

AI 与人类智能在知识生产中的博弈与融合及其对教育的启示^{*}

郝祥军 贺 雪

(华东师范大学教育信息技术系, 上海 200062)

摘 要: 人类自制造石器开始就致力于运用工具解放自己。人工智能作为人造技术工具, 已经进入社会多个领域, 参与人类知识生产活动, 正逐渐分担着人类的体力乃至脑力劳动, 并表现出很强的自主性特征。人类与人工智能势必会进行一番“博弈”, 以维护自身主体性。研究从知识生产主体的改变、知识生产方式的改变以及知识呈现形态的改变三个方面分析了人工智能参与知识生产活动的现状, 并基于此辨析了人工智能与人类智能的特征差异。研究认为, 人工智能与人类智能的博弈会在高度分工的趋势下走向人与机器的“握手言和”, 化“零和”为“双赢”, 通过外部的人机协作以及内部的人机融合智能两种路径迈向新的发展阶段。最后, 人工智能再造知识生产流程, 改变了社会对人才的需求, 也引起了教育的思考, 研究总结了三点启示以讨论未来教育的着力点。

关键词: 人工智能; 人类智能; 知识生产; 人机协作; 未来教育

一、引言

自远古时代人类制作石器辅助劳动开始, 人类就致力于制造或开发工具实现自我解放。发展到今天, 人工智能(Artificial Intelligence, AI)作为一种人造技术工具, 已经渗透到人类社会生活的方方面面, 参与人类的知识生产活动。但与以往不同的是, AI正在尝试挣脱人类的驾驭, 表现出更多的自主性特征(巴拉特, 2016, 第15页)。例如, 2017年微软小冰出版首部人工智能灵思诗集《阳光失了玻璃窗》, AI的自主创造已经对作者、发明人、设计人等提出了挑战, 引发了知识产权主体争议, 冲击了当下的知识产权主体制度(曹新明, 咸晨旭, 2020)。有研究认为自主性是人工智能的本质属性, 在智能算法支持下AI能够进行自主知识创造甚至介入人类的决策, 对人类知识创造的智慧性、主体性地位产生潜在威胁(李建中, 2019)。随着在更多方面对技术的依赖性逐渐增强, 人类会丧失主观能动性, 比如智能地图导航的不科学路线规划、个性化推荐导致的“茧房效应”等。人类在无形当中被AI等技术束缚, 在技术造就的“自由”与“放纵”中迷失了自我, 引发了“网瘾”“低头族”“手机依赖症”等忧患; 人类在越发智能化的社会中无法摆脱对技术的依赖而陷入被技术奴役的困境。而且, 随着AI的深度发展, 人类主体客体化、AI客体主体化的现象将更加明显。在强人工智能的最初概念里, 塞尔(Searle, 1980)认为计算机运行适当的程序能和人一样具有思维; 当“技术奇点”出现, 人工智能可以实现自我超越, 对自我实现改造与更新而突破设计者的控制(王彦雨, 2020)。未来, 随着智能算法的更新升级, AI将会参与更多知识生产活动。以AI结合大数据、云计算技术为例, AI突破了人类的认知极限而能在海量数据或信息中发现人类无法获取的内容与知识; 以数据驱动的、机器学习支持的人工智能正在替代人

^{*} 基金项目: 2019年度国家社会科学基金重大项目“人工智能促进未来教育发展研究”(19ZDA364)。

类体力乃至智力劳动(白惠仁,崔政,2021)。

AI 向人类智能的逼近甚至超越,已经使得人机关系紧张,人类出现不自在的状态,引发了人类的自然主体性的危机警觉(徐瑞萍,吴选红,刁生富,2021)。人类应该及时摆脱技术依赖,进行人的主体性重构,认识到 AI 依然存在很多不足,数据驱动的知识创造存在诸多局限,AI 还不具备人类常识、伦理、情感等无法被表征和推理的知识。人类若想保持自己在未来社会发展中的地位,克服 AI 带来的职业替代性危机,必须发展人类区别于机器的独特智能,在未来化解人机关系的冲突。因此,在符合人类发展的客观要求下,未来知识生产活动中 AI 与人类势必会进行一番“博弈”,使得人机分工越加清晰,在各自专长的领域各显神通、优势互补,最终实现人与机器“握手言和”,化“零和”为“双赢”,走向人机共生。本文将梳理 AI 参与知识生产活动的现状,进而比较人类智能与人工智能的特征差异,剖析 AI 参与知识生产的局限性,最终预测未来人机共生的途径,并提炼其对未来教育发展的启示。

