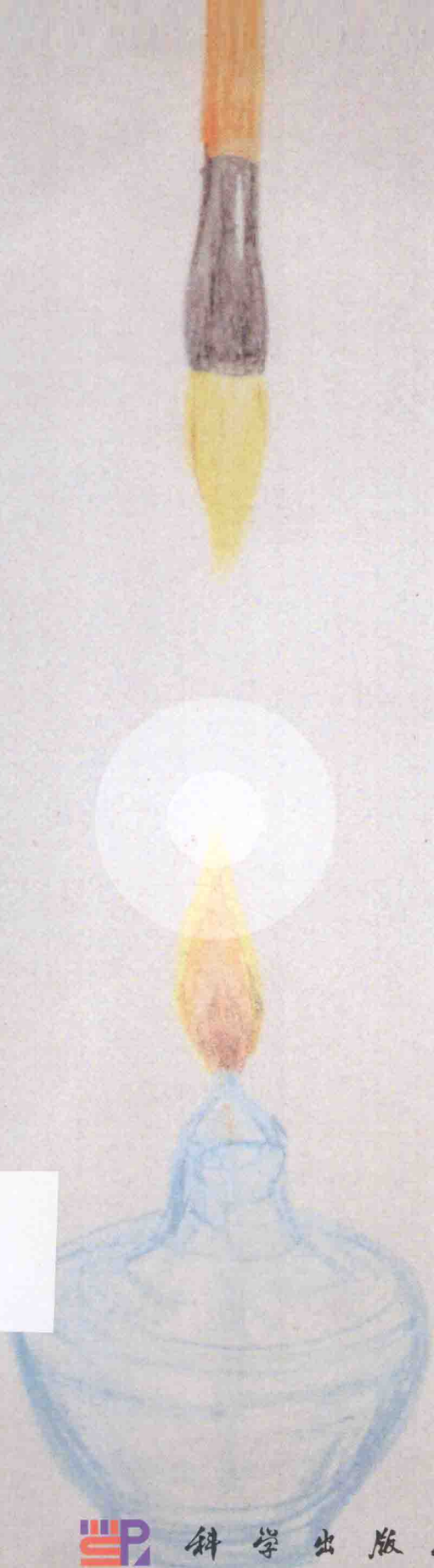


ZHINENG KEXUE
YANJIU QIANYAN

赵川◎著

智能科学研究前沿



科学出版社

智能科学研究前沿

赵 川 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书通过介绍中国学界从人工智能到智能科学,进而到高级智能科学研究的发展历程,对智能科学领域的科学发展前沿和成果进行系统介绍;以整合基本研究方法,对相关学科的联系与交叉进行详细阐述和相关探索,并介绍了作者的原创性理论相位理论的基本思想和其他探索的初步成果。

本书分析阐述的内容具有广泛性、深刻性和探索性,图文并茂,不仅适合计算机科学、认知科学、智能科学专业的高校、科研院所的学者、研究生阅读,也适合所有关心智能科学领域发展的人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

智能科学研究前沿 / 赵川著. —北京: 科学出版社, 2013.9
ISBN 978-7-03-038848-3

I. ①智… II. ①赵… III. ①人工智能-研究 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 242273 号

责任编辑: 莫永国 / 责任校对: 李 娟
责任印制: 余少力 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码: 100717
<http://www.sciencep.com>

四川创新印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 11 月第一次印刷 印张: 14

字数: 320 千字

定价: 60.00 元

序 言

智能科学(intelligence science, IS)从迅速发展的人工智能中脱颖而出,也可看作是信息科学、技术和哲学的演进。诸多中国学者活跃其中的权威性的《智能科学》英文杂志,也仅三年前才创刊。

要在她的新书中呈现智能科学研究前沿,赵川教授接受了双重挑战,一是描述一个新科学,再是描述这个新学科最近正在进行的最新的研究动向。在我看来,赵川成功地战胜了这两重挑战。这个过程还实现了从传统的计算范式的优越和局限中脱离而出,并呈现还人类的智能以回归其聆凝之核心的智能图景。

赵川深知进行这样的“出离”所蕴含的风险,从由有明确界定的算法和“硬性的”逻辑所形成的相对安全,到包含不确定性的动态模式以及当一个人走向真实时不可避免要遭逢的一切。这种超越仅仅对于一些人是可能的,比如赵,拥有一种由数学,特别是组合数学、计算机科学和哲学等形成的深厚背景及其相互的融会。而且赵,把从艺术领域和中国传统文化带来的丰沛的新的洞察和方法整合到她创立的体系中。

