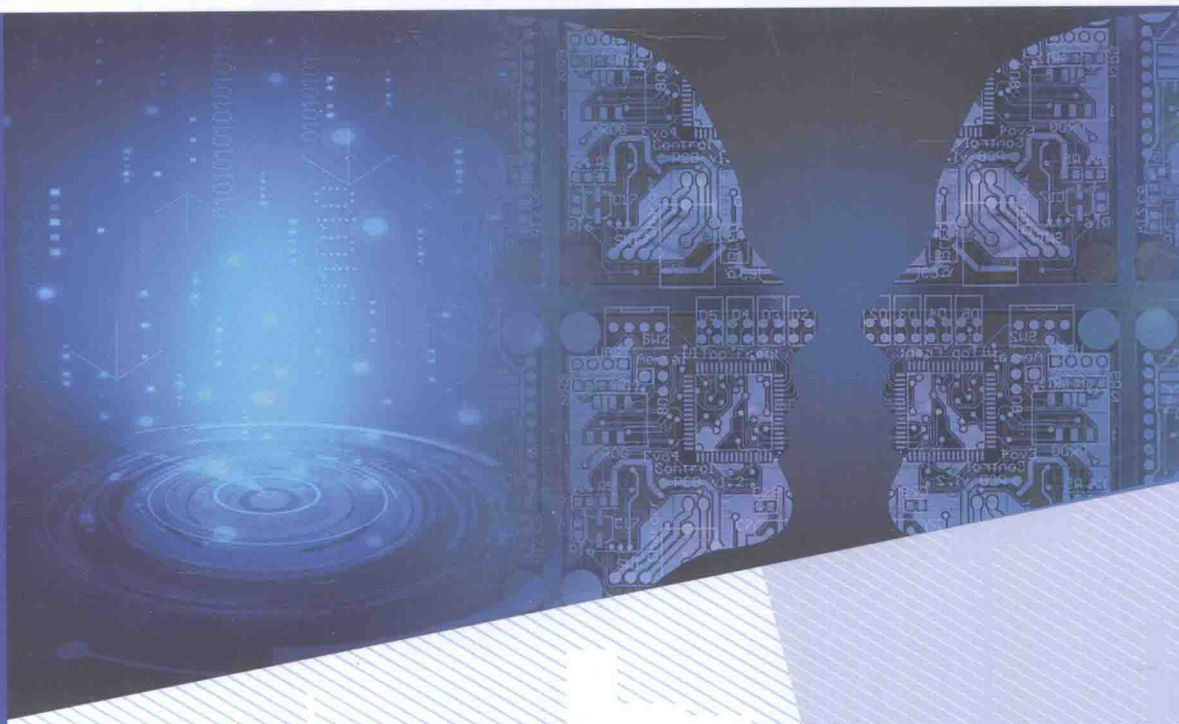
认知计算与多目标优化

焦李成 尚荣华 刘 芳 杨淑媛
侯 彪 王 爽 马文萍 著



科学出版社

认知计算与多目标优化

焦李成　尚荣华　刘　芳　杨淑媛
侯　彪　王　爽　马文萍　著

阜阳师范学院图书馆
藏书

科学出版社
北　京

内 容 简 介

本书对近年来认知计算和多目标优化领域常见的理论及技术进行了较为全面的阐述和总结，并结合作者多年的研究成果，对相关理论及技术在应用领域的实践情况进行了展示和报告。全书从认知计算和多目标优化两个方面展开，主要内容包含以下几个方面：认知科学及其特点，多目标优化问题及其求解方法，高效免疫多目标 SAR 图像自动分割算法，基于智能计算的认知无线网络频谱分配与频谱决策方法。

本书可为计算机科学、信息科学、人工智能、自动化技术等领域及其交叉领域从事量子计算、进化算法、机器学习及相关应用研究的技术人员提供参考，也可作为相关专业研究生和高年级本科生教材。

