

· 科学论坛 ·

社会计算与社会智能:机遇与挑战

孟小峰^{1*} 黄匡时¹ 梁玉成¹ 齐佳音¹ 吕欣¹
 张辉¹ 张江¹ 周涛¹ 周晓林¹ 余艳¹
 马友忠¹ 王硕¹ 李勇¹ 杨列勋² 吴刚^{3*}

1. 中国人工智能学会社会计算与社会智能专委会,北京 100872
2. 国家自然科学基金委员会计划局,北京 100085
3. 国家自然科学基金委员会管理科学部,北京 100085

[摘要] 本文梳理了社会计算与社会智能诞生的时代背景,对社会计算、社会智能、计算社会科学等概念进行了辨析,提出了当前社会计算中的八大挑战问题,分别是数据伦理与数据治理、开源平台建设与管理、人与社会的重构、基于认知科学的人工智能、复杂系统建模和分析、仿真系统建设与研究、因果推理与因果发现、全球公共危机管理。在此基础上进一步提出了社会计算研究范式的转变,认为,社会计算研究范式是继实验科学、理论科学、计算科学、数据密集型的探索科学后的新研究范式,即社会科学和计算科学高度交叉融合的研究范式。

[关键词] 社会计算;社会智能;研究范式;计算社会科学;人工智能

当今世界正经历百年未有之大变局,新一轮科技革命和产业深入发展,科技革命与社会变革深度融合。与前三次工业革命不同,新一轮科技革命带来的社会变革的深度、广度和力度都前所未有。开始于 18 世纪 60 年代的第一次工业革命主要是一场机器代替手工、大规模工厂化生产取代个体工场手工生产的革命,而 19 世纪中后期的第二次工业革命主要是电气化革命,对人类的经济、政治、文化、军事、生产力的发展产生了深远的影响。不过前两次工业革命都局限在工业和产业领域。20 世纪四五十年代开始的第三次科技革命是以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志,引发了信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域的一场技术革命。应该说,从第三次科技革命开始,科技变革对社会变革的影响日益显现^[1]。第三次科技革命不仅极大地推动了人类社会经济、政治、文化领域的变革,而且也影响了人类生活方式和思维方式,引发了人类的衣、食、住、行、用等各个方面的重大变革。进



孟小峰 教授,中国计算机学会会士,中国人工智能学会社会计算与社会智能专委会主任委员,ACM 中国 SIGSPATIAL 分会主席。在国内外杂志及会议发表论文 200 多篇,出版学术专著《网络与移动数据管理三部曲》(《XML 数据管理:概念与技术》《移动数据管理:概念与技术》《Web 数据管理:概念与技术》)。获得省部级特等奖一次,二等奖 3 次,中国计算机学会“王选奖”一等奖,入选“第三届北京市高校名师奖”等。近期主要研究领域包括:数据智能(科学数据智能、学术数据智能、商务数据智能、空间数据智能等),数据治理(数据隐私、数据垄断、数据透明、数据公平与伦理等),社会计算与社会智能等交叉学科。



吴刚 研究员,国家自然科学基金委员会管理科学部三处处长,早期在中国科学院从事能源环境复杂系统研究。

入 21 世纪,以互联网、大数据、人工智能为代表的新一轮科技革命将人类社会领域作为科技革命的首要

收稿日期:2021-04-12;修回日期:2023-04-02

* 通信作者,Email: xfmeng@ruc.edu.cn; wugang@nsfc.gov.cn

阵地,进一步引发了科技与社会前所未有的深度融合^[2]。

科技与社会的深入融合趋势得到了国家政策的大力支持。2017年7月8日,国务院发布了《新一代人工智能发展规划》,官方首次提出了“智能社会”的概念,明确了“智能社会”的基本框架,并对“智能社会”进行了详细规划。2017年10月发布的十九大报告提出了“智慧社会”的发展理念。2020年10月,十九届五中全会上发布的《国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》明确提出了“加强数字社会、数字政府建设,提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平。”智能社会或者社会治理的智能化已经成为国家社会建设的重要内容。2023年2月发布的《数字中国建设整体布局规划》系统全面指明了经济社会数字化发展的总路线。

国际上,日本政府也注重将科技发展战略与社会发展战略的有机融合。日本于2016年1月22日在《第五期科学技术基本计划(2016—2020)》中首次提出“社会5.0”(Society 5.0)战略,并在《科学技术创新综合战略2016》《科学技术创新综合战略2017》《统合创新战略2018》《统合创新战略2019》《统合创新战略2020》中得到进一步发展。2021年1月日本公布了《第六期科学技术创新基本计划(2021—2025)》征求意见稿,提出将在未来五年中进一步将“社会5.0”战略具体化,并将“社会5.0”战略打造成日本模式(Japan Model)。日本“社会5.0”战略的核心是建立超级智能社会,所以“社会5.0”战略又称为超级智能社会(Super Smart Society)战略。“社会5.0”指的是人类经历了继狩猎社会(社会1.0)、农耕社会(社会2.0)、工业社会(社会3.0)、信息社会(社会4.0)之后的新型社会^[3]。日本“社会5.0”描绘了一个科技与社会完美融合的超级智能社会。

在科技与社会深度融合的背后,是计算科学与社会科学的深度融合。本文将在科技与社会融合的视角下,对社会计算相关概念进行辨析,并分析社会计算面临的发展机遇和挑战,由此进一步思考社会计算的研究范式。

1 社会计算相关概念辨析

1.1 社会计算

社会计算(Social Computing)有着悠久的哲学基础。古希腊数学家、哲学家毕达哥拉斯(Pythagoras,约公元前580~约前500)提出的“数即万物”,以及我国中国古代思想家、哲学家老子的

“道生一,一生二,二生三,三生万物”等都蕴含着深邃的社会计算思维。人类一直在思考人类行为及人类所在社会的运行规律背后的数学原理和计算逻辑,并形成描述人类行为规律的一系列科学。而随着人类进入计算机时代,人类行为和社会现象的计算机仿真和模拟得到快速发展。社会计算概念应运而生。1994年,Schuler^[4]第一次提出了“Social Computing”的概念,认为社会计算是指支持收集、表示、处理、使用和传播在团队、社区、组织和市场等社会集群中分布的信息系统。

社会计算将人文社会科学理论嵌入信息系统,从而理解社会现象,解决社会问题,促进人类的社会活动。东欧社会变革和“911事件”两大政治事件对宏观层面的社会计算起到了关键的推动作用^[5,6]。2004年,中国科学院自动化研究所王飞跃教授从宏观和社会知识层面提出社会计算是将人工社会和计算方法系统地应用于社会经济问题的研究,特别是社会经济系统的量化动态建模和分析。广义而言,社会计算是指面向社会科学的计算理论和方法,狭义而言,社会计算是面向社会活动、社会过程、社会结构、社会组织及其作用和效应的计算理论和方法^[7,8]。中国人民大学教授孟小峰将社会计算定义为使用系统科学、人工智能、数据挖掘等科学计算理论作为研究方法,将社会科学理论与计算理论相结合,为人类更深入地认识社会、改造社会,解决政治、经济、文化等领域复杂性社会问题的一种理论和方法论体系^[9,10]。