这是一本适合各种工作或感兴趣于人类当前活跃的人工智能、智能及其增进等领域的人们阅读的书。尤其语言学研究者会很欢迎赵川在书中阐述的语言和智能交织研究的实践及其极为广博的洞见。

赵川意识到把智能学作为一门新科学的必要性。这里涉及当前科学范式的演化形势的探讨。可以肯定的是赵川教授对于整合各种单向的智能为一种智能科学的建议是中肯的。这样的智能研究,智能描述了自然的学习和知识过程,而不是日常所称的某种具体能力,如仅把智能归之于一些高度结构化的情形(如智商测试),也有用但是没有足够的内蕴。在这一点上,我感到赵川的见解,我和她一致,会和“智能科学将让人类把人脑的功能替换为机器智能的梦实现。神经系统科学和认知科学的成果为我们探索大脑的工作模式和智力行为的实质提供了令人激动的雄厚基础。”的见解有所差异。科学必须包含于智能科学。我们都认为,人类大脑的工作不会被机器的工作所替代。

总之,她理智但也是激情地在为当今文明之迫切需要寻求一种智能的道路,在她深广的智能理解中,一种科学方法不仅需要我们关注和赞同,更需要我们尽最大的努力去践行。

约瑟夫·布伦纳博士

莱迪亚布勒雷,瑞士

2013年11月5日

前 言

智能科学是一门新科学。是科学的精神，方法和力量移师到思维意识现象，是多学科发展涌现出的综合性的新兴方向。人类思考思考本身，这一传统在东方思想的源头就一直如此，而科学经过了对物质世界认识和把握的胜利，亦存诸多积弊之后，开始聚焦到智能。于是东西方在此融汇，科学和艺术人文在此融汇。科学范式，文明范式也将随之演进。

人类远古应对着生存挑战，经历漫长的演进，已从如何生存下来，开始转向如何生活得更好，而当今已经到了费恩说言：“如何思考得更好是对我们良知的挑战”之际。阿波罗神庙上的铭文“认识你自己”比任何时候都更有必要也更有可能直指人心。智能科学应运而生。

各种科学发展蔚然大成，科技文明几近巅峰，互联网罩地球村的格局已经形成，东方和西方也有长久深入的沟通，科学与人文互通款曲。智能科学水到渠成。

广岛原子弹爆炸，是科学史上最更令人震惊遗恨的事件，远未消解，需要持续反思和正面回答。人的因素如何在科学中更为有机地出现和融入？科学需要反思，人文需要反思，东方需要反思，西方需要反思，以期共同担当起人性的丰富，心智的繁复。整合绝非易事，但是我们必须进行。各种文明是各自发展到极限凋谢，彼此竞争多败俱伤，还是相通多赢，东西方文明彼此洗礼，形成更博大精深的新文明，共同走向更久远的未来？木心说“古代文化的总和性现象，一定出华而又实的大人物。现代分工，是投机取巧。现代的新趋势，还是要求知识的统合。希望将来知识统合成功，人类又开始新纪元。”。智能科学肩负使命。

2003年中国人工智能学界完成从人工智能到智能科学的战略转变，智能科学确立。这是对世界科学的贡献。2004年以北大为先，目前已有27所大学开设了智能科学与技术系，而且将不断发展。智能科学发展正逾十年，从教育到科研到理论建设，已形成完备的前沿。

2004年第一次智能科学教育会议讨论智能科学系的课程设置，在科学课程之外列入艺术哲学等，有人感慨，学生不是要学6年？如若真培养出文明中坚意义上的智士而非普通的学士，6年并不为过。作为智能研究者其情更甚，一段时间作者科学和人文都需要深究，感到二者都那么浩瀚，一时有茫然无措之感，以至一本诗集题为《两浩瀚》。还是沉毅面对。智能科学面临的又何止两浩瀚呢？是多浩瀚；岂止是浩瀚呢？各

类思想之间还存在着丰富的相互关联。智能科学已经不由分说地把我们的注意力推到最严肃致密各类智识发生着聚变的核心，任何一个纬度都充满张力。需要随时采录反馈和灵感，以达成高度的平衡和新质地。