图书在版编目(CIP)数据

认知计算与多目标优化/焦李成等著. —北京：科学出版社，2017.3

ISBN 978-7-03-052161-3

Ⅰ.①认… Ⅱ.①焦… Ⅲ.①认知–计算技术 Ⅳ.①TP183

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 051299 号

责任编辑：宋无汗 高慧元 / 责任校对：李 影
责任印制：张 倩 / 封面设计：陈 敬

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

北京通州皇家印刷厂印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销
*
2017 年 3 月第 一 版 开本：720×1000 1/16
2017 年 3 月第一次印刷 印张：17 3/4

字数：360 000

定价：120.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

前　言

何谓认知科学？认知是指人的感觉器官对外界事物进行信息加工的过程。认知过程就是通过记忆、思维、想象、感觉、知觉、言语等活动来搞清事物的性质和规律，使认识的主体获得知识的过程。认知科学是指关于脑和神经功能研究的理论和学说。在众多的认知科学的学科中，认知心理学、认知神经科学、认知计算机科学（也称人工智能）一般被看做认知科学的三大核心学科。

人工智能是在哲学、心理学、计算机科学等基础上发展起来的交叉学科，主要研究如何用计算机去模拟和扩展人的智能，如何让计算机变得更聪明，如何设计并制造更智能的计算机的理论、方法、技术及应用系统。目前人工智能的研究领域有机器学习、模式识别、专家系统、人工神经网络、自动程序设计、自动定理证明、智能决定支持系统、自然语言理解、机器人学和博弈，应用范围十分广泛，涉及人类工作、生活的各个方面。虽然目前人工智能领域的各个学派在人工智能的研究理论、方法以及技术路线等方面观点不一，但是目标都是一样的，即研究如何更好地模仿人的智能来实现机器智能，以此造福人类。

认知无线频谱是非耗尽型的稀缺资源。随着通信系统的迅速发展和无线接入技术的不断进步，越来越多的人能够享受到无线通信带来的便捷。以移动通信为代表的无线通信系统是一种资源受限的系统，随着无线业务需求的高速增长，无线资源（基站站址资源、频谱资源、码资源、功率资源、带宽资源等）日渐紧缺。如何有效地利用有限的无线资源来满足日益增长的业务需求，已经成为国内外研究者和移动网络运营商共同关注的问题。无线资源管理是无线通信网络的一个重要研究内容。为了有效地利用频谱资源，各种先进的无线通信理论和技术相继被提出，如自适应编码与调制技术、多天线技术、多载波复用技术等。这些技术在一定程度上解决了频谱资源利用率低的问题，但是由于受到香农容量的限制，性能提高有限，并不能从根本上解决此问题，因此，必须寻求新的技术解决频谱资源的紧缺问题。

相比于只考虑一个目标的单目标优化问题，多目标优化问题能够同时优化多个目标，更加接近于实际问题，因此具有实际应用意义。经过近 30 年的发展，多目标进化算法蓬勃发展，优秀算法不断涌现。多目标进化算法的目标是获得具有良好收敛性和多样性的解集。尽管多目标优化算法蓬勃发展至今，仍有很多瓶颈问题尚未解决。

多目标优化问题的复杂性源于两个方面：决策和目标空间的复杂性。对于一个多目标优化问题，其决策变量间的关联会增加问题的难度，但是，目前主流的多目标测试问题都忽略了这一点。对于多目标优化问题，其目标空间的复杂性主要来自于目标函数的数量。通常情况下，具有三个以上目标的多目标优化问题被称为高维多目标优化问题。可是，目前基于 Pareto 的多目标进化算法均不能解决高维多目标优化问题。尽管很多不同类型的支配方式、控制支配区域、等级、模糊 Pareto 支配以及数据结构表示致力于定义一种对高维多目标优化问题有效的支配关系，但是仍然不能得到满意的结果。

