

人工智能赋能:高校学科建设的创新与发展

——访中国工程院院士陈杰教授*

蔡三发¹, 王倩¹, 沈阳²

(1. 同济大学 高等教育研究所, 上海 200092;

2. 北京师范大学 互联网教育智能技术及应用国家工程实验室, 北京 100875)

[摘要] 陈杰院士从人工智能与学科建设的角度,就人工智能发展缘起、对高校学科建设的影响、高校具体推进案例等方面提出了诸多有价值的建议。他指出:当今的人工智能已经超出信息科学本身的研究边界,将赋能传统学科、加速不同学科间的交叉融合,进一步开放各学科边界,衍生出新的学科增长点,推动交叉学科知识创新发展,形成多学科深度交叉、协同发展的局面。他关注人工智能人才培养,就高校纷纷建立人工智能学院、研究院,开设人工智能专业,建议要结合人工智能的特点,针对人工智能人才需求,加强人工智能基础前沿研究,强调人工智能学科对其他学科的赋能。借鉴美国等发达国家的经验,结合同济大学人工智能学科建设给出了初步的“人工智能+”学科建设的实践路径。

[关键词] 人工智能; 智慧教育; 学科建设; 科学研究; 人才培养

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 蔡三发(1973—),男,福建长泰人。研究员,博士,主要从事院校研究、学位与研究生教育研究。E-mail: csf@tongji.edu.cn。沈阳为通讯作者, E-mail: shenyang@bnu.edu.cn。

一、如何从学科角度理解人工智能?

访谈者:近年来,人工智能技术正被加速应用于人类日常生活和工作的方方面面。您认为,掀起人工智能热潮的因素有哪些?

陈杰:人工智能诞生于20世纪中叶,发展至今已有七十余载,一般普遍认为人工智能发展曾经历过三起两落。40年代,维纳提出控制论——关于机器和生物的通讯和控制的科学,提出了系统的反馈的原始思想,控制论诞生不久,就与电子计算机相结合,从而得到迅速发展,相继出现了工程控制论、生物控制论等新兴学科。1956年,在达特茅斯会议(Dartmouth Conference)上,以控制论、信息论结合图灵计算机原型的发展为基础,来自多学科的科学家一起提出了

“人工智能”的概念。之后的十余年内,人工智能迎来了发展史上的第一个热潮,并取得了一批令人瞩目的成就。但是,由于当时计算能力的不足、数据的缺乏,到20世纪70年代,人工智能经历了第一次衰落的过程。20世纪80年代,随着神经网络BP算法的出现和专家系统的发展,以模糊逻辑来模拟人类思维的能力给科学家带来了新的希望,人工智能出现第二次高潮。但由于其基础性、本源性问题没有实现更大突破,加之计算能力有限、神经网络描述的系统能力限制,以及日本模糊逻辑计算机的失败,人工智能经历了第二个低潮。20世纪末至21世纪初,计算机的计算能力飞速发展,大数据存储容量高速提升,以计算能力和存储能力为支撑的计算机在个别棋类游戏中战胜人类,卷积神经网络通过标记图像大数据的多层网络

基金项目:全国教育科学十三五规划课题“人工智能与未来教育发展研究”(课题编号:ACA190006);中国博士后科学基金第66批面上资助(项目编号:2019M660527)

* 陈杰教授,中国工程院院士、同济大学校长、“复杂系统智能控制与决策”国家重点实验室主任、IEEE Fellow、IFAC Fellow。

深度学习使得计算机识别图像的能力不断提高,自然语言处理能力大幅提升,人工智能的第三次发展热潮由此开启。总体来说,近20年来,计算机运算能力的迅速提升,大数据技术和大数据储备的快速发展,深度学习、先进实用的控制算法等成为这次人工智能热潮兴起的重要技术支撑。这第三波浪潮正推向各行各业,应用场景的需求驱动,数据、学习、控制与大量实际应用背景和专业领域紧密结合,推动了新一轮人工智能的热潮。

目前,发展人工智能已经成为世界许多发达国家的发展战略,同样也已列为我国重大战略。习近平总书记在主持中共中央政治局集体学习人工智能发展现状和趋势的活动中曾强调:“加快发展新一代人工智能是事关我国能否抓住新一轮科技革命和产业变革机遇的战略问题。”“要主攻关键核心技术,确保人工智能关键核心技术牢牢掌握在自己手里。”对于人工智能发展规划和政策布局,我国一直给予高度关注,在2017年、2018年及2019年连续三年的政府工作报告中均提到人工智能。由此可以看出,在新一轮的人工智能浪潮中,我国通过集中力量办大事的政策优势以支持人工智能的发展。未来,我国人工智能研究水平及应用发展很有希望走在世界的前列。

访谈者:从高校学科的角度,您认为应当如何理解人工智能?