二、AI 参与知识生产活动的现状

人工智能发展至今,无疑对人类社会的生产生活产生了极大冲击。在人们逐步探讨人工智能的价值及应用的同时,其已经为人类社会带来了一场不动声色的变革,对当今社会的影响可能是史无前例的。尤其处在知识经济时代,数据成为新的知识生产要素,而新一代人工智能是对人类知识进行模拟、学习而发展出来的一种数据分析技术,在新闻写作、材料研发、医学研究、金融投资、艺术创作等知识生产领域有诸多应用(苏明,巴特尔,2021);这使得以物质形态出现的生产要素在产品中的价值比重逐渐下降,而越发注重知识、信息的资源价值(张康之,2021)。人类的知识生产活动走向一种数据驱动的方式,人类知识形态走向了信息技术支撑的交叠形态,以计算科学来阐释人类的社会现象与科学问题,通过大量、多源的数据采集、处理、挖掘和分析来实现大数据知识发现与生产(韩震,2021)。因此,人工智能在参与知识生产的过程中也影响着人类的知识观念,极大程度上推动了知识生产主体、生产方式以及知识形态的转变。

(一) AI 改变知识生产主体

近年来,人工智能越来越多地参与到人类的知识生产活动中,知识生产从“以人为主导”发展为“人机协同”工作,甚至在某些领域,人工智能已经取代了人类的劳动。例如,将人工智能引入新闻传媒领域,使得智能媒体作品逐渐走向大众视野。新华社近年来持续推进 AI 与新闻应用场景的融合,在生产环节直接利用“媒体大脑”、AI 合成主播等智能化工具和平台,对新闻素材进行自动分类和标引,智能化生产文字、图片等 30 余个品类的全媒体产品,实现了新闻生产的智能化创新(环球网,2019)。AI 参与新闻编辑,机器快速写作这一应用使得新闻从业者的报道能够更快速、更高效以及更逼近真相。此外,AI 在信息的抓取、分析和解读方面具备绝对的优势,这也使得新闻资讯能够更加精准、快速地满足读者的个性化阅读需求(陈昌凤,霍婕,2018)。当人工智能技术被引入新闻传播行业,我们每天阅读的新闻资讯已经从人类创作转变为人机协同编辑甚至机器自动化生成,原有的传播格局被打破,新闻编辑由传统的以人为主导转变为人与 AI 的共存(任瑞娟,王保超,赵雅倩,2021)。如果说 AI 参与写作、编辑等活动还仅仅是辅助人类进行文字、图片、信息的处理,那么当它走进科学领域,与人类科学家一起对科学的奥秘进行探索与发现时,它在人类知识生产中发挥的作用就更不容忽视。早在 2009 年,机器人科学家“亚当”问世,其独立完成科学实验与科学知识发现的能力令人惊讶,它曾成功完成了酵母酶的实验,成为首个实现科学发现的人工智能机器人。之后,相关团队又致力于机器人“夏娃”的研究,主要用于药物研发,再次推进了人工智能在科学研究领域的发展(控制工程网,2015)。“亚当”与“夏娃”仅仅是人工智能应用于科学研究领域的一个缩影,极大地提高了研究效率。但从中不难发现,“亚当”和“夏娃”不同于文字编辑中机器与人的协同工作,机器人科学家已经可以代替人类科学家独立进行复杂、繁琐的实验。同样,在教育知识场域中,人工智能的介入也引发了教育主体观的思考,教师虽然能实时精准掌握学生学情、对学生学习行为与课堂专注度进行自动化的分