从 1996 年开始，在国家“973”计划项目（2013CB329402，2006CB705707），国家“863”计划项目（863-306-ZT06-1，863-317-03-99，2002AA135080，2006AA01Z107，2008AA01Z125 和 2009AA12Z210），国家自然科学基金创新研究群体科学基金项目（61621005），国家自然科学基金重点项目（60133010，60703107，60703108，60872548 和 60803098）及面上项目（61371201，61271302，61272279，61473215，61373111，61303032，61271301，61203303，61522311，61573267，61473215，61571342，61572383，61501353，61502369，61271302，61272282，61202176，61573267，61473215，61573015，60073053，60372045 和 60575037），国家部委科技项目资助项目（XADZ2008159 和 51307040103），高等学校学科创新引智计划（“111”计划）（B07048），国家自然科学基金重大研究计划项目（91438201 和 91438103），以及教育部“长江学者和创新团队发展计划”项目（IRT_15R53 和 IRT0645），陕西省自然科学基金项目（2007F32 和 2009JQ8015），国家教育部高等学校博士点基金项目（20070701022 和 200807010003），中国博士后科学基金特别资助项目（200801426），中国博士后科学基金资助项目（20080431228 和 20090451369）及教育部重点科研项目（02073）的资助下，作者对认知计算和多目标优化及应用进行了较为系统的研究和探讨。

鉴于认知计算和多目标优化展现的广阔前景，以及对社会各个方面的重要影响，作者在该领域进行了深入而有成效的研究工作。在十多年的探索研究中，取得了一些成果，并在广泛的应用领域进行了尝试。从认知计算的角度，对很多复杂问题提出了新颖的解决思路和方法。基于前面的工作，结合国内外的发展动态，本书集合了当前认知计算和多目标优化的很多相关内容，不仅包含认知计算和多目标优化以及交叉领域的基础理论介绍，更加入了许多最新技术在不同领域的应用工作解析。

本书是西安电子科技大学智能感知与图像理解教育部重点实验室，智能感知与计算教育部国际联合实验室，国家“111”计划创新引智基地，国家“2011”信息感知协同创新中心，“大数据智能感知与计算”陕西省 2011 协同创新中心，智能信息处理研究所近十年来集体智慧的结晶。特别感谢保铮院士多年来的悉心培

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

养和指导，感谢中国科学技术大学陈国良院士和 IEEE 计算智能学会副主席、英国伯明翰大学姚新教授、感谢英国埃塞克斯大学张青富教授、英国诺丁汉大学屈嵘教授的指导和帮助；感谢国家自然科学基金委信息科学部的大力支持；感谢西安电子科技大学田捷教授、高新波教授、石光明教授、梁继民教授的帮助；感谢王晗丁、杨咚咚、柴争义、朱思峰、林乐平、刘璐、孟洋、袁一璟、张玮桐、王文兵、刘驰旸、都炳琪、文爱玲、刘欢、常姜维、刘永坤、兰雨阳等智能感知与图像理解教育部重点实验室的全体成员所付出的辛勤劳动。

感谢作者家人的大力支持和理解。

由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作　者

2016 年 10 月 28 日

目　录

前言

第 1 章　认知科学及其特点 …… 1

1.1　认知科学 …… 1

1.1.1　认知科学的定义 …… 1

1.1.2　认知科学的历史起源 …… 1

1.1.3　认知科学的研究领域 …… 2

1.1.4　认知科学的研究方法 …… 4

1.1.5　认知科学的未来方向 …… 5

1.2　认知雷达 …… 6

1.2.1　认知雷达的基础概念 …… 6

1.2.2　认知雷达的基本框架 …… 7

1.2.3　认知雷达的工作原理 …… 10

1.2.4　认知雷达的关键技术 …… 12

1.3　认知无线网络及其无线资源管理概述 …… 14

1.3.1　认知无线网络概述 …… 14

1.3.2　认知无线网络的智能性 …… 14

1.3.3　认知无线网络的应用领域 …… 16

1.3.4　认知无线网络的研究进展 …… 17

1.3.5　认知无线网络的主要研究内容 …… 18

1.3.6　认知无线网络中的无线资源管理问题 …… 19

1.3.7　频谱分配的研究进展 …… 21

1.3.8　频谱决策的研究进展 …… 24

1.3.9　认知 OFDM 资源分配的研究进展 …… 25

参考文献 …… 27

第 2 章　多目标优化问题 …… 32

2.1　多目标优化问题介绍 …… 32

2.2　多目标进化算法简介 …… 32

2.2.1　基于 Pareto 的多目标进化算法 …… 33

2.2.2　基于指标的多目标进化算法 …… 34
2.2.3　基于分解的多目标进化算法 …… 34
2.3　多目标优化测试问题与度量指标研究 …… 35
2.3.1　多目标优化测试问题 …… 35
2.3.2　多目标优化算法度量指标 …… 36
2.4　研究难点及现状 …… 38
2.4.1　决策空间复杂的多目标优化问题 …… 38
2.4.2　目标空间复杂的多目标优化问题 …… 39
参考文献 …… 40