庞加莱说：“如果我们偶尔享受到相对的宁静，那正是我们先辈顽强地进行了斗争。假使我们的精力、我们的警惕松懈片刻，我们就将失去先辈为我们赢得的成果。”

弘一法师有一首感人至深的诗，可以状拟智能科学这个新科学：“我到为种植，我行花未开，岂无佳色在，留待后来人。”于目前宝贵的盛世和平中，这未来的文明正而葩。我们能到达这个时刻，形成这些的思想，首先要感谢人类顽强斗争而获得的伟大成果和智慧。一代又一代，科学抑或文明的发展，就是这样达成和传递的。这伟大的花朵刚刚绽放，最美的时刻！20 世纪世纪末平安，21 世纪脚步可谓平稳，大同大乘的正剧刚刚开启。

“我们必须知道，我们必将知道！”这是镌刻在数学的大卫王希尔伯特墓碑上的话，我们正需要这样的信心和意志，还需记住鲁迅的叮嘱“但要在文化上有成绩，则非韧不可。”，同时还有农谚的智慧：栽秧田里无老少，众人拾柴火焰高。所有关心文明的人，大家一起乐观精进，去整合，去突破，去达成新质新纪。如此邀约，以期盘点融汇好人类的文明并令其抽穗发芽形成更高智慧。拉开序幕迎向曙光，秉持新科学开创人类文明之新的黄金时代。

所以在此特申作者水平有限，时间紧迫，恳请见谅见容就绝非谦辞，而是这种张力和内心惶惑与激动的勉强表达。

目 录

第 1 章 从人工智能到智能科学	1
1.1 现代科学发展的特点与计算机的诞生	1
1.1.1 计算的思想及其发展	1
1.1.2 现代计算机的诞生	1
1.1.3 计算机的发展	2
1.2 智能科学的概念与研究基础	3
1.2.1 智能与智能科学	3
1.2.2 智能科学的学科内涵	4
1.2.3 概念区别	5
1.3 智能科学涉及的主要学科	6
1.3.1 学科地位	6
1.3.2 所涉及主要学科与学科基础	7
1.4 智能科学的基本特征	12
1.4.1 智能科学的学科特点	12
1.4.2 主要研究领域及研究对象	12
1.5 智能科学的确立	14
1.5.1 智能科学的确立	14
1.5.2 智能等诸多概念的离析	14
1.5.3 把握这个机遇的态度和目标	15
1.5.4 宏观规划迎接变革	16
1.6 从人工智能到智能科学	16
1.6.1 中国人工智能智能发展	17
1.6.2 中国人工智能学界始于 2003 年的战略转变	21
1.6.3 中国智能科学发展	22
1.6.4 从人工智能到智能科学的意义	24
1.7 以美国人工智能的反思为参照	25
1.7.1 斯蒂芬·平克主持的对美国人工智能发展的反思与讨论	25
1.7.2 乔姆斯基对美国人工智能的进一步反思	28
1.7.3 乔姆斯基对美国人工智能智能的进一步反思	28
1.8 关于智能科学的若干思考	29

1.8.1 各个领域彼此及共同的呼唤	29
1.8.2 智能科学与哲学	33
1.8.3 智能科学与科学幻想	40
1.9 小结	42
第2章 国际范围的智能科学探索与合作	45
2.1 国际泛逻辑研究两届会议	45
2.1.1 第一届国际泛逻辑会议及其宗旨	45
2.1.2 第二届国际泛逻辑会议	46
2.2 BISC 伯克利前沿软计算计划	47
2.2.1 Zadeh 及其领导的 BISC 计划	47
2.2.2 Zadeh 发起的“信息革命”等议题	48
2.3 佩德罗领导的 FIS 论坛	48
2.4 “语言与认知”国际会议	50
2.5 智能科学实验室成立及其前沿探索	51
2.5.1 智能科学实验室的成立	52
2.5.2 向同仁们的告知和收到的祝贺	52
2.5.3 智能科学实验室三年事纪	53
2.5.4 智同道合——国内各研究单位的呼应	54
2.5.5 知音在即——国际学术交流合作	55
2.6 智能聚变——学科领域之间的整合	59
2.6.1 艺术作为智能科学研究对象和同盟力量	59
2.6.2 诗歌的激光束	61
2.7 小结	64
第3章 智能的全景与智能 AB 两极的划分及整合	65
3.1 西方自然科学的智能研究	65
3.2 东方的智能研究	70
3.2.1 佛教	70
3.2.2 易经和中国传统医学。	70
3.2.3 中华传统思想	71
3.3 智能全景图	73
3.3.1 语义频谱	73
3.3.2 智能全景图的拓扑结构	73
3.4 智能 AB 两极划分	74
3.4.1 什么是智能	74
3.4.2 智能的两极	75
3.5 智能 AB 两极的整合	76
3.5.1 整合的任务	77