析,但其对智能技术的强依赖性逐渐使得教育主体客体化。而AI又被贴上了“智慧”的标签(智慧城市、智慧教育等),能够促进个性化学习或因材施教,似乎有了“主观能动性”,作为客体的AI似乎在逐渐主体化(张刚要,梁青青,2020)。而且不可否认的是,人机协同教学、智能“双师”课堂(人类教师与智能机器人教师)等新的教学形态已在现实中出现并探索实践(赵鑫,吕寒雪,2021)。因此,不管是在新闻传播、科学发现还是教育领域,人工智能已经在逐步分担人类的智慧性劳动乃至以携手人类的协同方式向主体地位靠近。从人类主导到AI与人类协同,人类在知识生产中的主体地位受到了“威胁”,人的主体性由于AI的加入正在慢慢被削弱。

(二) AI改变知识生产方式

AI工作效率高、学习能力强的特点使其在诸多领域备受推崇,改变了各领域的知识生产方式。在传统的知识观中,知识源于人类实践经验的总结和提炼;但AI参与的知识生产,变成对大量数据的深度挖掘,导致知识并非来自经验而是数据挖掘。如今,AI主持人、AI歌手、AI诗人以及AI教师等已不足为奇。以“微软小冰”为例,自2014年发布起,小冰活跃于文学艺术领域,致力于诗歌、音乐以及美术等作品的创作,甚至举办了画展、出版了个人绘画作品集,引起了极大关注。从艺术创作方式上来说,人类创作行为以大量个人经验与所见所闻为基础,其作品融入了个人思想,反映了人类的情感、态度与观念。例如,古人或因美景壮丽而作诗称赞,或因仕途落寞而奋笔抒怀,后来人们同样会依托于个人情感和经历创作小说、音乐、诗歌等。而人工智能背景下的创作行为是对人类大量已有艺术成果的挖掘、分析和重组。可以说,在知识表征与推理层面,AI参与的知识生产是一种基于知识库和规则事实逻辑的“集体知识系统”,是包含搜集、处理、生成、匹配、推荐为一体的某种“实在的对象”的生产系统(吴飞,段竺辰,2020)。这种基于知识库和规则事实逻辑的智能系统在教育中也有大量应用,如自适应学习系统以个性化测试与诊断、个性化学习资源推荐支持着个性化教育的实践。而且,在教育中人工智能不仅渗透于教学实践,还推动着教育研究范式的变化,即教育科学研究正在进入“数据密集型”范式,其通过教育数据挖掘快速发现教育状态、反映教育活动规律、引导教育实践(王战军,乔刚,2018)。这种以数据为根据的教育研究范式,极大地改变了教育研究者的思维方式,使其更加青睐全样本数据、注重相关关系以及强调研究效率。但大数据支持的教育科学研究可能陷入数据逻辑的陷阱而忽略教育的独特价值属性,导致深陷外在表象等问题。所以,人工智能正在逐渐改变人类的知识生产方式。智能时代,AI参与文艺创作不仅已成为可能,其作品甚至不输于人类诗人之作;人类教师或研究者以往需要通过多年的经验积累与总结才能发现的规律,人工智能却能在机器学习算法下快速获得。可以说,当今时代的知识生产方式由于AI的参与而发生着巨大变化,不再仅仅依赖于实践经验,诸多内容的产出离不开对数据的深度挖掘、剖析与应用。然而,人工智能虽然能对人类已有知识进行规则性模仿,整合大量数据,实现自主性的艺术创作乃至教育规律发现,但人类艺术作品是思想、文化、情感的汇集,人的教育活动有其复杂性和价值性,这都是AI所不及的。而且,AI中所谓的“学习”是一种机械式的学习,即便是深度学习,其本质也只是数据支持的挖掘分析过程。缺少了情感与价值支撑的人工智能文艺创作或者教育实践是否真正有灵魂、有意义,仍有待深究。