第 3 章　基于等度规映射的ε支配机制用于求解多目标优化问题 …… 47

3.1　引言 …… 47
3.2　ε支配的定义与分析 …… 47
3.2.1　ε支配与 Pareto 支配的关系 …… 47
3.2.2　传统ε支配的缺点分析 …… 48
3.3　基于等度规映射的ε支配 …… 49
3.3.1　等度规映射 …… 50
3.3.2　改进ε支配机制的等度规映射方法 …… 51
3.3.3　基于等度规映射的ε支配的时间复杂度分析 …… 52
3.4　基于等度规映射ε支配的实验分析 …… 53
3.4.1　实验测试函数 …… 53
3.4.2　实验参数设置与评价指标选择 …… 54
3.4.3　对九个不同 Pareto 前沿问题的实验测试结果与分析 …… 55
3.4.4　本征维数的估计 …… 59
3.5　本章小结 …… 60
参考文献 …… 60

第 4 章　基于在线非支配抗体的自适应多目标优化 …… 62

4.1　引言 …… 62
4.2　非支配等级划分方法和拥挤距离计算 …… 63
4.2.1　非支配等级划分方法 …… 63
4.2.2　拥挤距离计算 …… 65
4.3　基于在线非支配抗体的自适应多目标优化算法 …… 66
4.3.1　进化计算中的自适应机制总结 …… 66
4.3.2　在线非支配抗体数量调查 …… 68

4.3.3 基于在线非支配抗体的自适应多目标优化算法流程 …… 69
4.3.4 在线非支配抗体自适应多目标优化算法的时间复杂度分析 …… 73
4.4 仿真对比实验研究 …… 74
4.4.1 测试函数选择与实验设置 …… 74
4.4.2 对十个低维目标优化问题的实验结果对比与分析 …… 75
4.4.3 引入参数 KPO 和 KPT 的敏感性分析 …… 79
4.4.4 AHMA 中三个阶段平均被调用次数 …… 80
4.4.5 AHMA 在求解高维目标优化问题的性能分析 …… 81
4.4.6 AHMA 的运行时间分析 …… 84
4.5 本章小结 …… 84
参考文献 …… 85

第 5 章 基于自适应等级克隆和动态 *m* 近邻表的克隆选择多目标优化 …… 87

5.1 引言 …… 87
5.2 传统免疫多目标优化算法的性能分析 …… 88
5.3 基于自适应等级克隆和动态 *m* 近邻表的克隆选择多目标优化算法 …… 90
5.3.1 基于动态近邻表的抗体删除机制 …… 90
5.3.2 自适应等级克隆机制 …… 94
5.3.3 基于自适应等级克隆机制和 *m* 近邻表的克隆选择多目标优化算法流程 …… 96
5.4 NNIA2 的实验对比与分析 …… 97
5.4.1 对比算法选择 …… 97
5.4.2 优化问题选择和实验参数设置 …… 98
5.4.3 NNIA2 在求解低维目标测试函数的性能分析 …… 100
5.4.4 NNIA2 在求解高维目标测试函数的性能分析 …… 111
5.4.5 NNIA2 与 NNIA 的鲁棒性分析 …… 113
5.4.6 NNIA2 运算时间分析 …… 114
5.5 本章小结 …… 115
参考文献 …… 115

第 6 章 基于角解优先的高维多目标非支配排序方法 …… 117

6.1 引言 …… 117
6.2 基于角解优先的高维多目标非支配排序方法相关背景 …… 117
6.2.1 角解 …… 117
6.2.2 相关非支配排序方法 …… 118
6.3 基于角解优先的非支配排序方法 …… 119

