

# 认知科学——新千年的前沿领域\*

周昊天<sup>1,2</sup> 傅小兰<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所, 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101) (<sup>2</sup>中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要** 认知科学是研究人类心智奥秘的高度交叉的综合性学科, 它探讨影响人类未来发展命运的重大前沿科学问题, 并且受到了社会各界的广泛关注和重视。基于大量翔实的资料, 文章介绍了国内外认知科学研究现状, 分析了认知科学的研究趋势, 探讨了认知科学的应用前景, 并指出未来研究者所面临的挑战。

**关键词** 认知科学, 心智, 大脑, 情绪, 环境。

**分类号** B842

自古希腊文明时期起, 人类就开始了对话心智 (mind) 奥秘孜孜不倦的探索。20 世纪后半叶认知科学的创立标志着心智研究的发展进入到一个新阶段。作为一门研究人类心智奥秘的高度交叉的综合性学科, 认知科学涵盖了哲学、心理学、计算科学、神经科学、人类学等众多学科。认知科学家们彼此合作与交流, 通过多学科理论及实验的协作与整合, 极大地促进了人类对心智本质的理解, 取得了很多具有理论和应用价值的研究成果, 影响涉及现代科学技术发展的方方面面, 例如<sup>[1]</sup>, 人类认知偏好 (cognitive bias) 和风险知觉 (risk perception) 模型的研究, 人工智能领域诸多理论的提出, 现代语言学研究中认知科学学派的兴起, 以及经济学中行为财政学 (Behavioral Finance) 的发展等。

本文通过翔实的资料, 首先介绍国内外认知科学研究现状, 其次分析认知科学的研

究趋势, 然后探讨认知科学的应用前景, 最后指出未来研究者所面临的挑战。

## 1 认知科学发展概况

### 1.1 认知科学研究机构简介

认知科学作为一门新兴学科向世人展示了强大的生命力。自 1979 年认知科学学会 (Cognitive Science Society) 在美国成立以来, 众多享有盛誉的学术机构组建了各自的认知科学研究队伍, 仅在欧洲和北美就有 60 多所大学 (如哈佛、剑桥、MIT、斯坦福等) 建立了专门的认知科学项目, 其他很多院校也纷纷开设了与认知科学相关的课程<sup>[2]</sup>。例如, 加州大学圣地亚哥分校于 1986 年建立了世界上第一个认知科学系<sup>[3]</sup>; 脑与认知科学是 MIT 发展最快的专业之一, 并被列为该校今后 10 年到 20 年发展的重要研究领域<sup>[4]</sup>; 英国医学研究理事会成立了认知与脑科学所, 主要研究人类的基本心智过程<sup>[5]</sup>; 法国的巴斯德研究所神经科学系 (Department of Neuroscience, Institute Pasteur) 下属的 8 个研究小组中有 4 个从事与认知科学直接相关内容的研究<sup>[6]</sup>。

收稿日期: 2005-05-10

\* 本研究得到中国科技部 973 项目 (2002CB312103)、国家自然科学基金重点项目 (60433030) 和面上项目 (30270466)、以及中国科学院心理研究所创新重点项目 (0302037) 经费支持。

通讯作者: 傅小兰, E-mail: fuxl@psych.ac.cn

我国的认知科学研究虽然起步较晚,仍然积极有效地开展了对认知科学重大前沿问题的探索,发展态势良好。各大高校和中科院各下属相关研究所已将认知科学研究列为重要课题,并积极给予政策和资金上的支持。例如,北京大学成立了以心理学系、生命科学学院、信息科学中心、神经科学研究所等单位骨干人员为核心队伍的脑科学和认知科学中心<sup>[7]</sup>;北京师范大学建立了脑与认知科学研究所以及认知科学与教育部重点实验室,近期又整合力量成立了认知神经科学与学习国家重点实验室<sup>[8]</sup>;而新近成立的脑与认知科学国家重点实验室(State Key Laboratory of Brain and Cognition Science),整合了认知科学、视觉信息加工和心理健康三个中国科学院重点实验室的科研队伍、仪器设备和配套设施,集中其各具特色的优势力量和资源,形成了一支高水平的实力雄厚的脑与认知科学研究团队<sup>[9]</sup>。