陈杰:早期从事人工智能科学研究的学者主要来自控制、计算机、数学等学科,随着大数据和深度学习的应用、计算能力的提升、网络的发展,如今的人工智能研究不仅仅是信息学科的研究范畴,而是与网络科学、数据科学、语言学、心理学、神经科学等多学科紧密相关,还与一些应用学科相关,如城市、交通、生命、医学、制造、海洋、设计等学科。人工智能研究所涉及的内容也越来越广泛,包括理论、方法、工具、系统等不同层面,如机器学习的数学基础、知识表示的方法与存储、智能系统与复杂网络涌现、自动推理和逻辑、自然语言理解、计算机视觉、智能机器与自主智能以及学习工具、软件平台、无人系统等。神经科学、心理学、生命科学等学科为人工智能算法提供思想和原型,数学、统计学等学科为人工智能提供建模、分析和证明,自动化、计算机、软件等学科为人工智能提供手段、工具和平台,结合化学物理材料传感、机械电子控制、空天海洋等形成人工智能系统。人工智能的方法、工具也为传统各行各业赋能,支撑传统学科内涵的提升,支持其他学科在理论分析、实验发现、数据处理、研究范式等方面不断进步。毋庸置疑,人工智能的迅

速发展已经呈现出多学科交叉趋势。

总之,人工智能涉及多个基础学科,以及几乎所有的其他学科,可以说没有哪一个学科不受到人工智能的影响,因此,人工智能是一个具有高度的综合性和交叉性的学科领域。同时,人工智能也需要在更多学科中得以应用与验证,才可以发挥其最大的价值。人工智能研究的本质要求,使其必须跨越学科的界限,在学科交叉与融合中实现进一步的突破。

二、人工智能对高校学科发展的影响与应对

访谈者:人工智能必然会影响高校学科组织,您认为人工智能会在哪些方面冲击学科发展?

陈杰:由于人工智能涉及人、机器与数据采集重构出的信息系统(Cyberspace,又称赛博系统),因此,人工智能技术的应用对各个行业都会产生冲击。智能教育也是我国新一代人工智能规划的重点任务之一。对高等教育而言,由于人工智能技术的应用,教和学的过程会有很多的变化,科学研究以及知识产生的过程也会产生变化,因此,高等学校面临着学科重组、学科更新和新兴学科兴起的历史机遇,传统学科的发展面临着更大的挑战。

习近平总书记在给2019年国际人工智能与教育大会的贺信中指出:“把握全球人工智能发展态势,找准突破口和主攻方向,培养大批具有创新能力和合作精神的人工智能高端人才,是教育的重要使命。”人工智能的发展对于高等教育人才培养的创新起到了助推作用,针对当前多学科交叉协同发展趋势,人工智能相关技术将成为推动形成跨学科、复合型、高层次、创新型人才的关键抓手。此外,人工智能还将对人才培养活动的全过程产生影响,未来在高等教育领域,依托人工智能方法和技术产生的多个平台和系统,将会更有力地发挥知识服务、科学研究支撑、教育教学以及评价反馈等作用,更有效地推动高等学校的学科变革。

同时,人工智能将会在赋能传统学科和推动学科交叉融合方面发挥重大作用。人工智能会进一步渗透到理科、工科、农科、医科、文科等各类学科建设中,例如:人工智能大数据技术可以促进材料、物理、化学等学科的快速创新和知识发现;人工智能学习技术可以促进语言学、教育学、传播学等学科的内涵变化;人工智能发展可以促进法学、社会学产生新的研究方向等。以人工智能技术的新发展为驱动,变被动接受为主动适应,变缓慢发展为持续更新,对发展目标进行重新定位,对学科体系进行动态调整,对教学方法与技术进行完善优化,可能是未来学科变革和规划的重

要任务。人工智能也将加速不同学科间的交叉融合,进一步开放各学科的边界,衍生出新的学科增长点,推动交叉学科知识创新发展,形成多学科深度交叉、协同发展的局面。

访谈者:近两年许多高校相继开设人工智能专业,成立人工智能学院、研究院,发力人工智能人才培养,对人工智能研究领域加大投入,您对国内高校人工智能学科建设方面有什么建议?