6.3.1　基本框架 …… 119
6.3.2　排序方法 …… 119
6.3.3　高维多目标优化问题的优势 …… 120
6.4　算法有效性验证与结果分析 …… 121
6.4.1　云数据 …… 121
6.4.2　固定前端数据 …… 124
6.4.3　混合数据 …… 127
6.4.4　实际数据 …… 128
6.4.5　讨论与分析 …… 130
6.5　本章小结 …… 131
参考文献 …… 131

第 7 章　双档案高维多目标进化算法 …… 132

7.1　引言 …… 132
7.2　双档案算法简介 …… 133
7.2.1　基本框架 …… 133
7.2.2　优点与缺点 …… 134
7.3　基于双档案的高维多目标进化算法 …… 134
7.3.1　基本框架 …… 134
7.3.2　收敛性档案选择方法 …… 134
7.3.3　多样性档案选择方法 …… 135
7.4　算法有效性验证与结果分析 …… 136
7.4.1　算法分析 …… 136
7.4.2　对比实验 …… 139
7.5　本章小结 …… 151
参考文献 …… 152

第 8 章　融合非局部均值去噪的高效免疫多目标 SAR 图像自动分割 …… 154

8.1　引言 …… 154
8.2　基于非局部均值的 SAR 图像去噪技术 …… 155
8.3　融合非局部均值去噪的高效免疫多目标 SAR 图像自动分割算法 …… 157
8.3.1　基于动态拥挤距离的抗体删除策略 …… 157
8.3.2　自适应等级均匀克隆机制 …… 158
8.3.3　基因座近邻表示的抗体编码机制与分割目标函数选择 …… 158
8.3.4　本章提出的 SAR 图像自动分割算法 …… 160

8.4　实验及结果分析 …… 162
8.4.1　五个对比算法分析与关键参数设置 …… 162
8.4.2　针对两幅合成 SAR 图像和 TerraSAR 卫星图像的实验结果分析 …… 163
8.4.3　进化代数对于 MASF 性能的影响 …… 167
8.4.4　非局部均值滤波与特征提取方案对最终分割结果的比较 …… 168
8.4.5　MASF 运行时间对比分析 …… 169
8.5　本章小结 …… 170
参考文献 …… 170

第 9 章　基于自然计算优化的非凸重构方法 …… 172

9.1　引言 …… 172
9.2　基于自然计算优化的两阶段压缩感知重构模型 …… 174
9.3　基于过完备字典和结构稀疏的重构策略 …… 175
9.3.1　块压缩感知重构 …… 175
9.3.2　结构稀疏约束的重构模型 …… 176
9.4　基于自然计算优化的两阶段非凸重构方法 …… 177
9.4.1　基于遗传进化的第一阶段重构 …… 177
9.4.2　基于克隆选择的第二阶段重构 …… 182
9.5　仿真实验及结果分析 …… 185
参考文献 …… 194

第 10 章　基于免疫克隆优化的认知无线网络频谱分配 …… 196

10.1　引言 …… 196
10.2　认知无线网络的频谱感知和分配模型 …… 197
10.2.1　物理层频谱感知过程 …… 197
10.2.2　物理连接模型及建模过程 …… 197
10.2.3　认知无线网络频谱分配的图着色模型 …… 199
10.2.4　认知无线网络的频谱分配矩阵 …… 199
10.3　基于免疫克隆优化的频谱分配具体实现 …… 201
10.3.1　算法具体实现 …… 201
10.3.2　算法特点和优势分析 …… 203
10.3.3　算法收敛性证明 …… 203
10.4　仿真实验与结果分析 …… 205
10.4.1　实验数据的生成 …… 205
10.4.2　算法参数设置 …… 205

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

10.4.3　实验结果及对比分析……205
10.4.4　基于 WRAN 的系统级仿真……209
10.5　本章小结……210
参考文献……211

第 11 章　基于混沌量子克隆的按需频谱分配算法……213

11.1　引言……213
11.2　考虑认知用户需求的按需频谱分配模型……213
11.2.1　基于图着色理论的频谱分配建模……213
11.2.2　考虑认知用户需求的频谱分配模型……214
11.3　基于混沌量子克隆算法的按需频谱分配具体实现……216
11.3.1　算法具体实现过程……216
11.3.2　算法特点和优势分析……219
11.3.3　算法收敛性分析……219
11.4　仿真实验与结果分析……221
11.4.1　实验数据的生成……221
11.4.2　相关算法参数的设置……222
11.4.3　实验结果及对比分析……222
11.5　本章小结……226
参考文献……226