社会计算是一个充满想象力和美好前景的概念,因为它传递了人类对纷繁复杂的社会现象和社会问题、对波云诡谲、变幻莫测、千姿百态的人类意识、情感和行为的计算机模拟和仿真方面的努力与探索,指明了人类文明和社会发展的数字化和智能化的发展趋势。

1.2 社会智能

社会智能(Social Intelligence)大致有两个含义和两个研究路径:一是社会领域的智能化,即人类行为和社会现象从数字化到自动化再到智能化的过程。这个概念延伸出来的是“数字社会”和“智能社会”的概念^[11-14]。正如我国十四五规划中提到的“加强数字社会、数字政府建设,提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平”。这个研究路径基本将社会智能等同于社会治理的智能化,社会科学领域学者采用这个概念居多。

社会智能的另外一层含义是社会性智能,接近

“群体智能”概念，即由于人类行为的社会性、群体性、整体性互动特征所产生的社会思维。这种概念基本是基于复杂性系统科学和计算机技术科学的研究路径。1990年，钱学森发表了开放的复杂巨系统及处理这类系统有关复杂问题的方法论，认为我们要研究的不是智能计算机，而是人机结合的智能系统，以此为基础，建立了信息空间综合集成研讨体系，为社会智能涌现提供了可操作的技术平台^[15]。在此基础上，戴汝为于2006年在总结人工智能研究的历史和经验的基础上，认为人文与科技相融合会带来社会智能的涌现。因为，对于人类的社会而言，社会思维激发群体智慧的涌现，在一定社会环境下形成与此相联系的社会智能^[16]。钱学森提出的综合集成研讨厅是一项思维系统工程，也是处理开放的复杂巨系统相关复杂问题的可操作平台。这种综合集成研讨厅是基于智能技术的信息空间综合集成研讨体系，因此是一个高技术含量的智能化虚拟空间，可以面向互联网实现实时跨平台操作，共享多种资源，从而形成一个知识生产和服务体系，因此，是一个用途广泛、功能强大、可以在科学决策和咨询上发挥支撑的思维系统工程^[17]。综合集成研讨厅可以采用互联网和人工智能技术，激活社会思维，产生集古今中外之大成的群体智慧，发挥了专家系统、机器系统、知识信息系统的综合优势，成为涌现社会智能的可操作的技术系统。正如钱学森所预言，这表明我们在系统科学、复杂性研究以涌现社会智能的实践上高一个层次，体现了我国科学家在为国家建设和社会服务方面所做出的努力^[18]。

1.3 计算社会科学

随着社会计算理论和方法的深入研究，计算社会科学应运而生。因此，与社会计算并行的是计算社会科学的形成和发展。20世纪90年代那些早期从事社会计算的学者几乎没有从学科建设角度进行研究，直到20世纪初才涌现出计算社会科学的分支。由于社会计算所涉及的分支领域比较多，包括人口学、社会学、政治学、法学、经济学等不同领域，这些领域也相继涌现出比如计算人口学^[19]、计算社会学^[20]、计算政治学、计算法学、计算经济学^[21]等分支。这些分支中，较早的是计算人口学(Computational Demography)。2003年，意大利学者 Billari 和德国马普人口研究所学者 Prskawetz 联合主编的 *Agent-Based Computational Demography* 一书详细介绍了如何使用基于主体的计算人口学模型去改善我们对人类行为的理解^[22]。大约四年后的

2007年，瑞泽尔(George Ritzer)出版的《布莱克威尔社会学百科全书》(*Blackwell Encyclopedia of Sociology*)中提出了“计算社会学”(Computational Sociology)一词^[23]。

2009年 David Lazer 等 15 位学者在 *Science* 上发表了题为“Computational Social Science”的文章，正式提出了计算社会科学一词^[24]。2012年，欧洲学者 Conte 等人发表了《计算社会科学宣言》(*Manifesto of Computational Social Science*)，从机遇、技术、方法、挑战以及将会产生的影响五个方面详细分析了计算社会科学的现状及前景^[25]。该宣言认为计算社会科学是一门运用计算方法研究社会的交叉学科，涉及计算机科学、数据科学、人工智能、复杂性科学和社会科学的主要领域，其特点是借助信息通信技术，特别是计算机建模和基于大数据的网络分析，来探寻自主体之间信息互动的模式，并预言社会系统的演化。至此，社会计算开始被广泛研究与应用。中国社会科学院王国成指出计算社会科学的实质是以计算科学、数据科学为代表的高新科技与人文社会科学的相互渗透和融合创新，是现有分支学科回归人本基点和轨道的重组整合，所创生的行为社会科学、网络社会科学、数字社会科学等都展现出鲜明的创新特质，能更好地体现出人类与自然界的伴生交互共进特征^[26]。

综上，计算社会科学是通过使用信息科学和计算科学工具以揭示社会发展规律，进而解决各类社会问题的学科。具体而言，该学科以系统科学、网络科学、复杂性科学等学科理论为基础，利用人工智能、数据挖掘等计算科学方法，以社会、经济、管理等领域大数据作为研究对象，交叉融合各学科理论，使人类更深入地认识社会、改造社会，解决政治、经济、文化等领域复杂社会问题的一种理论和方法论体系。

2 社会计算中的主要机遇与挑战

《老子》曰：“祸兮，福之所倚；福兮，祸之所伏”。机遇与挑战也如是。要实现社会计算的真正变革，就要充分结合时代背景，认识当前社会计算中的机遇与挑战，抓住机遇，迎接挑战，化挑战为机遇。由此，我们将从社会计算发展的角度出发，阐明计算科学中的八大挑战，最终提出社会计算研究范式转型的新机遇。

本文基于大量文献梳理，并通过专家评价法，筛选出社会计算面临的八大挑战。这八大挑战分别属

于社会计算中的数据治理挑战、人工智能与人类社会的相互影响,以及复杂社会系统的研究与发展三个方面。社会计算中的数据治理挑战主要侧重数据伦理(挑战一)与数据开放共享的问题(挑战二),涉及社会计算与社会智能的“新材料”的有效构建;人工智能与人类社会的相互影响包括人与社会的重构(挑战三),以及人类社会认知对人工智能的助益(挑战四)两个方面,涉及社会计算的“新思维”和社会智能的“(人—机)新关系”;复杂社会系统的研究与发展包括复杂社会系统的建模分析(挑战五)、社会仿真系统的构建(挑战六)、数据驱动的因果发现(挑战七)和全球危机管理(挑战八)四个子问题,涉及社会计算的“新方法”和社会智能的“新应用”。