陈杰:第一,研究人工智能学科的特点,结合人工智能涉及的基础学科与应用学科,依托高校优势学科建设人工智能学科。基于人工智能领域的学科交叉性,人工智能学科建设对高校整合各学科资源,发挥已有学科的优势提出了新的要求。目前,国内不少院校根据自身实际情况及学科特长,制定了本校的人工智能学科发展策略及发展路线图,形成了自身的人工智能学科特色。

第二,掌握人工智能人才的特点,构建人工智能学科高水平人才培养方案。我国人工智能人才存量总体不足,其中,顶尖人才、一流人才等高端人才更显匮乏,甚至不足美国的十分之一。人工智能的人才培养涉及学科较多,建议按照我国人工智能人才需求特点,从理论、方法、工具、系统等四个方面,结合本校学科实力,科学制定具有不同特点的交叉培养方案,创新人工智能相关领域复合型人才培养,争取将人工智能相关领域人才培养向两头延伸,注重中小学人工智能的科普,注重大学的多学科交叉,以及硕博研究生的基础研究能力、原始创新能力和科技创新能力的培养,确保人才培养质量。

第三,要加强人工智能基础前沿研究。斯坦福大学发布的《2019年度人工智能指数报告》显示,中国学者发表的人工智能学术论文和会议论文数量已于2006年超过美国,与欧洲数量相当,但在人工智能领域内论文引用的影响力上,美国比中国仍然高50%。因此,重视人工智能基础科学研究,提升我国人工智能原始创新能力刻不容缓。人工智能基础问题的解决与否,将直接影响人工智能的未来发展。习总书记说:“把增强原创能力作为重点,以关键核心技术为主攻方向,夯实新一代人工智能发展的基础。要加强基础理论研究,支持科学家勇闯人工智能科技前沿的‘无人区’,努力在人工智能发展方向和理论、方法、工具、系统等方面取得变革性、颠覆性突破,确保我国在人工智能这个重要领域的理论研究走在前面、关键核心技术占领制高点。”

第四,高校在开展人工智能科学研究的过程中,

要主动与前沿趋势、社会需求相结合,在重视基础研究的同时,还要关注人工智能科研成果与应用场景的结合。当前,我国对于人工智能相关领域的人才和技术需求主要集中在智能城市、智能制造、智能交通、智能医疗、智能建造、智能农业等方面。高校可以通过建立多学科交叉大平台、设立双导师制或导师组制,以及强调学科交叉的文化环境和研究氛围等方式,实现人工智能领域人才供给和技术进步的提速增效。要实现整个人工智能产业的大发展,就必须抓住人工智能基础研究与原始创新、技术研发、场景应用三个关键环节。高校在这三个环节中的人工智能基础创新方面发挥着重要的作用,同时,也应当积极推动人工智能领域科研成果的转化,将先进的理论技术运用到实践当中去,使得人工智能技术更好地造福社会。

访谈者:您刚刚提到了一些美国的例子,国外高校也在积极地探索人工智能方面的学科建设,您认为有哪些值得我们借鉴的地方?

陈杰:人工智能已经成为改变世界格局的新工具之一,近年来,美国出台了许多支持人工智能领域发展的政策法规和行动计划。例如:2016年出台《国家人工智能研究与发展战略规划》;2017年发布《人工智能未来法案》;2019年,美国总统特朗普签署《美国人工智能倡议》行政命令。通过对人工智能开展多层次、多角度的战略部署,制定相关标准规范,推动美国在人工智能领域的快速发展。

美国高校也在人工智能学科建设领域开展积极的探索工作。例如:卡内基·梅隆大学(Carnegie Mellon University)为引领计算机技术和人工智能技术的发展及全球影响,建立了人工智能学院,将计算和人工智能的力量带到所有领域,与学院的各个学科一起塑造计算和人工智能的未来;斯坦福大学成立“以人为本”的人工智能研究院(简称HAI),汇集了计算机、神经生物学、经济学和哲学等领域的多名专家,集中开展人工智能领域跨学科合作,并将研究的关注点更多地放在人工智能伦理上。他们认为,在发展人工智能的过程中应当“以人为本”,着眼于人工智能对人类社会的影响,利用人工智能赋能人类而不是取代人类,并将人的智慧进一步融入人工智能。当前,全球人工智能人才需求迫切,据统计,2019年,全球人工智能人才需求达3000万,我国人工智能领域的人才需求更加旺盛,这给世界各国人工智能高质量人才培养提出了新的要求。

三、同济大学人工智能学科建设案例分析

访谈者:据悉,近年来同济大学围绕人工智能领

域开展了许多工作,取得了不错的建设成效,能否介绍一下同济大学开展人工智能领域工作的相关背景与基础?