### 1.2 发达国家重要认知科学研究计划

认知科学探讨影响人类未来发展命运的重大前沿科学问题,并具有广阔的应用前景,因此得到各国政府和企业界的高度重视。发达国家已在各自的国家科学战略计划中对认知科学进行重点部署。1997年美国正式启动“人类脑计划”,支持20余所著名的大学和研究机构开展神经信息学(Neuroinformatics,一门神经科学和信息学相互结合的边缘学科)研究<sup>[10]</sup>。而在面向21世纪发展科学技术的战略性行动纲领《塑造21世纪的科学与技术》中,美国政府将“认知和神经生物学”与“脑疾病生物学”分别列入基础研究和服务于人类健康的关键领域。在21世纪初期美国国家基金会、

美国商务部、国家科学技术委员会纳米科学与工程与技术分委员会联合提出了融合四大科技领域(NBIC, nano-bio-info-cogno)的会聚技术的概念,其中的“C”代表的就是认知科学<sup>[11]</sup>。日本科技委员会(Council for Science and Technology)在1996年提出了为期20年的“脑科学时代计划(The Age of Brain Science)”(总预算高达200亿美元,是该国“超级钢材料开发计划”的10倍),其中脑的认知功能及其信息处理是重中之重<sup>[12]</sup>。英国政府提供1500万英镑资助大脑科学战略项目(Brain Sciences—A Cross-Research Council Programme),并希望这项由英国医学研究理事会牵头,生物技术和生物研究理事会、工程与物理科学研究理事会和研究理事会中心实验室理事会共同参与的研究,能够促进人类对大脑及其在健康和病变状态下的工作机能的认识<sup>[13]</sup>。由德国政府投资于2001年建成的鲁尔大学神经科学国际研究生院(The International Graduate School of Neuroscience of the Ruhr University, Bochum)的研究工作重点之一就是高级认知功能<sup>[14]</sup>。法国的国家科学研究中心(Centre National de la Recherche Scientifique)也投资成立了以发展认知机制方面的多学科交叉研究为主要目的的里昂认知科学研究所(Institute for Cognitive Science, Lyon—France)<sup>[15]</sup>。

### 1.3 认知科学研究的国际合作

伴随着全球化进程的加速,认知科学研究也走上了国际化的道路。工作在认知科学第一线的研究者组成了各类协调性组织,一方面唤起公众及决策者对认知科学的关注,另一方面促进各国科学家的合作,并明确未来的研究方向。

“人类脑计划”目前已经成为与人类基因组计划相提并论的国际性合作研究项目,越来越多的国家和团体加入到了这一计划之中<sup>[10]</sup>。与美国的战略防御计划和欧洲的尤里卡计划鼎足而立的多国合作的人类前沿科学计划(计划投资金额达 100 亿美元),在提出之初就把认知科学列为了重要研究课题<sup>[12,16]</sup>。在欧盟的第 6 次研究与技术发展框架(the Sixth Framework Program for Research and Technological Development, 2002~2006)最新一轮的研究经费资助中,欧盟在大脑科学研究方面投入了 4500 万欧元的资金,而在 2007 年开始执行的第 7 次发展框架中欧洲议会还会进一步增加对大脑研究的投入<sup>[17]</sup>。

我国也积极加入到重要的国际研究合作之中,于 2001 年正式成为“人类脑计划”的会员国之一,并成立了“中国人民解放军总医院神经信息中心”,这标志着我国“人类脑计划”和神经信息学工作正式启动,并拟在具有中国特色的传统医学(如针灸等)、汉语认知与特殊感知觉的神经信息学研究等领域做出贡献<sup>[18,19]</sup>。

## 2 认知科学研究趋势

传统的认知科学研究关注的核心问题是表征和计算,把人脑看作是类似于计算机的信息加工系统<sup>[2,12]</sup>。认知科学领域中很多重要的研究成果,特别是问题解决、学习和语言使用等方面,都是以心智-计算机类比为基础的<sup>[2]</sup>。当代认知科学研究积极吸收相关学科的新成果,不断调整研究思路,在原有基础上进行扩充和发展,表现出勃勃生机。

### 2.1 计算——不变的主题

随着新知识和新理论不断涌现,表征

-计算这一经典假说由于其局限性受到了广泛的挑战和质疑。但目前解决问题的最好的方法仍是对这一假设不断修改和完善,而非彻底抛弃它<sup>[2]</sup>。在当代的认知科学探索中,有关表征-计算的研究仍然具有重要价值,并且通过与脑科学、信息科学、人工智能、数学、计算机技术和机器人学等学科的融合焕发出新的活力。