2.1 数据伦理治理

人工智能技术正处于黄金发展期,是人类社会加速向智能化的工业 4.0 时代迈进的重要技术基础。社会计算作为一门典型的交叉型学科,一方面受益于人工智能技术丰富的数据分析与预测能力;另一方面也将推动人工智能向“了解智能”的方向发展。但二者的结合也会放大彼此的缺陷,如由于人工智能方法的不透明性所产生的数据隐私、算法公平等问题,从而带来了新的数据伦理与数据治理挑战^[9, 27, 28, 29]。

我们从数据层、算法层、应用层以及生态系统层面对上述挑战进行归纳,提出如下四个研究问题。

(1) 以隐私为核心的数据层挑战。数据既是人工智能得以广泛应用的重要基础,也是社会计算诞生的背景和驱动力所在。基于数据从产生到应用的生命周期来看,数据层将面对数据收集时的垄断问题、数据分析和利用之前的融合问题,以及贯穿整个数据生命周期的隐私问题。

对数据垄断而言,中国人民大学 WAMDM 实验室发布的《中国隐私风险指数分析报告》中分析显示,10%的数据收集者即可获取 99%的权限数据,其形势十分严峻。如何保护用户与企业权益,促进数据资源的有效配置,打破垄断是当前的挑战之一。对大数据融合而言,数据产生方式从被动到主动再到自动,当前数据也呈现出多源异构、分布广泛和动态演化等特征,数据的关联、交叉和融合更为迫切。如何实现大数据的增值是当前的挑战之一。对数据隐私而言,当前大数据隐私的来源和波及范围更广,相应产生的影响也更为深远,不仅威胁着用户的个人隐私,也隐含着国家安全问题。如何发展出实际

有效的、同时兼顾数据高可用性与高隐私性的隐私保护方法是当前的挑战之一。

(2) 以公平为核心的算法层挑战。算法是人工智能的核心所在,那么算法本身有没有问题呢?就算法的提出、训练、测试和最终应用来看,公平问题较为突出。算法中的偏见一方面来源于算法本身的偏见,如该算法本身的预测结果即是有偏的;另一方面来源于输入数据的偏见,这些偏见在人工标注或收集训练数据集的过程中注入,经由算法的迭代得以放大。最终,人工智能模型的偏见将会作用在数据个体上,对社会公平产生一定程度的影响。如何度量人工智能算法所产生的偏见,如何构建机器学习下的“无知之幕”,从而纠正人工智能算法中的公平问题是社会计算发展的重要挑战之一。

(3) 以研究方法论为核心的应用层挑战。人工智能可以提高社会计算的数据挖掘和预测等能力,但其研究方法论在根本上决定了这个学科能够走多远。社会计算固然可以推动人工智能对人类智能的“了解”,但最终效果依旧有赖于社会计算本身对人类的认知。因此,要真正发挥人工智能与社会计算的综合效应,应当从社会计算的研究方法论入手。实证主义等社会科学向自然科学看齐的研究方法并不能从根本上适应社会科学,社会计算方法论的革新是当前社会计算科学发展的重要挑战之一。

(4) 以数据治理为核心的生态系统挑战。在人工智能与社会计算相辅相成的背景下,我们称数据层、算法层和应用层均存在的问题为生态系统的大数据治理挑战。大数据治理挑战具体包括数据获取,数据发布,数据权利、责任、角色和风险,利益相关者,以及外部影响五个方面。第一,即使是在大数据时代,数据也并非无源之水。数据获取需要大量社会资源的持续投入。第二,数据既没有专利完善的保护措施,也没有论文发表的成熟机制,因此在发布方面存在数据投资、保存和应用的制度和技术问题。第三,当数据成为重要资源,产学研政各界都将开始围绕数据展开价值挖掘活动。但如何将数据所有权、使用权、许可权等权利,数据维护和监督等责任,以及数据泄露和不完整等带来的一系列风险分配给不同角色却依旧悬而未决。第四,数据的利益相关者包括企业、高校、科研机构、学者、学生、图书馆、博物馆、出版商、资助机构以及政府单位等。如何在不同利益相关者之间分配数据采集和繁杂的数

据监护任务,并进一步构建大数据时代的数据人才基础设施?第五,从产生到投入实践,数据面临的外部影响主要包括经济与数据价值、数据产权和伦理观三个方面的问题。我们又应当如何缓解或解决这些新问题呢?

将人工智能应用于社会计算,并同时实现社会计算反哺人工智能,将会面临数据层的数据垄断、大数据融合和数据隐私问题,算法层的公平问题,应用层的社会计算研究方法论问题,以及整个生态系统都可能存在的大数据治理问题。如何克服这些挑战,真正发挥二者相辅相成的协同作用对二者的发展都至关重要。

2.2 开源平台管理

开源原指开源软件,现在还包括开源硬件、开源存储、开放数据、开放算法、开放标准、开放内容以及开放组织等^[30]。从本质上讲,开源是数字商品跨越时空大规模生产协同组织方式,是数字经济的公共基础设施,是数字经济国家创新体系的公共平台。长期以来,我国一直未能找到适合本土化的开源工程管理方法论,实践证明,过度依赖国外开源工程已经让我国的国家安全受到前所未有的威胁。面向数字经济未来趋势,我国必须要建立起具有全球影响力的开源平台,不仅服务于我国数字经济发展,也可以借助“一带一路”倡议,吸引更多的国家和地区加入,为全球提供数字经济发展的公共服务产品。

我国学者主要从技术方面来理解和研究开源技术,经济、法律、管理等社会学科鲜有学者深入研究开源技术所引发的诸多领域的革命性变革,跨学科开源理论研究的不足直接影响到我国对开源技术影响力的深刻认识。从开源软件到开源硬件、开源商业,开源表现为技术创新及商业应用两个方面,背后则是一个交叉学科群,孕育着经济学、管理学、社会学及法学等多学科理论创新的重大突破。

(1) 开源平台知识产权策略及关键技术研究。很多人误以为开源等同于免费,这一观念导致开源社区中开源代码的知识产权保护长期薄弱,导致我国开源代码的贡献者长期积极性不高,也导致我国在国际知名开源社区的原代码拥有量不足,在源代码的核心技术层面话语权更少。如何解决开源平台上代码的知识产权是重要研究问题,具体包括解决复合知识产权的权益分配难题,复合知识产权包括联合拥有的知识产权、在原有的基础上衍生出来的