3.5.2	势必进行前所未有的跨学科研究和构建	80
3.5.3	各种整合性新理论的创立和尝试	81
3.6	AB 两极整合的实例	82
3.6.1	一个汉字和一幅古画引出的思考	82
3.6.2	事物多重智能剖析实例	85
3.7	小结	87
第 4 章	智能科学研究的方法论建树	89
4.1	跨学科多学科整合性研究	89
4.1.1	整体性为东西方思维方法的分野	89
4.1.2	整合性思维的生理和心理学基础	91
4.1.3	整合的责任	92
4.2	人的因素的加入	93
4.2.1	艺术和科学的联合	93
4.2.2	东方思想和西方思想的联合	94
4.2.3	科学是更大的乡愁	94
4.3	科学精神的强调及其更新	95
4.3.1	玛丽·居里	95
4.3.2	蒂姆·伯纳斯·李	97
4.3.3	科学问题呼唤科学精神	98
4.4	对称性思想及其方法	98
4.4.1	对称性的普遍存在	99
4.4.2	对称性是思维的引擎	99
4.4.3	中文作为一种对称性语言	101
4.4.4	对称性的纬度	101
4.5	回答钱学森之问和李约瑟难题	102
4.5.1	钱学森之问	102
4.5.2	回答钱学森之问	103
4.5.3	李约瑟难题	104
4.5.4	李约瑟难题和钱学森之问等的并置	105
4.5.5	回应李约瑟难题	105
4.6	礼赞的态度和方法	108
4.6.1	给国际泛逻辑会议的献辞	108
4.6.2	《计算机之歌》及其唱和	109
4.6.3	泰戈尔的思想	112
4.7	波前的把握	114
4.7.1	诗歌的波前先行效应	114
4.7.2	牛顿为标的巨大科学分野及其回溯	114

4.8 小结	117
第5章 作为智能研究前沿的自然语言理解	118
5.1 形容词的分类	118
5.1.1 形容词在语言中的地位	119
5.1.2 一些需要思考的实例	119
5.1.3 形容词的构造方法	120
5.1.4 形容词与其他词性之间的联系	121
5.1.5 词性的统一理解及一个生物学发现	122
5.1.6 形容词的分形结构	122
5.2 比喻的实质	123
5.2.1 比喻的起点与原则	123
5.2.2 比喻的实质和评价	124
5.2.3 比喻的几种进行效应	125
5.2.4 比喻的进一步探讨	126
5.2.5 两个实例的分析	127
5.3 中文的两种句式分析	128
5.3.1 形式语义分析	128
5.3.2 语法分析层面的短语结构	129
5.3.3 范畴语法	129
5.3.4 λ -演算进行语义分析	130
5.3.5 实验结果	133
5.4 以语义和文学为对象的自然语言理解研究	134
5.5 语言作为智能研究的对象和前沿	135
5.5.1 科学与人文接力解决陈寅恪难题	135
5.5.2 语言与智能的交织研究	139
5.5.3 语言作为文理的共同研究对象	140
5.6 语言实践	141
5.6.1 浣花溪语言研讨	141
5.6.2 《自然语言理解》专题讲座	142
5.6.3 晨吟诗社和黄昏阅读	142
5.7 小结	143
第6章 相位理论	144
6.1 对一种理论的呼唤	144
6.2 相位理论	145
6.2.1 相位思想的触发	145
6.2.2 相位理论初步	146
6.2.3 相位概念的参照阐释	147