在宾夕法尼亚大学认知科学研究所 4 个研究焦点中,以计算为主题的占了一半,分别是经济战略行为与计算和逻辑与计算<sup>[20]</sup>。MIT 脑与认知科学系把计算领域列为该系重点研究方向,主要关注运动控制、视觉、神经网络学习、基于知识的知觉和推理以及机器人技术<sup>[4]</sup>。布朗大学认知和语言科学系正在开展一项名为“心智的计算与数学(Computational and Mathematics of the Mind)”的美国国家科学基金会项目,所探讨的问题包括在不确定条件下人类是如何处理数据的,数学模型如何解释人类的处理过程,以及怎样利用计算模型在机器上实现这些过程<sup>[21]</sup>。日本“脑科学时代计划”也把建立认知、运动、行为和思想的计算原理列为重点研究领域<sup>[22]</sup>。而探索大脑信息加工的认知和神经机制并建立可实施的计算模型则是北京大学脑科学和认知科学中心的长远目标<sup>[7]</sup>。

### 2.2 大脑——认知的物质基础

大脑是认知功能的生理基质,对此科学界已达成共识。诺贝尔奖得主弗兰西斯·克里克在其著作《惊人的假说——灵魂的科学探索》提出“人的精神活动完全由神经细胞、胶质细胞的行为和构成及影响它们的原子、离子和分子的性质所决定”<sup>[23]</sup>。日本最顶尖的认知科学研究机构——“脑科学时代计

划”的直接产物——被命名为RIKEN大脑科学研究所（RIKEN Brain Science Institute）<sup>[22]</sup>。Pittsburgh大学和Carnegie Mellon大学联合成立的认知神经基础中心（Center for the Neural Basis of Cognition）的初衷就是整合大脑科学和心智科学<sup>[24]</sup>。研究大脑已成为当代认知科学的核心内容。

脑成像技术如ERP、EMG、PET和fMRI的出现，使研究者可以“直接”观察到大脑活动的区域及特点<sup>[12]</sup>。利用脑成像技术研究脑的结构和认知功能已经成为认知科学的一个不可或缺的重要组成部分。英国远见项目（UK Foresight Programme）的“大脑科学，成瘾性及药物（Brain Science, Addiction and Drugs）”计划指出，脑成像技术将是未来大脑科学发展的重要推动力<sup>[25]</sup>。法国里昂认知科学研究所非常重视与本国的PET及fMRI中心的合作，希望联合开发出全新的以大脑定位为目标的多种模态方法，以了解人的心智和大脑功能<sup>[15]</sup>。英国医学研究理事会认知与脑科学所在过去的5年一直把与剑桥大学沃尔夫森脑成像中心合作的神经成像项目作为其优先发展战略<sup>[5]</sup>。我国脑与认知科学国家重点实验室也明确地提出，将把脑功能成像作为核心研究手段<sup>[9]</sup>。

需要指出的是，脑成像技术并非为解决心智问题的万能药。除了在时空分辨率上尚未达到研究者的期望，脑成像研究的一个先天不足在于它仅可提供关于大脑结构或区域性功能的信息，而无法揭示脑神经元与各种高级认知过程的更深层的关系<sup>[24]</sup>。

不过，随着生命科学，特别是细胞分子生物学的飞速发展，以及人类基因组计划的顺利完成，从细胞分子水平上对大脑和认知机制进行研究已经成为现实。以基因图谱为

线索，利用分子细胞生物学技术，研究者已经找到了相当数量的抽象认知功能的物理基质（如控制记忆的基因）。号称分子生物学的圣地的美国冷泉港实验室的神经科学项目目前已经在学习记忆的分子细胞机制研究方面取得了举世瞩目的成果<sup>[26]</sup>。分子和细胞神经领域是MIT脑与认知科学系的5个重点研究领域之一，希望通过研究神经系统的基本组成元素在最基本的层次上理解大脑<sup>[4]</sup>。日本“脑科学时代计划”2003~2008第二个五年规划的预期目标之一就是了解学习和记忆的分子细胞机制<sup>[22]</sup>。中科院生物物理所的脑与科学研究中心也曾把探索学习记忆的细胞和分子机制作为关注的一个重要方向<sup>[27]</sup>。