新的知识产权、以及部分雷同的知识产权等等,在此基础上研究开源平台知识产权的合作策略,例如,联合开发、合作升级、免费或者付费更新、定向委托修改等等。

(2) 开源平台开源策略基础理论与关键技术研究。开源已经成为软件的主要开发方式,开源存在的内在机理是什么?同时,开源已经从开源软件延伸到开源硬件、开源商业,并形成了开源文化、开源价值观,开源社会存在已经形成新的社会意识,其内在机理是什么?先进的技术并不能保证商业的成功。对于开源平台而言,这一投入巨大的技术博弈更加需要有前瞻而睿智的开源策略来孵化。因此,需要研究开源知识产权成果共享机制,当某一类型的知识产权形成规模经济效益的时候,需要设计新的更为科学的收益分配机制;研究共享知识产权背景下的长期激励机制——如何激励创始人以及后来的参与人等;研究外部资源与开源社区的对接机制,解决开源社区的可持续发展问题。

(3) 新型开源平台的理念精神文化系统研究。开源平台区别于其他产品的人文特性,在于开源平台的设计者除了精通软件技术外,还必须懂得开源平台所需要代表的先进价值观思想,并负有对社会的高度责任感。否则,构建出来的开源平台就是没有灵魂的空壳,不会有任何的生命力,也会对使用者和开发者,甚至社会都产生不良的影响。因此,需要研究开源平台系统对社会文化的影响;人类命运共同体理念下的开源平台全球文化导向设计;开源平台文化定位的本地化与国际化结合以及差异化策略;开源平台的“一带一路”国际化推广中的文化策略等。

研究开源平台管理理论与关键技术,不仅具有极其重要的国家战略价值,也具有突出的学术价值,亟需加快对开源技术开源商业理论的研究并建立相关管理理论体系。

2.3 人与社会的重构

人类的数字化和智能化进程让人类自身的解放达到了前所未有的高度、广度和深度^[31]。模拟和仿真人类智能的机器人大量兴起。根据国际机器人协会(International Federation of Robotics)的统计显示,全球工业机器人年安装量由2009年的6万台增加到2019年的37.3万台,年安装量增加了6倍多,其中,中国、日本、美国、韩国和德国五国占了全球73%的份额^[32]。与此同时,这五个国家的生育水平却经历了明显下降,尤其是日本、韩国和德国下降

得更明显,进入了超低生育水平。人类的扩展与迷失并存。人工智能时代,人类的可持续发展亟需重构。

万物互联、万物可算、万物智能的发展趋势正在重构人类的学习、生活、交往、居住和工作所在的社会形态。一个新的社会形态正向我们走来。日本将之定义为社会 5.0 (Society 5.0),即继狩猎社会 (Society 1.0)、农耕社会 (Society 2.0)、工业社会 (Society 3.0)、信息社会 (Society 4.0) 之后的新型社会。日本将这个新型社会定义为超级智能社会,认为“在这个超级智能社会中,必要时,将必要的物品和服务提供给需要的人,能够极其细致地满足各种社会需求,所有人超越年龄、性别、地域或语言等差异都能获得高质量的服务,可以快乐舒适生活的社会”^[3]。这是一个即将到来的理想社会。这样一个美好社会的建设面临诸多挑战,亟需我们深化研究,使之具体化,让他早日到来。我们认为在人与社会的重构中的主要研究问题包括以下五方面。

(1) 人的属性和人口再生产。人工智能正在与人类一样享有人的自然属性、心理属性、劳动属性、消费属性、创造属性和社会属性,成为可以与人类并驾齐驱的数字人口,人口的概念已经得到了极大拓展^[29]。那么,人的独特属性又在哪里呢?伴随着人类难以逆转的低生育率和日益扩展的人工智能,人与机器是否真的存在此消彼长的关系?这些都值得深入研究。

(2) 人的主体性。人的主体性问题一直是现代化理论的核心议题。20世纪下半叶,以福柯、利奥塔、德里达为主要代表的后现代主义对主体性进行彻底摧毁和全盘否定^[19]。随着人工智能技术的发展,机器和人工智能的主体性不断得到拓展和延伸^[33]。人类的主体性体现在哪里?机器和人工智能是否享有人类一样的主体性,或者说人类和人工智能是否可以在主体性上存在协同或分工?这些问题都是亟需回答和解决的问题。

(3) 人与社会的联结纽带。人与人正在通过微信、微博等数字化方式建立联系,面对面的沟通和交流正在减少。通过互联网人与人之间联结成为一个巨型社会,在这个巨型社会中人可以与远在天边或者异国他乡的陌生人互动,也可以通过数字化的家谱(比如家谱网站)关联到自己的祖先^[19]。人与人之间的互动、人与社会之间的联接正在呈现前所未有的新模式。社会网络也呈现出前所未有的复杂性特征。

(4) 社会结构与社会分层。互联网、万物网、人联网等不仅改变了人类的生活、工作和娱乐方式,而且还改变了社会人群的基本结构,人类正在经历新的社会分层。自由职业人员的范围正在扩大,其谋生方式也多样化,收入和社会地位呈现出分化的特征。原有固化的社会结构正在被互联网等数字技术解构。社会结构呈现出前所未有的弹性、灵活性和流动性。

(5) 个体与社会的伦理关系。以人为中心的人工智能技术旨在谋求人的幸福和舒适度的最大化,而数字社会和智能社会却也在谋求每个人和整个社会的福祉最大化。如何实现个人和社会整体利益的最大化将是数字社会和智能社会亟需在算法上解决的核心议题。

在数字技术重构社会的过程中,我们要丰富以人类为中心的发展理念的内涵。人工智能的发展再次让人类重新审视自己。基于人工智能技术所构建的数字社会和智能社会并不是天然的万能社会,恰恰是人类对现代性、理性和人性的再一次反思和重构。以人类为中心的发展理念离不开对人的属性和人的主体性的深入思考,是人类行稳致远、实现可持续发展的核心法则。我们要将科技战略与社会发展战略融合,提出人与社会的发展战略。人工智能时代科技与社会的关系达到了前所未有的融合。数字技术改变的不仅仅是人类使用的工具,更重要的是从根本上改变了使用工具的人与人之间的关系和社会结构。将科技与社会融合,提出人与社会的发展战略,不仅有助于解决社会问题,将科技应用到社会的可持续发展,而且有助于树立科技服务于人的发展理念,强化科技发展的社会伦理和道德准则,实现科技与社会的可持续发展。我们要加强自然科学和人文社会科学的融合。人工智能时代科学技术进入了一个与人类和社会联系日益紧密的新时代,需要融合自然科学与哲学、法学、社会学、人口学、伦理学等人文社会科学中去寻找理论共识和道德准则,为人的行为和社会关系的可计算提供更加人性化的算法,最终实现个体最大幸福感、最佳舒适度和社会利益最优的超级智能社会。

2.4 认知科学与人工智能

人类的智能在对复杂社会问题的解决上具有难以替代的优势,但目前的人工智能还远远达不到人的泛化、解释、理解、推理能力,也不能像人一样具有社会行为能力。分析人类社会认知特性并归纳其计算规则,可以从根源上对于基于人工智能的社会计