6.3	从东方逻辑到相位理论	148
6.4	相位理论的创立	149
6.5	相位理论对语言实质的阐释	156
6.5.1	语言的动力学和任务	156
6.5.2	自然语言方式的三个步骤	157
6.6	相位理论的一些初步原理	160
6.6.1	复性与等严肃性原理	160
6.6.2	“兴”的概念	161
6.7	小结	162
第7章	文明新的黄金时代	163
7.1	当今文明的忧患与希望	163
7.1.1	当今文明的忧患	163
7.1.2	未来文明的曙光	164
7.1.3	参照源头齐文明校原点	165
7.2	文明的对流现象	166
7.2.1	玄奘法师西行	166
7.2.2	大卫·尼尔的东行	167
7.2.3	缔造西方科学高峰的东方科学家	168
7.2.4	深入东方思想的西方汉学家	169
7.3	文明的联合与学科的融会	173
7.3.1	世界文明的三种基因	173
7.3.2	东方思想的形式化	175
7.3.3	两个赛先生的促膝交谈	177
7.3.4	学科之间的融合	179
7.4	迎接新的黄金时代	179
7.4.1	建树人类和平的理论保障	180
7.4.2	迎接未来的态度	180
7.4.3	精神准备和学术战略	184
7.5	国际范围历史时空领域之间的整合	185
7.6	小结	186
附录		189
跋		211

第 1 章 从人工智能到智能科学

“人啊，认识你自己！”

——铭刻在德尔斐的阿波罗神庙的箴言

有文字记载的文明略以 5000 年计，近代科学以伽利略为参考点略以 500 年计，相较科学的出现和存在是短暂的。然而科学带给人类的进步和改变却是深刻广泛的，并且还将继续强有力地引领和推进人类文明的进程。

以近代科学 5 百年计，与计算机的孕育和诞生以及随后的计算机科学技术的发展近 70 年以及人工智能诞生近 60 年，相较一样很短暂，然而计算机的影响更为深刻全面；

以人工智能发展 60 年计，与 2003 年中国人工智能学界提出智能科学至今 12 年的发展，相较也是短暂的，然而这却预示着更为深宏的强烈改变，并正在揭开未来科学的序幕。

希腊文明从亚里斯多德以降，理性文明得以稳定发展。计算机的诞生是这一脉文明奇伟……

1.1 现代科学发展的特点与计算机的诞生

当代科学技术的发展日新月异，新学科层出不穷，各学科的交融日益密切。然而，现代科学发展到达了一个高水平状态的同时又面临着巨大的瓶颈和要向新的能级跃迁的挑战。科学的发展所取得的成果是伟大的，同时其发展的任务也很艰巨。很多科学技术和思想文化的成就，如计算机、互联网等需要我们更深地思考其带给我们的意义。

1.1.1 计算的思想及其发展

如果把计算实质看成是从已知量依据一定规则得到未知量的过程，那么计算作为一种思想是由来已久的。从数指头、结绳记事开始，从数珠子、筹码、用算盘开始，人类的计算就开始了。

1.1.2 现代计算机的诞生

计算机被称为 20 世纪最伟大的发明，计算机的诞生为科学的发展和人类的进步开启了新的篇章。计算机使科学理论和技术从内到外都进一步发生了深刻的变化。新生

的研究方向和内容呈井喷发展的状况。

世界上第一台电子数字式计算机于 1946 年 2 月 15 日在美国宾夕法尼亚大学诞生, 名为 ENIAC (埃尼阿克)。ENIAC 是电子数值积分计算机 (the electronic numerical integrator and computer) 的缩写。它使用了 17468 个真空电子管, 耗电 174 kW, 占地 170 m², 重达 30 t, 每秒钟可进行 5000 次加法运算。虽然它的功能还比不上今天最普通的一台微型计算机, 但在当时这已是最高的运算速度, 其运算的精确度和准确度也是空前的。以圆周率 (π) 的计算为例, 中国的古代科学家祖冲之利用算筹, 耗费 15 年心血才把圆周率计算到小数点后 7 位数。一千多年后, 英国人香克斯以毕生精力计算圆周率, 才计算到小数点后 707 位; 而使用 ENIAC 进行计算, 仅用了 40 秒就达到了这个记录, 还发现香克斯计算中的第 528 位是错误的。

ENIAC 奠定了电子计算机发展的基础, 开辟了一个计算机科学技术的新纪元, 被称为人类第三次产业革命开始的标志。从电子管到晶体管, 到大规模集成电路, 再到各种基于不同物理机制的计算机, 计算机思想和计算机原理也愈加深刻而丰富。

1.1.3 计算机的发展

冯·诺依曼是出生于匈牙利的美国籍犹太人数学家, 是现代电子计算机创始人之一。他在计算机科学、经济学、物理学中的量子力学及几乎所有数学领域都做出过重大贡献。他为计算机加入了动力机, 使计算机从物理机器成为冯·诺依曼机, 使计算机开始有了内在的稳定的结构。