(三) AI改变知识呈现形态

随着AI对知识生产方式的改变,知识呈现形态也在发生变化,进而加速了知识载体与传播方式的变化。AI参与知识生产活动使得知识更具灵活性,由实体化向数字化发展。在以往的认知中,知识多以纸质书本等实物为载体,以文字形式存在。但在信息化时代,视频、图像等形式成为主流;而在智能时代,人工智能参与各个领域的活动,势必会带来新的知识产出,此类知识多呈现虚拟化的特点,以数字化形式进行存储,通过互联网进行传播,因而人们获取新知识的内容范围和途径也更加广泛。在教育教学领域,知识形态与知识载体的转变尤为明显,AI的发展带动了一系列智能技术的应用,为教育教学创设了更为真实的环境,知识传授从口耳相传、文字学习变成了体验式学习,知识的“硬度”降低,

知识形态更加软化(王天平, 闫君子, 2021)。例如, 学习者利用虚拟现实、增强现实、全息投影等设备进行学习, 知识呈现形式则异于传统形式, 而是以虚拟化图像呈现。此外, 知识越发具象化和集成化, 可以说自动化的机器人本身便是知识集。知识不仅可以从人与物、人与人的交互中获得, 还可以从人与机器的交互中获得; 而在知识传授与获取过程中, “智能导学系统”“智能测评系统”等新工具的参与, 可以通过数据化形式更加科学、精准、个性化地诊断学情, 辅助学习者更好地进行知识学习与理解。值得注意的是, 人工智能知识成果的质量丝毫不亚于人类知识成果, AI 支持下的呈现方式可视化程度更强, 更有利于学习。这也极大地刺激了人才培养观念的转变, 如今社会对创新人才的需求越来越大, 在思考如何降低人类技术依赖性的同时, 也在无形中推动了教育模式的变革。

但随着 AI 应用范围的扩大、应用程度的深化, 其参与知识生产的各种问题也日益凸显, 比如导致精英权力弱化、知识理解问题、知识约束问题、数据垄断问题和知识产权问题(苏明, 巴特尔, 2021), 甚至导致一些人出现恐惧感或者盲目乐观的极端感知。人类对人才的培养重点也转移到适应未来环境的能力与素养上, 强调对人类独特智能(如创新能力)的培养, 使之能够主动识变、应变和求变, 以捍卫人类在智能社会的主体地位, 应对未来世界的不确定性。因此, 我们必须比较人类智能与人工智能的特征差异, 认清 AI 在知识生产中的局限性以及人类智能的独特优势, 以更好地发挥 AI 效能, 服务人类发展的目标。

三、AI 与人类智能的特征比较

随着 AI 在人类知识生产活动中的参与增多, 人类在知识生产中的主体性日渐削弱。但我们深知 AI 参与知识生产还有很多局限和不足, 尤其当前处于以数据驱动的弱人工智能阶段, AI 只能从相关性上获取事物之间的联系而无法从因果关系上理解知识。例如, AlphaGo 虽然击败了人类优秀的围棋选手, 但在执行大多数人都能完成的普通任务方面仍然困难重重。这也恰如莫拉维克(Moravec, 1998)所写, “要让电脑如成人般地下棋是相对容易的, 但是要让电脑有如一岁小孩般的感知和行动能力却是相当困难甚至是不可能的”, 著名的莫拉维克悖论发现了人工智能与人类智能的一些差异。基于 AI 参与知识生产活动现状, 研究进一步比较了 AI 与人类智能的特征差异, 分析了 AI 在向人类知识生产发起“进攻”时的不足以及人类在维护主体性地位中的独特智能优势。

(一) 人工智能: 以“计算”为特征的模拟智能

众多科幻电影(如《终结者》)为人工智能塑造了无所不能的形象, AI 能够和人类一样思考、表达情感, 甚至具备超人的技能。美国学者库兹威尔(Kurzweil, 2011, p.2)提出的假设认为, AI 将在不久的将来超越人类, 到达一个人类无法理解的高度, 并取代人类成为科技继续发展的智能主体。在现实中, AI 的确发挥着巨大作用, 在医学中助力影像分析与疾病诊断、在交通上催生无人驾驶以及在新冠疫情防控中担任重要角色。但当前尚处于弱人工智能阶段, AI 本质上是遵循着一定的逻辑与规则, 以“计算”为特征的模拟智能。