陈杰:作为国际金融中心、在我国多个领域争当排头兵的海,在服务国家战略方面更是责无旁贷。目前,上海正按照党中央和国务院的总体布局,全力建设全球有影响力的科技创新中心。在2019世界人工智能大会开幕式上,中共中央政治局委员、上海市委书记李强表示,未来的智能时代充满无限可能,上海将会积极顺应大趋势、抢抓大机遇,以开放、包容、创新的精神拥抱人工智能,将上海建设成为人工智能创新策源、应用示范、制度供给、人才集聚的高地。同时,由于高等学校具有人才培养、科学研究、社会服务、国际交流合作的重要职能和先天优势,故而在为我国新一代人工智能发展提供战略支撑方面起到关键性作用。作为国家“双一流”建设高校,同济大学理应争做我国人工智能相关研究的先行者与实践者。

从2000年开始,同济大学就依托优势与特色学科逐步展开平台布局与队伍建设,推动学校人工智能创新。经过十余年的积累与磨砺,建成了智能科学及其相关领域的一流科研平台,并汇聚了一支由院士、长江杰青等组成的国际化研究队伍,培养了一批智能传感与信息融合、智能认知与智能计算、自主决策与优化控制等前沿方向的学术骨干和中青年后备人才。此外,同济大学先后承担了人工智能及相关领域多项国家自然科学基金委与科技部国家重大研究计划项目。在智能感知、智能计算、自主控制、分布式控制、智慧城市、智能交通、智能农业、智能制造、智能医疗等领域和方向取得多项重要突破,并在多个领域达到了国际水平。多篇高水平研究论文发表在*Nature*、*IEEE Trans. SMC*、*IEEE Trans. Auto. Control*、*IEEE Trans. on CSVT*等国际著名杂志上,在多个领域创造了国内外首创和第一。

同时,作为上海市人工智能学会理事长单位、中国人工智能学会、中国自动化学会和中国指挥与控制学会副理事长单位。同济大学通过充分利用多学科交叉优势以及在土木建筑规划、机械汽车交通等传统优势领域的积累与优势,脚踏实地、探索创新,在人工智能领域取得了众多服务地方和引领产业的优秀成果。例如:同济大学于2014年建设了国内首个“工业4.0—智能工厂实验室”;自主研制了世界首套具有网络智能功能的i5数控系统;2016年,联合上海国际汽车城和上汽集团建设了中国首个“智能网联汽车测评基地”;2017年,建立了全球首个IS3智慧基础设施联

盟,拥有工信部授权的第一个国家智能网联汽车试点示范区。此外,同济大学在人工智能领域的多项研究成果已成功实现产业应用并取得了显著的社会效益和经济效益。依托长三角城市群智能规划协同创新中心,建设了国内首个3000个城市联网大数据平台;无人驾驶控制技术在荣威E50纯电动汽车上已经实现全线控自动驾驶,自主研发了国内首个智能交通系统(ITS)、全国首个智能快速路视频分析平台和首套拥有自主知识产权的城市轨道交通CBTC系统装备;开发了面向特定场景应用的无人驾驶清扫车;自主研发了首套适合我国国情的低成本、高可靠性的温室自动控制系統。

访谈者:在人工智能背景下,同济大学传统学科建设是否受到影响?学校又有哪些应对举措?

陈杰:我认为人工智能必然会给同济大学的传统学科建设带来影响,我把这种影响总结为“AI赋能,提升传统学科新内涵”。所谓“AI赋能”,意思就是人工智能为同济大学的现有学科提供了新的发展方向和发展可能性,为传统学科建设注入了新动能,加速了传统学科的内涵提升。