算算法进行改进。以心理学为代表的认知科学从行为、神经科学等方面对人类的社会认知特性进行了长期的研究,但许多的研究成果仍停留在抽象的理论层面,难以转化为人工智能可用的算法。计算机科学领域虽然成功设计出各种机器学习算法,但是多以工程效率上的目标对算法进行优化,缺乏对机器学习底层逻辑框架的理解和定义。

解决这一重大的科学问题,需要人工智能领域和认知科学领域的深度融合^[34]。社会认知领域可以借用人工智能领域最新的技术框架与数据分析手段,对人类的复杂社会行为进行提炼、分析,并最终量化为可操作的算法。人工智能领域可以借用这些算法理解人类面对复杂社会情景时的认知计算特性,并进一步开发出更具通用性、拟人性的机器学习框架,对传统的社会计算领域进行根本性的改革。因此,基于人类社会认知特性的人工智能算法需要人工智能领域和认知科学领域的深度融合。基于此,我们认为基于认知科学的人工智能的主要研究问题包括以下三方面。

(1) 情景化、多模态人类社会行为分析。现有的认知科学研究框架多以抽象化的刺激呈现方式作为感觉信号输入,难以真实、全方位地还原出人类在社会环境中的状况。这直接导致了在实验室环境中很难收集到真实的人类行为反应。为实现对社会行为的量化和计算化,我们拟构建基于虚拟情景下的人类社会行为实验平台。该平台利用最新虚拟现实技术,包括 3D 扫描、动作捕捉、环幕投影和多人 VR 系统等,构建虚拟人物和复杂社会行为场景。在此环境中,我们将量化操作各种社会场景信息,并实时测试、记录人类被试在各种实验条件下的行为、眼动、外周生理、和大脑信号。

(2) 基于深度学习的人类社会行为建模。传统的计算建模方法无法实现对人类社会行为准确地定量化描述。我们将把在人类行为分析平台中收集到的大量量化的人类社会行为数据,进一步利用深度学习的大数据计算建模方法,结合人类认知行为的特性,自上而下地建立数学模型,最终形成适用于类人认知智能发展的人工智能算法与产生式模型。

(3) 人工智能算法实现与评测。人工智能领域中对于算法的评价多是将其在某些数据集中的表现作为评价指标。这种评价方法极大地受到数据集的制约。我们拟将从人类行为的计算平台中获得的认知计算模型转化为可植入机器人的人工智能算法,

写入到一个机器人实验平台,将机器人投放入真实应用场景,构建一个机器人社会交互适应性的绩效评价体系,检验算法的通用性与仿真性。

从认知科学基础理论到人工智能复杂算法的转换这一研究框架的建立国际上尚属首次,如果成功实现,将有望从根本上改变当下人工智能算法的计算框架。最终,以人智—机智映射为基础的机器学习算法可以反向推动认知科学领域研究的定量化与操作化,形成完整的正向闭环。这一套新的研究体系预期将大大改善现有人工智能评测集带来的泛化弱、追求“刷准确率”等问题,对人工智能向着更为类人的认知智能发展具有重要意义。

2.5 复杂系统建模

网络科学(复杂网络)已成为大数据的建模和分析的重要工具和方法。然而,现有的网络科学理论体系中的指标和模型大多建立在马尔科夫假设之上,现实网络普遍存在高维特性,即节点间的交互作用不能仅用连接的传递作用简单累加,因此,我们必须重视网络的高阶相互作用,使用非马尔科夫模型来进行网络研究。构建随时间不断演化的时序网络对节点交互、网络演化、疾病传播、信息扩散等进行研究,已逐渐发展成一个新的研究方向,使用大规模、高精度的时序网络分析方法开展社会网络研究,重新审视关于网络节点重要性、网络结构与功能、网络动力学过程,具有重要意义。因此,对复杂社会系统高阶依赖与时变特征建模分析,我们提出以下四个关键研究问题。

(1) 考虑高阶依赖与时序特征的社会系统建模与实证分析。围绕复杂社会系统高阶依赖与时序演化特征,开展高阶依赖关系数学建模与计算优化理论研究,开发适用于大规模复杂社会系统建模与计算的数学工具,在在线社交网络、推荐系统、交通系统、通信系统等领域基于大数据技术开展大规模社会系统规律挖掘与行为动力学分析。

(2) 高阶依赖网络结构指标与算法研究。将一阶网络结构指标,如度、介数、集聚系数、接近中心性、核度等扩展到高阶依赖网络中,开发适用于高阶依赖网络节点重要性评估的新指标,开发优化计算方法,降低高阶依赖网络指标的计算复杂度。在此基础上,建立基于高阶依赖网络结构指标的复杂系统结构与动力学研究理论体系。

(3) 高阶依赖网络表示与学习优化。开发高阶网络的表示学习方法,结合图表示学习(包括节点嵌入模型和图神经网络)对大规模复杂社会系统进行

网络化建模与学习。开展基于高阶网络表示学习的知识表示与推理研究、探索基于“图表示+深度强化学习”的高阶网络组合优化算法框架,将高阶依赖网络智能挖掘技术应用现实社会系统分析中。

(4) **复杂社会系统干预与优化。**应用物联网、大数据、复杂网络、人工智能等技术方法对现实复杂社会系统进行建模与优化。重点可考虑一下现实社会系统中的应用:大规模在线社交网络信息传播与引导机制研究、耦合交通系统高阶网络建模与优化、全球化视角下的巨灾风险预警与应急响应协同决策研究、国际经贸中的高阶依赖与发展路径设计等等。

大数据驱动的网络科学是对真实复杂社会系统进行理解和建模的必然选择,采用高阶、时序的建模方法对真实系统复杂依赖关系和演化特征进行分析,是网络理论发展的重要方向,将成为影响广泛领域的一般方法,在复杂社交互动与信息流动建模、时空数据挖掘与行为模型、网络点击与访问模式分析等领域均具有广泛的应用前景。

2.6 仿真系统构建

社会计算从理论走向实践,不仅需要我们对社会现象进行事后的解释,更需要我们能够提前预知风险、预测趋势,并且通过精准手段对社会过程进行有效干预。实现上述目标的关键就是结合动力学模型和真实微观数据,建立相应社会经济过程的仿真系统,从而可以利用历史来学习仿真系统中的参数,并基于此对发展趋势进行预测并提前发现可能的异常和风险。仿真系统将成为社会物理信息系统的核心模块,搭建真实社会和平行空间虚拟社会的桥梁,使得通过在仿真系统比较各种干预措施的效果甚至寻求最优策略成为可能^[15]。