为促进我国认知神经科学研究的发展，近年来国内出版了一批由我国科学家编写的优秀学术专著及科普读物，向读者提供了大量极具参考价值的信息。昆明动物所神经科学实验室主编的《认知神经科学原理和方法》是一本关于认知神经科学实验技术方法和基本原理的参考书<sup>[28]</sup>。中国科学院心理研究所魏景汉、罗跃嘉先后合著了《认知事件相关脑电位教程》和《注意的认知神经科学研究》两本高级教程，前者深入浅出地论述了ERP的原理、技术与方法及其在认知神经科学与临床应用<sup>[29]</sup>，后者则从认知神经科学的角度来探讨注意的脑机制<sup>[30]</sup>。中国科学院物理研究所和心理研究所学者共同撰写了科普文集《意识与大脑——多学科研究及其意义》，该书用通俗易懂的语言向普通读者展示了脑与认知科学领域的丰富内容<sup>[31]</sup>。

### 2.3 情绪的归来

在很长一段时期内情绪一直处于认知科学研究者的视线以外。直到20世纪末期，

情绪作为认知过程重要组成部分的身份才得到了学术界的普遍认同。“人类脑计划”把情绪与学习、记忆、认知、语言等经典认知过程相提并论<sup>[10]</sup>。关于情绪本身及情绪与其他过程（如学习记忆）间相互作用的研究已经成为了当代认知科学的研究热点。

由数十名欧洲顶尖脑科学家组成的欧洲黛娜大脑联盟（The European Dana Alliance for the Brain）提出，了解情感的大脑活动基础将是促进儿童的发展，帮助儿童实现他们的潜力，丰富成人生活以及实现健康的晚年生活的必要条件之一<sup>[32]</sup>。英国医学研究理事会认知与脑科学所把情绪作为该机构四大研究方向之一，由下属的认知和情绪研究组研究唤醒及调节情绪的基本认知与神经过程的性质<sup>[5]</sup>。法国里昂认知科学研究所主要关注情绪表达，以及如何利用神经心理学的方法来研究情绪的神经分布<sup>[15]</sup>。我国国家自然科学基金委 2004 年批准实施重点项目“情感计算理论与方法”，并交由国内两家权威科研机构——清华大学计算机系与中国科学院心理研究所认知心理学研究室——的学者联合攻关。

#### 2.4 环境影响认知

随着研究的不断深入和知识的积累，科学家们意识到大脑的功能及认知结构的发展取决于环境的影响，也就是说认知能力是在不同的环境压力下通过自然选择而形成的一种适应<sup>[12]</sup>。把环境及文化因素对认知能力的影响纳入到主流研究之中已成为认知科学发展的必然趋势。

加州大学圣地亚哥分校认知科学系把名为“研究自然环境中的人类（Studying Humans in their Natural Settings）”科研项目作为特色研究，放在该系官方主页进行宣

传；该项目旨在为情境意识环境（Context Aware Environments）的实现和开发奠定基础<sup>[3]</sup>。美国国家科学基金会组织的“跨部门太空脑科学实验计划（Interagency Neurolab）”利用对环境的操纵——太空飞行——来观察人类神经系统的反应以及人类行为、知觉和学习所受到的影响，从而试图阐明神经发育、信号处理和感觉运动整合之间的基本联系<sup>[33]</sup>。揭示认知的脑复杂系统与文化、社会的交互关系是脑与认知科学国家重点实验室的一个重点研究领域<sup>[34]</sup>。上海生命科学院人口与健康创新基地在 2005 年提出，将把复杂环境下的行为与认知作为该基地未来认知科学研究领域的重点发展方向之一<sup>[35]</sup>。

#### 2.5 心智是一个动态的系统

从出生到死亡，人脑无论是功能上还是结构上都处于一个持续变化的动态过程之中，但是把心智类比为计算机的传统研究却忽视了心智的这一重要特征。中枢神经系统的可塑性，以及各种神经系统退行性疾病的症状，都是心智动态性的表现形式。对认知功能发展和衰老退化的研究不仅具有重要的学术意义，而且直接关系到未来人类生活质量的提高。

欧洲黛娜大脑联盟把促进人类对大脑出生前后发育过程的理解列为未来大脑科学研究的应当实现的首要目标<sup>[27]</sup>。欧洲大脑委员会在“欧洲未来大脑研究共识文案（Consensus Document on Future European Brain Research）”草案中也把对健康及病变大脑的发育，可塑性和衰老的研究列为了重点研究领域<sup>[17]</sup>。日本“脑科学时代计划”于 2003 年在原有的三个研究主题的基础上又增添了一个称为“营养大脑（Nurturing the