在此之前, 即使对一些物理理论的研究, 往往只是为了得到定性的结果, 但实际上单靠解析研究是不够的, 必须辅之以数值计算才能有相对完整的计算结果。而进行手工计算或使用台式计算机所需的时间又是令人难以容忍的, 于是冯·诺依曼开始从事电子计算机和计算方法的研究。1944~1945 年, 冯·诺依曼形成了现今仍在使用的将一组数学过程转变为计算机指令语言的基本方法, 克服了当时的电子计算机 (如 ENIAC) 缺少灵活性、普适性的不足。冯·诺依曼的关于机器中的固定的、普适线路系统, 关于“流图”的概念和关于“代码”的概念为克服以上缺点做出了重大贡献。

到今天, 计算机硬件系统一直沿用“冯·诺依曼结构”(图 1.1), 计算机工程的发展也应大大归功于冯·诺依曼。这是因为, 计算机的逻辑图式, 现代计算机中存储、速度、基本指令的选取以及线路之间相互作用的设计, 都深深受到冯·诺依曼思想的影响。他不仅参与了电子管组件的计算机 ENIAC 的研制, 并且还在普林斯顿高等研究院亲自督造了一台计算机。

在这之前, 冯·诺依曼还和摩尔小组一起, 写出了一个全新的存储程序通用电子计算机方案 EDVAC (离散变量自动电子计算机), 这篇长达 101 页的报告轰动了数学界, 连一向专搞理论研究的普林斯顿高等研究院也批准让冯·诺依曼建造计算机, 其依据就是这份报告。因此, 可以说冯·诺依曼是传统科学和计算机科学技术之间纽带式的人物。

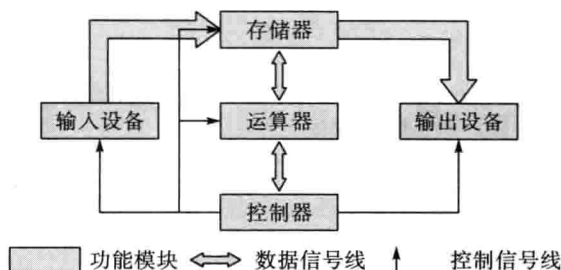


图 1.1 计算机硬件系统一直沿用的“冯·诺依曼结构”

1.2 智能科学的概念与研究基础

自 2003 年智能科学的概念提出至今，十几年的发展虽是短暂的，但有着更为深刻的影响和改变。

1.2.1 智能与智能科学

智能及智能的本质是许多哲学家、脑科学家一直在努力探索和研究的课题，但至今仍然没有完全了解。近年来，随着脑科学、神经心理学等研究的进展，人们对人脑的结构和功能有了初步认识，但对整个神经系统的内部结构和作用机制，特别是脑的功能原理还没有认识清楚，有待进一步的探索。因此，很难对智能给出确切的定义。研究智能科学的概念首先要界定智能的概念。一般认为，智能是指个体对客观事物进行合理分析，判断及有目的地行动和有效地处理周围环境事宜的综合能力。从信息论的角度来看，可以认为智能主要是通过处理不确定性信息来体现的。也就是说，智能，即自然智能，是指人类在认识客观世界中，由思维过程和脑力活动所表现出的综合能力。众所周知，人类智能主要是由大脑完成的，大脑是掌管人体感觉和运动的“司令部”（图 1.2，图 1.3），也是思想活动的“指挥中心”，也就是说，人类智能基础是脑和神经系统，人脑 $10^{11} \sim 10^{12}$ 量级的神经元，分布并行工作。

智能科学是研究智能的本质和研究扩展人类智力功能的原理和方法的科学。概括地讲，智能科学是研究智能现象及其运动规律的科学。主要研究对象是智能的机理和功能，智能模拟的方法和技术。人类智能的层次以下三个层次：①高层智能，即以大脑皮层（抑制中枢）为主，主要完成记忆、思维等；②中层智能，即以丘脑（感觉中枢）为主，主要完成感知活动。③低层智能，即以小脑、脊髓为主，主要完成动作反应活动。智能主要包含的能力有，感知（通过感知器官感知外界的能力）、记忆（对外界信息和内部知识的存储过程）、思维（对已存储信息或知识的本质属性、内部知识的认识过程，包括逻辑思维、形象思维、灵感思维等）、学习（一个具有特定目的的知识获取过程）、自适应（一种通过自我调节适应外界环境的过程）、行为（人们对感知到的外界信息作出动作反应的能力）。