社会仿真系统的建设依赖于真实数据的采集和实时更新,对社会过程的深度理解以及相应的动力学建模分析,以及对特定真实系统的深入理解。此处列出四个典型的研究问题供参考。其中后两个针对具体过程的研究是从大量可能得研究对象中遴选出来的示例。这些研究都需要能够在百万人口以上的城市中进行真实的试点,才能够产生示范推广价值。因而,我们提出以下四个关键研究问题。

(1) **社会过程的建模框架以及经典社会动力学模型研究。**对传播扩散、竞争合作、从众与聚集等社会经典模型进行深入分析,抽象出社会过程建模的实体、关系与相互作用,建立可开源的社会过程建模

框架,支撑在此框架下的新模型开发。

(2) **社会微观数据的采集方法研究与共享开发平台建设。**形成采集社会过程的微观数据的硬件、软件和接口,建设面向社会仿真的数据开放与共享平台,汇聚大量高价值微观数据。

(3) **社会经济态势感知和趋势预测。**建立区域经济发展和新经济产业发展趋势预测模型,形成经济运营重大风险早期预警机制,提升经济系统风险抗击能力。

(4) **流行病传播的仿真、预测与干预。**建立基于人口结构、流动和接触方式的流行病传播防控仿真模型,实现对流行病发展演化趋势的早期预测,并可对各项政策的效果进行事前预估和事后评价。

2.7 因果关系推理

随着大数据的积累,人们已经可以越来越多地通过剖析数据来深刻理解复杂社会经济系统背后的规律。然而,目前的研究大多局限在相关关系的发现。相关关系并不等价于因果关系,因此,当前的研究尚不能帮我们梳理出复杂社会经济系统背后的相互作用机制。随着人工智能技术的发展,特别是有关因果科学、图神经网络等技术的突破,基于数据驱动的方式进行因果发现与复杂系统的机制建模已经成为了可能。

因此,基于数据驱动的因果发现与社会经济系统建模的主要研究问题体现为三个方面。

(1) **基于数据的因果发现。**目前,社会科学中的大多数定量研究都是基于相关关系的,这其中有可能包含着一些伪因果关系。若要得到有效而扎实的结论,我们需要从相关关系中鉴别出因果关系。数据驱动的因果发现是统计学、人工智能、复杂系统等领域的交叉学科。不同领域各自独立地发展出一系列因果发现算法,然而这些方法的彼此关系是什么?在实际社会经济系统应用中的效果如何?这些问题仍然缺乏系统性的研究。

(2) **数据驱动的因果建模方法。**进一步,我们不仅仅需要获得变量之间的因果联系,更要理解系统背后的因果机理。因此,我们需要发展复杂系统的数据驱动建模方法,从而以数据驱动的方式来构造复杂系统因果模型。随着自动微分,图神经网络等技术等领域的发展,完全以一种数据驱动的方式进行复杂系统建模已经成为了可能,并已在各种领域展开了应用。如何更加有效地结合数据驱动的方式和人类的经验构建具有可解释性的模型将成为待解决的关键问题。

(3) **因果推理**。最后,我们希望通过数据驱动模型来进行因果推理,从而对待研究系统进行推断、归因、反事实等相关的推理任务。其中信息推断将能够泛化模型的能力,从而对未知事物进行推断,归因分析则可以利用挖掘出来的因果机制对特定的事件发生原因进行溯源分析。同时,归因的研究能够提高模型的可解释性。第三,反事实推理使得我们可以在因果模型的基础上,对各种假想的非事实情景做推断;也可以根据要达成的目标反推事物的原因。这种能力是检验模型是否真正掌握了复杂社会经济系统背后因果机制的最高标准。

随着时代的发展,新兴技术不断涌现,这也为我们研究复杂社会经济系统的运作机理提供了新的丰富机会。如何结合最新的人工智能、复杂系统技术,通过一种数据驱动的方式,自动化地构建复杂社会经济系统的模型,并发现其背后的因果关系是未来社会计算领域的重点方向之一。

2.8 全球危机管理

当今世界正经历百年未有之大变局,新一轮科技革命和产业变革深入发展,国际力量对比深刻调整,国际环境日趋复杂,不稳定性不确定性明显增加,各国做好内部危机管理和全球性危机管理的任务艰巨繁重。探究全球性公共危机的形成机理、演化规律、治理策略(多主体参与、人工智能赋能全球治理)等,成为具有重要理论意义和应用价值的时代命题。我国需要创新地提出并实施“中国方案”,为各国危机管理和全球性危机管理贡献中国智慧。

全球性公共危机是指在新型经济全球化背景下,危及全球大多数国家公共安全或公共利益、冲击经济社会运行秩序的突发性灾难事件或危机状态。当全球性公共危机发生时,全球性公共危机管理需要中国管理学界的的声音与贡献,主要聚焦于以下几个研究问题:

(1) **全球性公共危机的影响因素、形成机理及演化规律**。全球性公共危机主要包括全球性的自然灾害危机、公共卫生危机、公共安全危机、金融危机、能源危机、恐怖主义和气候变化等。如何提取各类型全球性公共危机的影响要素并分析其影响程度对制定危机管理策略很有帮助;国家与地区间经济、交通、信息等相互作用与依赖关系,以及群体脆弱性对全球性公共危机具有很大影响,如何分析这些复杂相互作用、依赖关系与群体脆弱性,归纳全球性公共危机形成机理及演化规律,设计社会计算的框架与

建模/数据方法是当务之急。

(2) **全球性危机治理中的多元主体参与机制**。全球性公共危机通常是由单一或综合的自然性、社会性和制度性诱因而导致的,具有不确定时空特征,亟待研发韧性治理模式和面向多危机耦合的综合决策理论方法。从危机形态来看,数字化、智能化时代改变了人们认识世界和生产生活的方式,也导致全球危机形态和应对发生了根本性变化。因此,数字化社会下政府与公众的交互机制、全球性公共危机中社会群体心理与群体行为形成机制与量化分析、公共危机全球治理及协同机制也是当下值得探究的挑战性问题。

(3) **危机对政治经济社会的短期与长期影响机理**。全球性公共危机形成与演化的影响因素众多、相互作用关系复杂,动态性、非线性、不确定性等复杂系统特征明显,对经济社会甚至政治文化都会产生短期或长期的深刻影响,亟待识别危机防控对关键行业的直接影响及其对政治经济社会整体影响的路径。另外,互联网与社交媒体也全球性公共危机产生影响,如特朗普的推特治国,极大地改变了美国的政治生态,也直接影响并改变了疫情防控与美国社会生态。因此,危机缓解期社会心理与生活方式改变对经济增长动力的影响,以及后危机时代的全球社会与经济格局重组与创新更值得考虑。

面对全人类的共同危机,没有任何一个国家可以独善其身,习近平总书记强调,中国将继续履行国际义务,国家之间更需要重建互信机制,从全人类的高度达成共识,即坚持相互平等尊重、坚持多边主义合作,在国际组织的主导之下,构建一个有效的合作框架。经济全球化发展大势并没有改变,国际社会共同维护全球产业链和供应链的稳定与安全、携手恢复世界经济势在必行。全球性公共危机管理社会计算与政策智能必将能启动巨大作用。