Brain) ”的新主题, 致力于阐明大脑发育的原理和机制, 以及人类心智的成熟过程<sup>[22]</sup>。加州大学圣地亚哥分校认知科学系下设了认知发展实验室 (Cognitive Development Laboratory) 和发展认知神经科学实验室 (Developmental Cognitive Neuroscience Laboratory), 这两个重要实验室专门针对认知的动态变化过程进行研究<sup>[3]</sup>。学习记忆的发展机理也是脑与认知科学国家重点实验室的重要研究领域之一, 期望能够揭示发育过程中学习记忆的神经生物学基础, 并且在细胞分子和功能系统两个层次上阐明正常状态下学习记忆的发展过程<sup>[34]</sup>。

## 2.6 认知科学研究多层次化

面对人类心智这样一个复杂多变的对象, 某个单独的层面 (如神经元水平或行为水平) 上的研究只能是一斑窥豹。要想真正了解认知过程及其背后的机理, 进行跨越微观到宏观的多层次化的系统研究是唯一的路径。

“人类脑计划”中涉及大脑的探索涵盖了器官、组织、细胞、分子、基因多个水平, 当前正在进行的研究既有微观上的神经元离子通道蛋白, 也有宏观上的脑解剖图谱<sup>[10]</sup>。英国生物技术和生物研究理事会要求所有申请“大脑及行为整合性分析 (Integrative Analysis of Brain and Behaviour)”研究项目基金的提案必须进行做出包含至少两个水平 (可以是基因、蛋白质分子、细胞、神经系统、认知过程或神经网络建模) 的整合性分析<sup>[36]</sup>。MIT 脑与认知科学系在创办之初就提出了要利用最先进的方法和手段来研究从分子到系统的各个水平上大脑和心智的机理及过程<sup>[4]</sup>。北京大学脑科学和认知科学中心也试图对人脑的

结构和功能展开从分子与细胞、系统、到认知、行为的多层次的综合研究<sup>[7]</sup>。

## 2.7 多学科大融会

认知科学的多学科交叉并不是哲学、心理学、计算科学、神经科学等的简单加和, 而是一种更深层次上的实验及理论的融合<sup>[2]</sup>。当前认知科学各分支学科的研究者越来越重视相互间的对话和交流, 并从中获得创造性研究的启示。认知科学所涉及的范围也随着这种跨学科的整合不断地扩大, 甚至像文学、艺术、历史这样一些领域如今也为认知科学的发展做出不容忽视的贡献。

加州大学圣地亚哥分校认知科学系的教研队伍成员的背景包括了人类学系、生物系、传播系、计算机科学及工程系、语言学系、音乐系、神经科学系、哲学系、心理学系、精神病学系和社会学系<sup>[3]</sup>。与 MIT 脑与认知科学系建立有良好合作关系的 MIT 研究院系包括了 Picower 学习记忆中心、McGovern 大脑研究所、生物与计算学习中心、语言学系、生物系、Martinos 生物医学成像中心、MIT 临床研究中心、机械工程系、计算机科学和人工智能实验室还有被誉为当代新媒体艺术圣地的 MIT 媒体实验室<sup>[4]</sup>。作为韩国最先成立的认知科学项目之一的汉城国立大学认知科学项目除了拥有来自认知心理学、语言学、哲学、计算机科学、神经科学等多个专业背景的教员, 还与该校的法语系、生物系、神经学系、核医学、药理学、史哲交叉项目、分子生物学及遗传学研究所进行着有效的对话与交流<sup>[37]</sup>。上海生科院人口与健康创新基地为其脑功能与认知方向研究列出的预期合作伙伴包括生物物理所、心理所、上海神经科学所、声学所、昆明动物所、自动化所、软件所、计算

所、上海生物化学与细胞生物学所和遗传与发育所<sup>[35]</sup>。而清华大学认知科学创新基地有 6 个支撑学科, 分别是哲学、心理学、语言学、人类学、计算机和信息科学、脑与神经科学。

## 2.8 新学科的产生

多学科融合促进了新兴分支学科的出现, 其中备受关注的有神经信息学、神经信息技术 (Neuro-IT)、知识科学等。

美国科学院医学研究所在 1991 年名为《大脑及其功能的定位: 整合神经科学的关键技术》(Mapping the Brain and Its Function: Integrating Enabling Technologies Into Neuroscience Research) 的报告中建议设立一项专门用于资助那些神经科学与信息学相互结合的研究的计划<sup>[10]</sup>。这标志着神经信息学的诞生。如今神经信息学已经成为了认知科学研究中最引人瞩目的一门分支学科。“人类脑计划”的核心内容就是神经信息学<sup>[10]</sup>。英国医学研究理事会, 生物技术和生物研究理事会, 工程与物理科学研究理事会共同资助了名为“英国神经信息学网络”(UK Neuroinformatics Network) 的战略项目, 旨在为英国未来十年神经信息学制定一个以神经系统的多层次计算建模为主题的发展章程<sup>[38]</sup>。为配合我国加入国际“人类脑计划”而成立的中国人民解放军总医院神经信息中心, 是我国首个神经信息中心, 主要任务就是建立神经信息工作平台从而为开展神经信息学研究提供必要的条件<sup>[19]</sup>。