第 12 章　量子免疫克隆算法求解基于认知引擎的频谱决策问题……228

12.1　引言……228
12.2　基于认知引擎的频谱决策分析与建模……228
12.3　算法关键技术与具体实现……229
12.3.1　关键技术……229
12.3.2　算法具体步骤……230
12.3.3　算法特点和优势分析……232
12.3.4　算法收敛性分析……232
12.4　仿真实验及结果分析……233
12.4.1　仿真实验环境及参数设置……233
12.4.2　仿真实验结果及分析……234
12.5　本章小结……238
参考文献……239

第 13 章　基于免疫优化的认知 OFDM 系统资源分配 …… 240
13.1　引言 …… 240
13.2　基于免疫优化的子载波资源分配 …… 240
13.2.1　认知 OFDM 子载波资源分配描述 …… 240
13.2.2　认知 OFDM 子载波资源分配模型 …… 241
13.2.3　算法实现的关键技术 …… 242
13.2.4　基于免疫优化的算法实现过程 …… 243
13.2.5　算法特点和优势分析 …… 245
13.2.6　仿真实验结果 …… 245
13.2.7　小结 …… 248
13.3　基于免疫优化的功率资源分配 …… 248
13.3.1　功率资源分配问题描述 …… 248
13.3.2　功率资源分配问题的模型 …… 249
13.3.3　算法实现的关键技术 …… 250
13.3.4　基于免疫克隆优化的算法实现过程 …… 251
13.3.5　算法特点分析 …… 253
13.3.6　实验结果与分析 …… 253
13.3.7　小结 …… 256
13.4　联合子载波和功率的比例公平资源分配 …… 256
13.4.1　问题描述 …… 256
13.4.2　比例公平资源分配模型 …… 257
13.4.3　基于免疫优化的资源分配实现过程 …… 258
13.4.4　仿真实验结果与分析 …… 264
13.4.5　小结 …… 268
13.5　本章小结 …… 268
参考文献 …… 268

第 1 章　认知科学及其特点

1.1　认 知 科 学

1.1.1　认知科学的定义

何谓认知科学？目前，对于认知科学的定义仍然存在着许多不同的意见。简单地说，认知科学就是研究认知的科学，因此可以先定义认知，继而定义认知科学。认知是指人的感觉器官对外界事物进行信息加工的过程。认知过程就是通过记忆、思维、想象、感觉、知觉、言语等活动来搞清事物的性质和规律，使认识的主体获得知识的过程。因此，对认知科学就可以有“狭义”和“广义”两种方式的理解[1]。

狭义的理解是把认知当做信息计算处理的过程，把认知科学当做心智的计算理论。典型的狭义理解如 Sloan 报告：“认知科学研究智能实体与其环境相互作用的原理”“认知科学的分支学科共享一个共同的研究对象：发现心智的具象和计算能力，以及它们在脑中的结构和功能表象”[2]。这里认知可以分解为记忆、思维、想象、感觉、知觉、言语等一系列阶段，每个阶段可以设定为一个单元，每个单元又对输入的信息进行某一特定的操作。

广义的理解是认知与认识相似，认知科学就是“心”的科学、智能的科学，并且是关于知识及其应用的科学。在上述研究领域的基础上，增加一些相关学科。典型的广义认知科学定义由 Norman 给出：“认知科学是将那些从不同观点研究认知的追求综合起来而创立的新学科。认知科学的关键问题是研究对认知的理解，不论它是真实的还是抽象的，是关于人的还是关于机器的。认知科学的目标是理解智能和认知行为的原则，它希望通过这些研究更好地理解人类心智，理解教和学，理解精神能力，理解智能装置的发展，而这些装置能够以一种重要的和积极的方式来增强人类的能力[3]。”