首先, 数据与算法是人工智能的关键支撑。人工智能发展到现在, 已经成为数据驱动的智能, 而深度学习、强化学习等机器学习算法的功能应用需要依赖大量数据的支持。就以 AlphaGo 为例, 其能战胜人类棋手, 是从有限的观测数据(即数百万围棋专家的棋谱)中学习并总结出一般规律, 继而进行无数次重复强化学习训练, 最终实现在对手走出任何一步棋后, 机器都可以在最短的时间内通过分析每一步棋出现的可能性来解锁所有的对应步骤并选择最优解, 这背后的基本算法是蒙特卡罗树搜索(Monte Carlo Tree Search, 简称 MCTS 算法); 后来 AlphaGo Zero 战胜 AlphaGo 是基于强化学习的算法支持实现了自我对抗学习(Silver et al., 2017)。而这种智能就是一种计算, 是通过程序命令、按照一定规则运算的模拟智能。北京大学陈钟教授直接指出, “人工智能的本质是计算”(陈钟, 2017); 袁伟(2021)在其研究中同样认为, “所谓的模拟人类大脑神经网络, 并不是创造出一个跟人类大脑一模一样的机制, 因为人类大脑的工作机制我们至今也还远未弄清楚, 而是在大脑神经元的启示下发明的一些算法,

其实质是计算”。AI中一直说的“学习”也就是在执行算法,遵从设置好的规则、逻辑和范围进行计算,以达到一定的模拟人类行为的功能。而对于人类来说,生理上的局限直接导致人类感知和处理信息的能力受限,难以处理海量数据,算法的精确性、自动化能够使得规律的发现更加迅速、高效,这无疑解了人类知识生产的燃眉之需。但随着技术的社会介入程度加深,技术伦理、数据安全等问题也日益凸显,现代社会正逐渐发展成一种风险社会形态(刘莹,2008)。在这样的技术赋能作用下,人类又该如何摆脱对技术的依赖以及正确认识技术的两面性,从而守护好人类在知识生产活动中的主体地位,保护好人类社会的安全稳定。

其次,人工智能是对人类智能的拆分模拟与实现,且是独立分散的。目前,AI在社会各领域都有应用,大到航空航天、科学探究、无人驾驶、智能家居,小到智能手机中每日歌曲/新闻推送、人脸识别支付等。在生活中,AI几乎无处不在,市场上任何能够完成一个流程行为的自动化机器都尽可能在资本运作下戴上了人工智能的高帽。人类生活在AI浸润的社会环境当中,开始有了一种会被替代的危机感,很多岗位的职员在AI的应用趋势下面临失业的风险。人类面对AI带来的职业挑战不得不思考如何提升自身的业务能力,发挥出智能技术无法替代的价值或作用。而这也恰好说明为什么教育中“核心素养”“智能素养”“数字技能”的呼声越来越高。但总体来看,看似智能灵活的机器也只局限于某些特定领域为人类服务。例如,AlphaGo只能在围棋上战胜人类,却不能胜任洗衣做饭的家务;无人驾驶汽车虽然可以根据智能导航到达指定地点,却不能承担交通意外事故的责任。的确,AI在计算速度、数据处理能力等诸多方面超越了人类,也在很多重复、机械的职业劳动上顶替了人类,营造了职业替代性恐慌。但终究诸多方面的应用是独立分散的,是人类部分智能的单一实现,比起人类的综合与通用性智能,其远不能实现超越。人类的实践活动需要更多想象力与创造力,而AI在目前的水平上依然只是一种基于计算的模拟只能,只能依据指令行事,按照既定的形式规则或算法去执行,而不能超出形式规则所能处理的范围。所以,即使AI能够代替人类更多的体力劳动或者分担脑力劳动,其本质仍然是支持人类生存发展的一种手段或工具。