由欧盟 FET (Future and Emerging Technologies) 项目所提出的神经信息技术是一个建立在神经科学和信息技术的交界面上崭新的多学科交叉的研究领域, 神经信息技术关注重点是如何使 IT 业从神经科学

的研究结果中获益从而开发出更优秀的 IT 产品, 以及如何使神经科学更好地利用信息技术来检验模型和假设<sup>[39]</sup>。

进入知识经济时代, 知识在人类文明进程中所起的作用越发明显, 知识科学研究的对象就是知识及其特性和规律<sup>[40]</sup>。对知识获取、开发和利用的研究是知识经济持续发展的重要推动力, 国家自然科学基金委员会信息学部多次组织会议讨论和分析知识科学及相关领域(如计算科学)的最新研究情况并对未来发展趋势做出展望<sup>[40, 41]</sup>。

## 3 认知科学研究广阔的应用前景

开展认知科学研究不仅是为了满足人类智慧上的好奇心, 更重要的是服务于人类, 提高人类的生活质量。认知科学的任何一项研究成果只有真正应用到实际的生产生活领域中才是真正实现其自身价值。认知科学研究宽广的应用前景已经呈现在世人面前。

### 3.1 临床医疗及毒品控制领域

谈及早老性痴呆、帕金森综合症、功能性神经错乱等中枢神经系统病变, 以及中风、高位截瘫等神经系统损伤所带来破坏性后果, 人们都会不寒而栗。认知科学特别是神经科学方向的研究将使攻克这些疾病成为可能。

日本“脑科学时代计划”在计划书中明确提出要在 2007 年之前找到早老性痴呆的治疗和预防手段, 寻求对帕金森综合症、癫痫、唐氏综合症的病理机制的全面了解并开发出最终的治疗方法, 以及探索出促进脑功能恢复的技术以及诊断和治疗功能性精神失常的方法<sup>[22]</sup>。欧洲黛娜大脑联盟提出的未来大脑科学研究可实现的临床应用相关目标包括: 开发促进中枢神经系统伤后再生

的新方法；识别造成家族式精神分裂症、狂躁抑郁症的基因及其致病机理；开发减小中风对大脑造成的损伤的方法，设计新的康复和恢复治疗手段；开发新的多发性硬化、癫痫症、运动神经元疾病和老年性痴呆症的早期诊断及治疗方法<sup>[32]</sup>。脑与认知科学国家重点实验室将为脑与认知功能障碍的防治提供理论基础和方法写入了计划书中，该实验室的中期目标包括阐明神经退行性疾病和心境障碍的发病机制，并为其防治提供新的思路以及针对某些脑与认知功能衰退和障碍的防治提出有效方法<sup>[9]</sup>。

此外，认知科学领域的研究还将促进人类对成瘾性，药物滥用及其背后机理的理解<sup>[25]</sup>，从而为有效的解决毒品问题提供有力的科学支持。其他医学应用领域还包括了疼痛及其控制，新药设计与开发等。

### 3.2 智能机器人和机器人

制造智能机器人和机器人一直以来都是人类的梦想，现实却是应用到生产中的机器人及智能设备仍然处于初级阶段，人工智能经过初期的飞速发展后似乎也陷入了瓶颈。这种现实与理想的差距在很大程度上是由于长久以来认知科学一直把大脑比作标准意义上的计算机来进行研究而造成的。新近研究表明大脑的工作无法用简单的计算机原理来描述<sup>[2]</sup>。不过当代认知科学从新的角度入手研究，使得智能机器的出现变得不再遥远。

美国在四大科学技术领域的会聚技术报告中提出了“人工仆人（artificial servants）”全新的智能体概念，人类需求、感情、信仰、态度和价值观都将会渗透到这种新型智能机器中<sup>[11]</sup>。日本“脑科学时代计划”的“模拟大脑”主题瞄向的是从理论