1.1.2　认知科学的历史起源

认知科学的历史起源要追溯到古希腊时代，柏拉图和亚里士多德等学者都对人的认知性质进行了探讨，并且发表了有关思维和记忆的论述。他们的一些论点也成为后来经验论与唯理论之间争论的焦点。经验论主张者洛克提出了“白版说”，认为一切观念或认识都是从后天的经验得来。然而唯理论主张者笛卡儿提出：“我思故我在”，主要强调思维或理智的作用。

被视为认知科学三大核心学科之一的“认知心理学”，最早是 1967 年美国心理学家奈塞在他的《认知心理学》中正式提出来的。因此，他是心理学界公认的“认知心理学之父”。学者一般认为，“认知科学”这个词最早是在 1975 年由鲍布罗和柯林斯公开提出的。同年 10 月，心理学家皮亚杰和语言学家乔姆斯基等学者，在巴黎近郊进行了一场辩论，之后哈佛大学将大家的言论汇集成书，命名为《语言学习》。格德纳为这本书题写了名为“认知时代来到了”的前言，并对这场辩论的意义以及可能产生的影响做出了分析。一般认为，“认知科学”这门新学科正式确立的标志性事件是 1979 年在 Sloan 基金会的资助下，开展的一次重要会议。此次会议以“认知科学”的名义，邀请了许多不同学科的著名学者，详细阐述了认知科学各方面的内容。会议还决定成立美国认知科学学会，并以 1977 年创办的期刊《认知科学》作为学会的正式刊物。随后一批具有国际影响力的认知科学学术期刊相继创刊，如《认知心理学》《认知》以及《认知神经科学》等。2000 年，在美国国家科学基金会（NSF）和美国商务部（DOC）的共同资助下，50 多名科学家展开了一个研究计划，目的是要弄清楚在 21 世纪哪些学科是带头学科，研究的结果是一份长达 480 多页的题为《聚合四大技术力量，促进人类生存发展》的研究报告，但是报告的结论表述很简单，只有 4 个字母 NBIC。NBIC 分别代表四个学科：纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学。近年来，美国的许多高校，如哈佛大学、麻省理工学院、斯坦福大学、加州大学的各个分校、纽约州立大学各分校等，都建立了认知科学的研究中心或研究所。

1.1.3　认知科学的研究领域

认知科学是一门包含许多不同领域学科的综合性科学，因此也包含了许多学派、理论和问题。

可以按照学科来划分认知科学，目前国际上公认的认知科学由 6 个相关学科支撑：哲学、心理学、人类学、语言学、神经科学、计算机科学。在对人类认知的研究上，这六大支撑学科形成认知科学的六大核心分支学科：认知哲学（也称心智哲学）、认知心理学、认知人类学（也称文化、进化与认知）、认知语言学（也称语言与认知）、认知神经科学、认知计算机科学（也称人工智能）。

认知科学中的六大学科并不是独立的，它们相互交叉渗透，又形成了许多新的交叉学科。图 1.1 是美国科学家 Pylyshyn 在 1984 年编写的《计算与认知》一书中提出的认知科学的六角形学科结构图，图中六个顶点就是六大分支学科，它们相互交叉，形成了 11 个交叉学科，分别是控制论、神经语言学、神经心理学、认知过程仿真、计算语言学、心理语言学、心理哲学、语言哲学、人类学语言学、认知人类学、脑进化[4]。

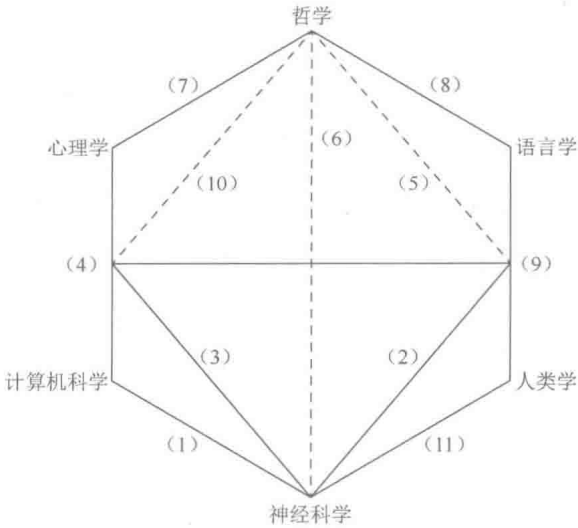


图 1.1　认知科学的六角形学科结构图[4]