最后,人工智能暂不涉及意义的理解与解释,更多的是一种计算结果。AI虽然在人类生活的很多方面都表现出智能化的行为,能够下棋、驾驶、翻译乃至对话,但其并非真正知道、理解这些行为产生背后的原因。因为AI所依赖的机器学习是在各种算法与强大的计算力支持下自动处理数据,在数据中自主寻找并生成规则,实现AI模拟人的学习活动,自主获取知识和技能;而机器学习对事物间隐蔽的关系发现以及规律发掘,更多的是一种相关性知识,无法从真实的生活情境出发解释问题出现的原因与意义。以现在较为普遍的知识图谱为例,其可描述真实世界中存在的各种实体或概念及其联系,是目前人工智能助力知识可视化的关键技术;其因能基于智能推理在大量数据与信息中构建实体联系,实现较好组织形式的知识管理,而在各项实践中备受追捧。再比如机器学习中的神经网络,其可从数据(如猫的图片)里发现并记忆事物的规则和特征,与现实中的事物进行关联比对。不可否认的是,这种机器学习实现的自动化分析的确很有用,能够提高科学知识生产效率甚至产生某种机器知识(白惠仁,崔政,2021),但许多有趣的科学问题如果脱离了对实践环境的多维理解,机器科学就会曲解和误导(Gianfelici, 2010)。尤其在教育科学研究中,情境的独特性与复杂性更加不能仅以一种相关性解释,由实验设计得出的定量数据往往是对教育复杂情境或问题的简约化表达,无法全面观照,由此陷入数据逻辑的陷阱。所以,不能忽视人类在机器科学中起到的关键作用,机器自动化产生知识的前提是人类要能够掌握并更新知识生产的前提假设、参数设置,要为新知识的产生作出有意义的解释。

(二) 人类智能:以“算计”为特征的通用智能

历史上著名的图灵测试(Turing Test)和中文屋实验(Chinese Room)对“机器是否具有智能”展开了激烈的争论。图灵(Turing, 1950)认为,机器能够接受人类的提问,完成人类的问题就具备智能,并且人类大脑运行的本质与计算机的操作系统是完全一致的,本质都是计算。但是,塞尔(Searle, 1984, p.41)

通过中文屋实验提出了截然不同的观点,即智能是人类建立在生物基础之上所独有的,且理解能力是智能必不可少的部分,而机器只是依据人工编程完成指令,并不是智能。正如前文分析,人工智能是以“计算”为特征的模拟智能,“计算”是对事实的统计、规则和运算,是事实功能导向。而人类智能通常都是理性与感性同在,充满了各种复杂的常识、情感、伦理,具有不可表征性,研究将人类智能总结为以“算计”为特征的通用智能,“算计”是基于过去、现在和未来的估计、规划和谋动,是价值能力导向,与人工智能有着本质的区别。

第一,人类智能的生命属性。AI 与人类最重要的区别之一是人类智能建立在自然生命属性之上,比如人类具有衣食住行的本能需求,AI 根本没有由内而外的需求。由于智能机器没有生命层面的本能需求,更多资本企业就更加倾向选择能够持续进行生产经营活动的智能机器,降低人力资本投入。这更加刺激了某些岗位从业者的失业危机感,但还难以说明 AI 会因此替代人类。毕竟,生命属性还蕴含着人类心智在生命进化过程中的决定性影响。清华大学蔡曙山教授(2020)从认知科学的角度分析,认为“心智和意识是人类生命的唯一标准”,并以此质疑了生命 3.0: 人工智能赋予生命。人类的科学一直未停止对人脑的研究,至今未完全打开人脑“黑盒”。而人工智能与人类智能在心智层面的确存在着巨大差异,AI 虽以“硅基生命”的形态被定义,却根本不具备人类诸如意向性、认知与理解力等心智。在意向性上,“触景生情”“喜极而泣”等都是人类意向性的外在表现,人类具有很强的主观能动性,能够基于经验、直觉产生某种行为意识,是自然而然的过程;而 AI 从信息获取开始就必须依赖程序命令,经过大量样本的训练才能实现人类部分智能的模拟,所以 AI 目前还是人类智能的一种表现形式。在认知上,人类的智慧与顿悟一直是 AI 所不可及的,语言、思维与文化是人类独有的认知能力,语言认知、思维认知和文化认知也是人类特有的高阶认知形式(蔡曙山, 2020);而 AI 在自然语言处理上还在初步发展阶段,更不要谈从思维和文化中获得认知。在理解力上,塞尔在中文屋实验中就阐明机器不具备理解能力,理解力是对事物或事件的多维考量,除了相关性还更多涉及因果关系;而 AI 虽然能够写诗、绘画或实现围棋博弈,却无法理解诗句、画作所表达的细腻情感,也无法领会棋盘中的乐趣。AI 虽然在意向性、认知、理解力上做不到像人类一样灵活生动,但 AI 以其强大的数据计算能力、信息处理能力等正分担着人类在各类生产生活中的劳动,我们不能轻视 AI 的优势与潜能。