和工程的角度来揭示大脑的机制，从而为大脑式计算机（brain-style computer）以及能够对处理知识和情感的计算机和机器人的最终开发奠定坚实基础<sup>[22]</sup>。加拿大不列颠哥伦比亚大学计算机科学系的计算智能实验室研究的是使智能推理、行动和知觉成为可能的计算方式并把已有成果应用到了被称为“柏拉图野兽（Platonic Beasts）”的新一代高自由度机器人的开发中<sup>[42]</sup>。脑与认知科学国家重点实验室把建立高级认知功能的理论模型及其在新一代机器智能系统的设计中的应用列入实验室的中期目标<sup>[9]</sup>。

### 3.3 学习和教育

进入信息时代，怎样从海量的数据中提取出信息并加以吸收和理解，如何快速有效的传播迅速积累的知识是人类面临的一个重大难题。利用认知科学理论和规律来帮助人们更为有效的学习，把实验室的成果应用到具体的教育实践和知识传递中，是应对信息爆炸所带来的挑战的最佳解决方案<sup>[43]</sup>。

美国四大科学技术领域融合技术报告中提出利用 NBIC 科学的知识来探索新的教育方式以帮助人们学习如何学习是“扩展人类认知和交流（Expanding Human Cognition and Communication）”的必要前提之一<sup>[11]</sup>。欧洲黛娜大脑联盟希望推动大脑科学研究知识的应用从而促进儿童的发展，帮助儿童实现他们的潜能<sup>[32]</sup>。北师大认知神经科学与学习国家重点实验室提出以国家人才培养与教育的重大需求为基本立足点，从心理学、认知科学、认知神经科学、教育科学等多学科结合的角度来开展科研以促进对教育实践问题的科学解决<sup>[44]</sup>。上海生科院人口与健康创新基地也把增强青少年的学习记忆能力以及改善学习记忆障碍者的状况



提供新的思路和方法作为研究目标之一<sup>[35]</sup>。

除上述的三个主要应用领域外,认知科学研究在企业组织管理、软件工程、大众媒体、政策制定、消费品设计、人居环境规划以及艺术娱乐等诸多方面都将发挥难以估量的作用<sup>[11]</sup>。例如,在软件开发业,提高软件生产力和可靠性的三大途径之一就是以认知科学理论为指导的基于知识的方法(knowledge-based approach)<sup>[45]</sup>;在娱乐业,利用人工智能技术编写的一个名为 SWAN 的动画制作软件原型可以使传统的动画生成过程自动化,从而大大降低动画片的制作成本<sup>[46]</sup>。

#### 4 未来研究者面临的挑战

认知科学在展现出蓬勃生机和美好前景的同时,也向相关研究人员和研究机构提出了严峻的挑战。或许再也找不到哪一个科研领域比认知科学更适合用“多学科(interdisciplinary)”一词来描述了<sup>[47]</sup>。研究认知科学,传统意义上的专家专才是远远不够的,其多学科交叉的性质决定了拥有宽广知识面是未来研究者的必备素质之一。

面对这一形势,各国大学和研究机构都做出相应的调整,一方面组建学术背景涵盖文理工各主要研究领域核心队伍,一方面积极与其他院系所展开卓有成效的交流合作,同时对认知科学方向的本科生和研究生采用了宽口径式的培养。目前的实践尚未指明培养多学科交叉认知人才的最佳路径,但是所有已经工作或准备工作在认知科学领域的人员都应该意识研究心智需要的是一个“融合的心智(a merging mind)”<sup>[47]</sup>,要积极地拓宽自己的知识面并且能够融会贯通。正如鲁尔大学神经科学国际研究生院院长 Denise Manahan-Vaughan 所说的“大脑