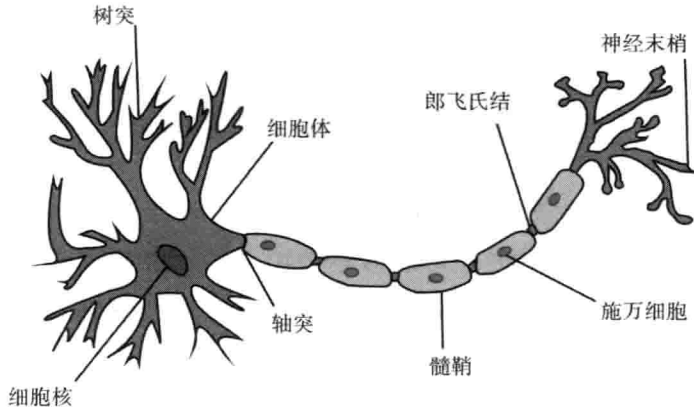


图 1.2 大脑神经元

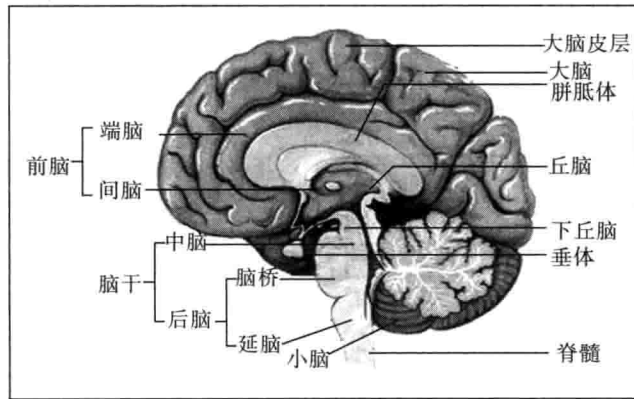


图 1.3 大脑结构图

学科目标性界定：将人类智能（部分地）植入机器，使其更加“聪明”灵活地服务于人类社会。

1.2.2 智能科学的学科内涵

根据智能科学的定义，智能科学的学科内涵将涉及智能哲学、智能科学、智能技术、智能服务等多个方面。下面我们分别简要加以论述。

1) 智能哲学

其中“部分地”：涉及心灵哲学，人工智能哲学讨论：人类具有美妙绝伦的智慧，机器能否也可以拥有与之相媲美的智能呢？也就是说，机器真的也会拥有人类的心智，机器也能够像我们一样会哭、会笑并意识到自己的情感波动，像我们一样具有创造性能力并会不断自我完善，创造出更加聪明的机器后代吗？

2) 智能科学

涉及狭义认知科学，人工智能理论研究。所谓狭义的认识科学就是“心智计算理论”，其核心假设就是：“对思维最恰当的理解，是将其视为心智中的表征结构以及在这些结构上进行操作的计算程序”。

3) 智能技术

涉及综合信息技术、人工智能方法研究。智能科学与技术学科的奇异之处就是试图将一长串严格形式化的规则放在一起,用这些规则教给不灵活的机器如何能灵活起来。此时,就涉及具体的技术实现问题,包括智能计算技术、智能控制技术、智能交互技术,甚至脑机融合技术等。

4) 智能服务

涉及智能产品研发、人工智能应用研究。我们处于一个信息化的时代,支撑这个时代的技术就是信息技术,而信息技术的前沿技术就是智能技术。因此,信息化不可能停留在电子化、数字化之上,而是要不断走向智能化。应该说,智能技术不仅仅是信息技术发展的驱动力,而且其本身也越来越成为信息技术的主流。

1.2.3 概念区别

智能科学技术关注的两个点是自然智能和人工智能,前者是基础,后者是手段,或者说,探索自然智能的奥秘,构建人工智能的图景。

1) 智能科学与智能技术

智能科学是一门主要研究智能的本质和实现技术的学科。智能科学不仅要进行功能仿真,而且要从机理上研究、探索智能的新概念、新理论、新方法。智能科学与技术是一门涉及数学、计算机科学、信息学、控制论、系统学、人工生命、脑科学、心理学、认知学、哲学等学科的交叉边缘学科。同时,经过几十年的发展,智能技术及其应用正在成为 IT 创新的重要生长点,智能技术的研究成果已经进入人们生活、学习和工作的各个方面,对人类的发展产生了重要影响。