3 社会计算:迈向一种新的研究范式

当前,社会计算迎来了前所未有的发展机会。因此,要充分抓住时代机遇,迎接上述八大挑战。而解决当前社会计算面临的八大挑战需要创新科学研究范式,促进社会科学与计算机科学的融合。

自文艺复兴以来,科学研究的范式已经发生了三次转移,从文艺复兴前以描述自然现象的实验科学到文艺复兴时期强调模型及其泛化的理论科学,再到信息与通信技术推动的计算科学,直至大数据

时代的“第四范式”，即数据密集型的探索科学，它强调数据挖掘、统计探索与知识发现^[35]。现有四大科学研究范式来源于自然科学，对社会科学的发展起到了推动作用。在“第四范式”下，知识发现是由数据驱动，而非由理论假设驱动，通过对海量数据的分析发现新规律新知识，注重对结果的发现，而非对结果的解释。

处于自然科学和社会科学之间的社会计算和计算社会科学也受益于四大科学研究范式。但是，社会科学和自然科学的研究对象具有本质差异：前者面向人，后者面向物。从学科分类体系来看，自然科学是类型逻辑思维，社会科学是总体逻辑思维。类型逻辑思维认为应该重点关注典型对象，只要理解了典型对象的规律，就可以将其概括并推广到个体和具体问题。总体逻辑思维关注独立各异个案的整体分布，社会科学认为变异是社会现实的本质的，社会学家的的工作就是从变异中寻求规律，以经验为基础，以量化为导向，去概括总体变异的系统模式。

基于理论科学的“第三范式”和数据驱动“第四范式”都不足以解决社会计算的问题与挑战，这些范式应用于复杂的社会科学中仍有偏差，并且现有数据在粒度、广度和密度上的感知能力在完成社会计算任务的过程中尚有不足。钱学森先生在提出“开放的复杂巨系统”理论体系时，指出从定性到定量的综合集成方法是重要方法论。戴汝为等学者将此系统科学方法论扩展到信息空间，提出社会智能科学^[18]，这些系统思维、社会思维和集成方法论为社会计算在新时代的发展和科学范式转型提供了根本性指导思想。

云计算和大数据技术成就了第四科学范式，我们认为在后大数据时代社会计算的科学范式也将转型，并向“第五研究范式”迈进，即社会科学和计算科学高度交叉融合的研究范式。互联网、物联网、5G等信息技术极大增强了数据采集方式，极大激活了连接思维和社会思维，丰富的社会数据和集体智慧的涌现为革新社会科学方法提供丰厚沃土。由此，为实现社会计算研究范式转型，我们应充分考虑以下两个方面：

一方面，社会计算应当充分把握与生俱来的技术和社会优势，在“技术推动社会发展，社会丰富技术内涵”的相辅相成机制中获得进一步发展。在未来万物互联和以城市化为中心的中国社会，社会科学将不再一味依赖信息技术的发展。以5G为例，

近来，这项技术的发展与作用被过分夸大，但科学技术的超前研究并不意味着社会需求的产生。由于5G本身丰富的内涵尚未清晰定义，而其内涵的发生还需要更多社会需求的到来。也就是说，真正将5G技术应用到社会实践中还需要经历更漫长的时期。因此，5G的未来发展不是带宽问题，而是内涵问题，只有依靠社会科学，5G的内涵才能进一步得以丰富。故而，未来的社会科学与信息科技将可能在“技术推动社会发展，社会丰富技术内涵”的相辅相成机制中进一步发展。

另一方面，社会计算不应当一味向自然科学看齐，而是基于对现实世界的准确描述，构建自己的理论框架，形成自己的方法论。基于前述内容，我们有理由相信如果充分利用万物互联时代的技术优势，同时从社会背景和现实需求出发进一步丰富万物互联的技术内涵，进而使社会和技术相互促进，以社会科学家为代表的学者们才可能提出真正植根于社会科学的第五科学研究范式。新的研究范式将以大量社会科学活动为积淀，旨在挖掘新社会需求，丰富新技术内涵，在促进交叉学科研究的同时，推动社会前进。

总之，社会科学应充分发挥技术和社会优势，基于大数据对现实世界的多维描述和社会科学活动的沉积，丰富技术内涵，形成新的方法论，在“技术推动社会发展，社会丰富技术内涵”的相辅相成的机制中完成社会科学的转型^[36]。

4 结束语

社会科学正在进入一个黄金时代^[37]。黄金时期的社会科学的特点是新数据和跨学科融合分析方法爆炸性增长，新要素对解决世界性的挑战问题提供了新思路与解决之道^[38]。社会计算在人工智能大数据背景下既迎来发展机遇，也面临新的挑战。结合社会计算领域本身的“社会+技术”特点，我们认为将上述挑战转换为机遇的关键在于“制度+技术”。一是从制度出发，满足各利益相关者的数据所有权、使用权和许可权等合法权益，从而均衡各方收益；二是以技术发展为根本动力来推动数据价值的深度挖掘，建立数据基础架构，加强协作和数据共享^[39]。

要从根本上顺应技术和社会趋势，实现上述挑战到机遇的华丽转身，完成社会计算的方法论革新，就必须完成科学研究范式转移。后大数据时代的计算模式发展趋势将为科学研究范式转移奠定基础；

智能万物互联的信息技术发展趋势将为科学研究范式转移提供动力；以城市化为中心的中国社会发展趋势将为科学研究范式转移厚植沃土。与已有基于自然科学的四种科学研究范式不同，社会计算领域将有可能在“技术推动社会发展，社会丰富技术内涵”的相辅相成机制中，以大量社会科学活动为积淀，挖掘新社会需求，丰富新技术内涵，从而形成根植于社会科学的第五科学研究范式。

正如陈寅恪先生说：“一时代之学术，必有其新材料与新问题。取用此材料，以研求问题，则为时代学术之新潮流。治学之士，得预于此潮流者，谓之预流（借用佛教初果之名）。其未得预者，谓之未入流”^[40]。对社会计算而言，发掘万物互联场景下的“新材料”，讨论其应用上带来的“新问题”，并开拓“新方法”至关重要。

