智力结构论	350
11.3 智力的测量	351
11.4 皮亚杰认知发展理论	354
11.4.1 图式	355
11.4.2 儿童智力发展阶段	357
11.4.3 新皮亚杰主义	363
11.5 智力发展的影响因素	364
11.5.1 成熟因素	364
11.5.2 经验因素	365
11.5.3 社会环境因素	366
11.5.4 平衡化因素	367
11.6 智力发展的人工系统	367
第 12 章 情绪与情感	369
12.1 概述	369
12.1.1 情绪的构成要素	369
12.1.2 情绪的基本形式	370
12.1.3 情绪状态	371
12.1.4 情绪的功能	371
12.2 情绪理论	373
12.2.1 詹姆斯—兰格情绪学说	373
12.2.2 情绪评估—兴奋学说	373
12.2.3 情绪三因素说	373
12.2.4 基本情绪论	373
12.2.5 维度论	374
12.2.6 非线性动态策略	375
12.3 情绪加工	376
12.3.1 情绪语义网络理论	376
12.3.2 贝克的图式理论	377
12.3.3 威廉斯的情绪加工理论	378
12.4 情感智能	378
12.5 情感计算	379
12.6 情感与认知	384

12.6.1	情感优先假说	384
12.6.2	认知评价观点	384
12.6.3	图式命题联想和类比表征系统	385
12.7	情绪的脑机制	385
第 13 章	意识	388
13.1	概述	388
13.2	意识的基本要素和特性	390
13.3	心理学的意识观	393
13.4	意识的剧场模型	394
13.5	意识的还原论理论	397
13.6	神经元群组选择理论	399
13.7	意识的量子理论	401
13.8	综合信息理论	403
13.9	显意识思维与潜意识思维	404
13.10	机器意识系统	408
13.11	注意	410
13.11.1	注意的功能	410
13.11.2	选择性注意	412
13.11.3	注意分配	416
13.11.4	注意系统	417
第 14 章	认知结构	418
14.1	概述	418
14.2	谓词演算	419
14.3	动态描述逻辑	424
14.3.1	描述逻辑	424
14.3.2	动态描述逻辑 DDL	426
14.4	归纳逻辑	427
14.4.1	经验主义概率归纳逻辑	429
14.4.2	概率逻辑理论	430
14.4.3	主观贝叶斯概率	430
14.4.4	条件化归纳逻辑	431
14.4.5	非帕斯卡概率归纳逻辑	432
14.5	范畴论	433
14.6	Topos	436
14.6.1	Topos 的定义	436
14.6.2	Topos 之间的态射	436
14.6.3	Sheaf 理论	437

14.6.4	Topos 的内逻辑	438
14.6.5	公理和推理	440
14.7	心理逻辑	441
14.7.1	组合系统	441
14.7.2	INRC 四元群结构	442
14.7.3	态射—范畴论	443
14.8	认知动力学	444
第 15 章	智能机器人	445
15.1	概述	445
15.2	智能机器人的体系结构	447
15.3	机器人视觉系统	452
15.3.1	视觉系统分类	452
15.3.2	定位技术	454
15.3.3	自主视觉导航	454
15.3.4	视觉伺服系统	455
15.4	机器人路径规划	456
15.4.1	全局路径规划	456
15.4.2	局部路径规划	457
15.5	细胞自动机	458
15.6	认知机模型	461
15.7	情感机器人	463
15.8	发育机器人	465
15.9	智能机器人发展趋势	468
第 16 章	类脑智能	471
16.1	概述	471
16.2	大数据智能	472
16.3	认知计算	473
16.4	欧盟人脑计划	474
16.5	美国脑计划	478
16.6	脑模拟系统 SPAUN	480
16.7	神经形态芯片	482
16.7.1	神经形态芯片简史	483
16.7.2	IBM 的 TrueNorth 神经形态系统	484
16.7.3	英国 SpiNNaker	485
16.7.4	寒武纪神经网络处理器	487
16.8	脑机融合	488
16.8.1	脑机接口	488

16.8.2	脑机融合的认知模型·····	489
16.8.3	脑机融合的环境感知·····	490
16.8.4	脑机融合的自动推理·····	491
16.8.5	脑机融合的协同决策·····	491
16.9	智能科学发展路线图·····	492
16.9.1	初级类脑智能·····	492
16.9.2	高级类脑智能·····	492
16.9.3	超脑智能·····	493
参考文献 ·····		496