在智能科学研究的初期,在智能科学与智能技术相关研究和概念的使用上,往往容易混淆。把本属于智能技术范畴的研究成果用来作为评判智能科学理论正确与否的标准,或者把智能科学领域的结论和预测用来作为评判智能技术产品成功与否的标准。造成这种混淆的主要原因在于智能科学还处于初期发展阶段,还没有形成统一的系统的理论来指导技术的开发和研究。其实智能科学的目的在于认识和揭示智能的本质和发展规律,而智能技术的目的在于对客观世界的控制、利用和改造,智能科学活动的成果主要表现为知识形态,如报告、论文、著作等;智能技术活动的成果则主要表现为物质形态,如产品、装置、设施及控制软件等。

智能科学的主要研究范畴包括:人工智能理论、计算智能、自然智能理论、自然计算;智能技术的研究包括智能信息处理和智能系统与工程两个领域。其中,智能信息处理的主要研究范畴包括自然语言理解、机器学习、机器感知、信息融合、智能信息网络;智能系统与工程的主要研究范畴包括智能接口与人机交互、分布式智能与 Agent、智能机器、专家系统、智能机器人、智能控制、智能工程、智能教学系统、智能决策系统等。

2) 智能科学与人工智能

(1) 人工智能是一门正在发展中的综合性前沿学科。目前研究人工智能的主要物

质手段以及能够实现人工智能技术的机器就是计算机。人工智能是十分广泛的科学,除了计算机科学以外还涉及信息论、控制论、自动化、仿生学、生物学、心理学、数理逻辑、语言学、医学和哲学等多门学科,可以说几乎是自然科学和社会科学的所有学科。人工智能研究已经涉及很多领域,包括问题求解、自然语言处理、口语识别、智能信息检索、专家系统、机器视觉、神经网络、智能 Agent 技术和分布的协同工作、遗传与演化计算、人工生命、智能大厦、智能机器人等等,其中一些已经成为新的研究热点。

(2) 人工智能的应用领域: ①问题求解。人工智能初期的智力难题、棋类游戏、简单数学定理证明等问题的研究中开始形成和发展起来的一大类解题技术,简称解题。其中,机器定理证明(即自动演绎)已形成一门独立的分支学科。解题技术主要包括问题表示、搜索和行动计划等内容。也有人对问题求解作更广泛的理解,即指为了实现给定目标而展开的动作序列的执行过程。这样,一切人工智能系统便都可归结为问题求解系统。②自然语言处理。自然语言处理是计算机科学领域与人工智能领域中的一个重要方向。它研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法。自然语言处理是一门融语言学、计算机科学、数学于一体的科学。③语音识别。与机器进行语音交流,让机器明白你说什么,这是人们长期以来梦寐以求的事情。语音识别技术就是让机器通过识别和理解过程把语音信号转变为相应的文本或命令的高技术。语音识别技术主要包括特征提取技术、模式匹配准则及模型训练技术三个方面。微软在 Office 和 Vista 中都应用了自己开发的语音识别引擎,微软语音识别引擎的使用是完全免费的,所以产生了许多基于微软语音识别引擎开发的语音识别应用软件。语音识别技术适用于家用电器和电子设备,如电视、计算机、汽车、音响、冷气等的声控遥控器,电话、手机或 PDA 上的声控人名拨号、数字录音机的声控语音检索标签、儿童玩具的声控等;也可用于个人、呼叫中心,以及电信级应用的信息查询与服务等领域。带语音信箱的接线员。④机器视觉。机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。机器视觉系统是指通过机器视觉产品(即图像摄取装置,分 CMOS 和 CCD 两种)将被摄取目标转换成图像信号,传送给专用的图像处理系统,根据像素分布和亮度、颜色等信息,转变成数字化信号;图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征,进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。机器视觉的应用:自动光学检查、人脸侦测、笑脸检测、无人驾驶汽车、布匹质量检测、互动电视(手势交互)、增强现实游戏。

如前文所述,智能科学的主要研究范畴和应用领域相较人工智能则更为宽广。

1.3 智能科学涉及的主要学科

1.3.1 学科地位

如图 1.4 所示,总体而言,智能科学是自然科学与社会科学的交叉学科。而信息