实在是太复杂了,以至于如果仅仅从某一单一学科的角度来进行研究的话,我们是永远无法完全理解它的。<sup>[47]”</sup>

#### 参考文献

- [1] [http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive\\_science](http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_science)
- [2] <http://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science>
- [3] <http://www.cogsci.ucsd.edu>
- [4] <http://web.mit.edu/bcs/index.shtml>
- [5] <http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk>
- [6] <http://www.pasteur.fr>
- [7] <http://www.receptor.ustc.edu.cn/education/xx/20011109a.htm>
- [8] <http://psychbrain.bnu.edu.cn/aboutus.asp>
- [9] 脑与认知科学国家重点实验室建设计划任务书
- [10] <http://www.nimh.nih.gov/neuroinformatics/index.cfm>
- [11] [http://wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC\\_report.pdf,2002](http://wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf,2002)
- [12] 中国科学院心理研究所战略发展研究小组. 认知科学的现状与发展趋势. 科学时报, 2001
- [13] [http://www.mrc.ac.uk/prn/index/strategy-strategy/strategy-science\\_strategy/strategy-strategy\\_implementation/strategy-government\\_spending\\_review\\_initiatives/strategy-brain\\_sciences.htm](http://www.mrc.ac.uk/prn/index/strategy-strategy/strategy-science_strategy/strategy-strategy_implementation/strategy-government_spending_review_initiatives/strategy-brain_sciences.htm)
- [14] <http://www.ruhr-uni-bochum.de/igs/about/index.htm>
- [15] <http://www.isc.cnrs.fr/>
- [16] <http://www.br.gov.cn/gjhzpages/gjzr3.asp>
- [17] <http://www.europeanbraincouncil.com/>
- [18] <http://www.biosino.org/news-2001/200110/01102219.htm>
- [19] <http://www.receptor.ustc.edu.cn/education/xx/20020318d.htm>
- [20] <http://www.cis.upenn.edu/~ircs/projects/index.shtml>
- [21] <http://www.cog.brown.edu>
- [22] <http://www.brain.riken.jp/>
- [23] 弗兰西斯·克里克. 惊人的假说:灵魂的科学探索. 长沙:湖南科学技术出版社,1998
- [24] <http://www.cnbc.cmu.edu/>
- [25] [http://www.foresight.gov.uk/Brain\\_Science\\_Addiction\\_and\\_Drugs/index.html](http://www.foresight.gov.uk/Brain_Science_Addiction_and_Drugs/index.html)
- [26] <http://www.cshl.org/public/overviews/neuropg.html>
- [27] [http://www.ibp.ac.cn/e/03/basic\\_research/02.html](http://www.ibp.ac.cn/e/03/basic_research/02.html)

- [28] 马原野, 王建红. 认知神经科学原理和方法. 重庆: 重庆出版社, 2003.
- [29] 魏景汉, 罗跃嘉. 认知事件相关脑电位教程. 北京: 经济日报出版社, 2002.
- [30] 罗跃嘉, 魏景汉. 注意的认知神经科学研究. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [31] 汪云九、杨玉芳. 意识与大脑——多学科研究及其意义. 北京: 人民出版社, 2003
- [32] <http://www.edab.net/>
- [33] <http://neurolab.jsc.nasa.gov>
- [34] 脑与认知科学国家重点实验室三个重点研究提案, 2005
- [35] 人口与健康创新基地重要研究方向提案, 2005
- [36] <http://www.bbsrc.ac.uk/science/initiatives/iabb.html>
- [37] <http://cogsci.snu.ac.kr/en/index.html>
- [38] <http://www.neuroinformatics.org.uk/>
- [39] <http://www.neuro-it.net/NeuroIT/>
- [40] 陆汝铃. 世纪之交的知识工程与知识科学. 北京: 清华大学出版社, 2001
- [41] 陆汝铃. 知识科学与计算科学. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [42] <http://www.cs.ubc.ca/nest/lci/about.html>
- [43] 中国科学院心理研究所战略发展研究小组. 心理科学的研究发展趋势. 科学时报, 2001
- [44] <http://202.112.83.191/xsyj/suo/nyrz/>
- [45] Lu Ruqian, Jin Zhi. Domain Modeling-Based Software Engineering: A Formal Approach. Kluwer Academic Publishers, 2000
- [46] Lu Ruqian, Zhang Songmao. Automatic Generation of Computer Animation: using AI for movie animation. Berlin. Springer, 2002
- [47] <http://www.sciencejobs.com/insider/article.action?article.id=insider87&focusId=usa>

## Cognitive Science—the Scientific Frontier of New Millennium

Zhou Haotian<sup>1,2</sup> Fu Xiaolan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101, China)

<sup>2</sup>Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Cognitive science is the booming scientific enterprise attempting to unravel the mysteries of human mind using an interdisciplinary approach. Cognitive science explores the most influential scientific territories in terms of future destination of human beings and has been attracting attention from all walks of life. Based on a myriad of up-to-date information and data, this review introduces the status quo of cognitive science research around the globe, analyzes the future trends of its development, discusses the prospective areas where the inquiry of human mind will find marked practical uses, and points out the challenge facing the future generation of cognition researchers.

**Key words:** cognitive science, mind, brain, emotion, environment.