首先,在2018年12月召开的上海推进科技创新建设办公室第八次全体会议上,依托同济大学建设的上海自主智能无人系统科学中心揭牌成立。该中心不仅汇聚了上海的优势资源,还集聚了来自全球各地的力量,瞄准世界科技前沿,力求为未来人工智能发展的重大科学需求做好准备。具体而言,该中心切实推进学科交叉融合,围绕“自主与感知”“智能与涌现”“协同与群智”三大前沿热点问题展开研究,从超材料感知、类自然计算、多体与协同、类脑与仿生等九大研究方向进行科研攻关,建设重大科技基础设施和研发平台,在智能传感、类脑控制器、网络协控技术等核心关键技术上实施重点突破,全力驱动智慧城市、智能建造、智能医疗、智能交通、智能制造、智能农业等领域产业变革。2019年7月23日,中共中央政治局常委、国务院总理李克强视察上海自主智能无人系统科学中心的科研成果时指出:人工智能就是要把人的智慧汇聚起来,更好地为人服务;要注重基础研究,发展热门产业也需要有甘坐冷板凳的人;要加强协同合作,把成果广泛应用到制造业、服务业等领域,造福人民。

其次,学校积极主动承担上海市“智能科学与技术”高峰学科,利用人工智能赋能传统学科,推动跨学科、多学科的交叉融合,提升传统学科新内涵。高峰学科围绕智能科学与技术领域的科学问题实现学科交叉,融合控制与数学、材料与物理、航天与机械、微电

子与通信、测绘与计算机、生物与医学、汽车与交通管理等多学科开展人才培养和科学研究。“智能科学与技术”学科高峰以同济大学为牵头单位,还联合了华东师范大学、华东理工大学、上海大学、上海理工大学等四所学校,充分发挥了同城协同与校际优势互补的作用,共同建设上海智能科学与技术研究院。通过五校协同,打造创新型人才培养体系,培养国际化创新型高端人才。建立上海市的人工智能拔尖实验区,设立面向本—硕—博贯通的人工智能拔尖实验班。实施国际化人才培养战略,通过与国际知名高校及科研院所构建多种合作模式,进行多层次国际化人才培养,通过短期或中长期访问计划、国际学术论坛等,拓宽国际化视野。通过设立人工智能研究生奖学金、提供国际博士后研究岗位等措施,增加国际博士后、博士生和硕士生招生。

最后,2019年3月,根据教育部公布的普通高等学校本科专业备案和审批结果,同济大学获批新增人工智能本科专业。同济大学人工智能专业于2019年起招收第一批本科生,主要培养兼具理论研究素养和开发应用技能的人工智能相关领域人才。也就是说,同济大学人工智能专业的学生不仅需要掌握人工智能领域的基础理论,还需要了解人工智能及相关领域行业的进展,同时,能够运用人工智能的基本原理与方法,设计有效的工程技术解决方案并加以开发应用。同济大学的人才培养目标是“社会栋梁与专业精英”,未来从同济大学人工智能专业走出去的学生将能够在中国人工智能基础研究、技术与产业发展中发挥领军作用。2019年,同济大学新增10个本科专业,其中,多个专业与人工智能相关,包括智能建造、智能制造工程、数据科学与大数据技术、微电子科学与工程等。

Artificial Intelligence Empowering: Innovation and Development of Discipline Construction in Colleges and Universities: An Interview with Professor CHEN Jie, Academician of Chinese Academy of Engineering

CAI Sanfa¹, WANG Qian¹, SHEN Yang²

(1.Institute of Higher Education, Tongji University, Shanghai 200092;2.National Engineering Laboratory for Cyberlearning and Intelligent Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

[Abstract] From the perspective of artificial intelligence and discipline construction, CHEN Jie, an academician of Chinese Academy of Engineering, has put forward many valuable suggestions on the origin of Artificial Intelligence (AI), its impacts on discipline construction in colleges and universities, and the case study at Tongji University. He proposes that today's AI is beyond the border of information science itself, and will empower traditional disciplines, accelerate the convergence of different disciplines, further open up the borders of various disciplines and derive growth points of disciplines. As a result, it will promote the innovative development of interdisciplinary knowledge and create a situation in which multiple disciplines intersect and cooperate with each other. He also pays attention to the talents cultivation of AI. Since many colleges and universities have established AI colleges or research institutes, and offered AI majors, he advises to combine the characteristics of AI, to analyze the talent needs of AI, to strengthen the basic frontier research of AI and to emphasize the impacts of AI on other disciplines. By referring to the experience of AI talents cultivation from USA and other developed countries, combined with AI discipline construction of Tongji University, a preliminary exploration of "AI+" discipline construction has been outlined.

[Keywords] Artificial Intelligence; Smart Education; Discipline Construction; Scientific Research; Talents Cultivation