在这些众多的认知科学的学科中，认知心理学、认知神经科学、认知计算机科学（也称人工智能）一般被看做认知科学的三大核心学科。

1. 认知心理学

认知心理学指与信息加工处理相关的心理学，主要涉及感觉的输入和生理运动的输出[5]。认知心理学关注的问题有：感知、情感、注意、记忆、学习、智力、语言和交际、决策和问题解决、认知发展和认知结构等。

2. 认知神经科学

认知神经科学是关于信息加工处理的神经科学，主要研究脑如何创造精神。认知神经科学与心理学、信息科学、计算机科学、生物学等学科联系紧密，并且是在这些学科的基础上新兴起来的。当代认知神经科学的研究领域包括语言、意识、情感、感觉、知觉、感觉-知觉塑造、产生行为决策、学习和记忆、神经动力控制等[5]。

3. 认知计算机科学（人工智能）

人工智能是在哲学、心理学、计算机科学等基础上发展起来的交叉学科，主要研究如何用计算机去模拟和扩展人的智能，如何让计算机变得更聪明，如何设计并制造更智能的计算机理论、方法、技术及应用系统。目前人工智能的研究领域有机器学习、模式识别、专家系统、人工神经网络、自动程序设计、自动定理

证明、智能决定支持系统、自然语言理解、机器人学和博弈，应用范围十分广泛，涉及人类工作、生活的各个方面[6]。虽然目前人工智能领域的各个学派在人工智能的研究理论、方法以及技术路线等方面观点不一，但是目标都是一样的，即研究如何更好地模仿人的智能来实现机器智能，以此造福人类。

1.1.4　认知科学的研究方法

虽然认知科学是一门年轻学科，但是从历史角度看，也经历了几次重要的理论研究范式的更新变化：从形而上学思辨到心理实验；从内省主义到行为主义；从认知主义到联结主义；计算表征主义的综合[7]。由于认知科学理论研究范式的更新变化，因此研究方法也随之大致经历了以下三个阶段的转变。

1. 从内省审查到行为分析

内省主义以内省法或内在审察法研究纯粹的心理意识。它以感官知觉为模型，把内省设想成牵涉一种内在感觉的官能。感觉使得人们意识到环境与身体在目前所发生的一切，而内省则使得人们意识到自己内心在目前所发生的一切。Husserl的现象学就是一种典型的内省主义，他把现象学认为是“回到事物本身”，即以主观的直觉来看待事物[8]。他认为意识的本质特征是意向性，认知是意向性的。内省主义过分夸大了心智的能动性，认为外部事物相对心智只是适应。

行为主义者认为内省主义失败的直接原因是不同实验室之间基本数据的不一致和缺乏解释这些数据的统一的和可检验的理论，问题实际出在其内省方法的主观性上，所以把科学研究限制在可观察行为响应和可观察刺激的关系研究分析上。Skinner是典型的行为主义者，他把心理活动等同于行为本身的一组操作，这样有助于将心理学建立在客观的实验操作的基础上，可以减少无谓的争论[9]。行为主义虽不否认心理活动，但将其看做行为的操作，用简单的外部观察的行为代替了人丰富的心理活动，忽略了人心理的内在意义、目的和动机，这种行为主义实质是一种认知还原主义。

2. 从认知还原到功能建构

认知还原主义认为心理过程可还原为大脑的生理过程，即大脑的生理过程是心理过程的基础，心和脑是同一的。认知还原主义主要表现为认知物理主义，它主张用物理语言表述心理现象，每一句心理语句都可用物理语言来表述。认知物理主义分为记号物理主义和类型物理主义。记号物理主义认为一个精神状态的每个记号等同于一个物理状态；类型物理主义认为一个精神状态类型等同于一个物理状态类型，而且每一个心理性质等同于一个物理性质[10]。但事实上，很多心理现象无法用物理语言进行表述，或者说心理现象和物理语言难以一一对应，认知

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com