致谢 感谢为本文做出贡献的各位作者和参加2021年3月26号首届中国人工智能学会社会计算与社会智能交叉学科战略研讨会（洛阳论坛）的各位专家学者。

参 考 文 献

- [1] 万长松. 论工业革命4.0与“超级权力”的兴起. 学术前沿, 2020(19): 88—96.
- [2] 范如国. 公共管理研究基于大数据与社会计算的方法论革命. 中国社会科学, 2018(9): 74—91.
- [3] 日本日立东大实验室著. 社会5.0: 以人为中心的超级智能社会. 沈丁心译. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [4] Schuler D. Social computing. Communications of the ACM, 1994, 37(1): 28—29.
- [5] 王飞跃. 社会计算——科学、技术与人文的数字化动态交融. 中国基础科学, 2005, 7(5): 5—12
- [6] Chen H, Miranda R, Zeng DD, et al. Intelligence and security informatics: proceedings of the first NSF/NIJ symposium on intelligence and security informatics. Berlin: Springer, 2003.
- [7] 王飞跃, 李晓晨, 毛文吉. 社会计算的基本方法与应用. 杭州: 浙江大学出版社, 2013.
- [8] 王飞跃. 人工社会、计算实验、平行系统——关于复杂社会经济系统计算研究的讨论. 复杂系统与复杂性科学, 2004, 1(4): 25—35.
- [9] 孟小峰, 李勇, 祝建华. 社会计算: 大数据时代的机遇与挑战. 计算机研究与发展, 2013, 50(12): 2483—2491.
- [10] 孟小峰. 人工智能浪潮中的计算社会科学. 学术前沿, 2019(20): 32—39.
- [11] 孙伟平. 智能社会: 共产主义社会建设的基础和条件. 马克思主义研究, 2021(1): 48—56.
- [12] 郭雨晖, 汤志伟, 赵迪, 等. 国家创新系统下日本超智能社会对我国智慧社会建设的启示. 科技管理研究, 2020, 40(9): 37—44.
- [13] 汪玉凯. 智慧社会与国家治理现代化. 中共天津市委党校学报, 2018, 20(2): 62—65.
- [14] 贾开, 张会平, 汤志伟. 智慧社会的概念演进、内涵构建与制度框架创新. 电子政务, 2019(4): 2—8.
- [15] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论. 自然杂志, 1990, 12(1): 3—10, 64.
- [16] 戴汝为. 从基于逻辑的人工智能到社会智能的发展. 自然杂志, 2006, 28(6): 311—314.
- [17] 戴汝为. 支持科学决策和咨询的技术——思维系统工程. 中国工程科学, 2005, 7(1): 17—20.
- [18] 戴汝为. 社会智能科学. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.
- [19] 黄匡时. 计算人口学的学科范式、理论基础与技术方法. 北京工业大学学报(社会科学版), 2021, 21(3): 16—27.
- [20] 陈云松. 中国计算社会学的发展: 特征、优势与展望. 湖南师范大学社会科学学报, 2020, 49(5): 1—10.
- [21] Gao J, Zhang YC, Zhou T. Computational socioeconomics. Physics Reports, 2019, 817: 1—104.
- [22] Billari FC, Prskawetz A. Agent-based computational demography: Using simulation to improve our understanding of demographic behaviour. Heidelberg: Physica-Verlag HD, 2003.
- [23] Ritzer G. The Blackwell encyclopedia of sociology. Malden, MA: Blackwell Pub, 2007.
- [24] Lazer D, Pentland A, Adamic L, et al. Computational social science. Science, 2009, 323(5915): 721—723.
- [25] Conte R, Gilbert N, Bonelli G, et al. Manifesto of computational social science. The European Physical Journal Special Topics, 2012, 214(1): 325—346.
- [26] 王国成. 计算社会科学: 发展现状与前景展望. 中国社会科学报, 2020-08-18(4).
- [27] 孟小峰, 王雷霞, 刘俊旭. 人工智能时代的数据隐私、垄断与公平. 大数据, 2020, 6(1): 35—46.
- [28] 孟小峰, 朱敏杰, 刘立新, 等. 数据垄断与其治理模式研究. 信息安全研究, 2019, 5(9): 789—797.
- [29] 黄匡时. 人工智能时代人口研究的前瞻性思考. 人口研究, 2020, 44(3): 118—128.
- [30] 孟小峰, 黄匡时, 马友忠. 学科交叉与数据驱动下研究范式的转变. 中国社会科学报, 2021-04-28(5).
- [31] 黄匡时. 数字化时代的人口学发展: 从人类人口学向数字人口学转变. 人口与社会, 2020, 36(1): 25—37.
- [32] Müller C. The new World Robotics 2020 Industrial Robots. Germany: International Federation of Robotics, 2020.

- [33] 孙祥飞. “机器人新闻”与新闻工作者的主体性强化. 新闻论坛, 2016(2): 42—44.
- [34] 戴汝为, 李耀东, 李秋丹. 社会智能与综合集成系统. 北京: 人民邮电出版社, 2013.
- [35] Tolle KM, Tansley DSW, Hey AJG. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery. Proceedings of the IEEE, 2011, 99(8): 1334—1337.
- [36] 孟小峰, 张祎. 计算社会科学促进社会科学研究转型. 社会科学, 2019(7): 3—10.
- [37] Buyalskaya A, Gallo M, Camerer CF. The golden age of social science. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2021, 118(5): e2002923118.
- [38] Lazer DMJ, Pentland A, Watts DJ, et al. Computational social science: obstacles and opportunities. Science, 2020, 369(6507): 1060—1062.
- [39] Yu Y, Ibarra JE, Kumar K, et al. Coevolution of cyberinfrastructure development and scientific progress. Technovation, 2021, 100: 102180.
- [40] 陈寅恪. 陈寅恪史学论文选集. 上海: 上海古籍出版社, 1992.

Social Computing and Social Intelligence: Opportunities and Challenges

Xiaofeng Meng^{1*} Kuangshi Huang¹ Yucheng Liang¹ Jiayin Qi¹ Xin Lv¹
 Hui Zhang¹ Jiang Zhang¹ Tao Zhou¹ Xiaolin Zhou¹ Yan Yu¹
 Youzhong Ma¹ Shuo Wang¹ Yong Li¹ Liexun Yang² Gang Wu^{3*}

1. *Special Committee on Social Computing and Social Intelligence of Chinese Association for Artificial Intelligence (CAAI), Beijing 100872*
2. *Bureau of Planning, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085*
3. *Department of Management Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085*

Abstract This paper introduces the background of the social computing and social intelligence, examines the basic concepts of social computing, social intelligence, computational social science, and proposes the eight challenges of social computing, including the data ethics and data governance, open source platform construction and management, reconfiguration of the relationship between human and society, cognitive science for artificial intelligence, complex system modeling and analysis, simulation systems construction and research, causal reasoning and causality discovery, and global public crisis management. Finally, this paper presents the shift of scientific paradigms from experiment paradigm, theory paradigm, computer paradigm, and data-driven paradigm, finally to the social computing paradigm, namely the paradigms inclusion between social science and computer science.

Keywords social computing; social intelligence; scientific paradigm; computational social science; artificial intelligence

(责任编辑 姜钧译)

* Corresponding Author, Email: xfmeng@ruc.edu.cn; wugang@nsfc.gov.cn