第二,人类智能的通用属性。这里的通用属性是指人类在实践中的主体性、能动性与创造性。在马克思主义的论述中,人的主体性是指主体对客体的主导地位以及对客体能动地认识和改造的特性,人的实践能力和创造力是主体性的根本内容。而实践就是人之所以成为人的根本所在,人类从猿的形态到解放双手会直立行走、会使用火以及发明语言文字都是在实践中产生的。人类在社会生产实践中为了生存和发展能够能动地对客观事物进行改造和发明,甚至实现自我改造,具有很强的主观能动性和创造力,进而在人类的历史上出现了原始社会、农耕社会、工业社会到信息社会的跃迁。正是由于人的主体性作用,才有了人工智能这一认识世界和改造世界的工具或手段的出现,所以 AI 是“把主体的认识能力转化为认识客体,然后对之进行认识与模拟”(陈步, 1978),并在人类社会实践中产生的,其本质也是人类本质力量的对象化(袁伟, 2021)。而 AI 则没有人的通用属性,其一是 AI 在执行任务时没有任何的主体性意识或意向性,不存在任何能动性,只是在围绕既定的编码规则进行运算,无法灵活地应对既定形式规则范围之外的突发情况;其二是 AI 没有创造性,虽然能够实现新闻撰稿、自动编辑以及艺术生成,但其背后依然是对人类实践活动的模仿,不能超出算法而有想象力。人类智能在主体性的支撑下,能够灵活地发挥能动性和创造力,不断适应外围持续变化和复杂的环境,实现对世界与自我的改造与创新,有很强的通用属性。

第三,人类智能的社会属性。AI 不仅没有人类吃、喝等基本生命需求,也不存在对真、善、美等精神层面的需求,还缺乏对理想信念、伦理道德的崇尚。而人类智能在自然生命属性之外还有社会属性,人类在社会生活中遵循着千百年演变而来的生存法则,内心充斥着崇高的理想信念、伦理道德、文

化信仰,所进行的社会活动受到一定的政治、法律以及道德的约束。当前,引起广泛重视的就是 AI 伦理安全问题,其反映的就是 AI 本身没有形成在社会实践中的价值准则,其行为若脱离人的控制或者受到恶意的人为操控,都将对人类社会产生不良影响。技术哲学家乌尔里希·贝克(Ulrich Beck)认为,技术作为一种人造物在创造之始就暗含了风险的成分,可能给人类带来无法预料的后果(刘莹,2008)。技术是人造物,无论其功能和优势有多大,其价值都在于为人服务,人应是技术的起点与终点。这就说明由于技术引发的伦理、安全等风险,应充分发挥人的主导地位,而不是任由技术随意发展。人的社会属性决定了人在价值层面具有社会价值和自我价值两个维度,社会价值是指个人通过自己的实践活动为满足社会或他人物质的、精神的需要所做出的贡献和承担的责任。AI 虽然能够在生产中替代人类的部分体力与脑力劳动输出社会价值,却无法为自己在实践中的失范行为承担责任,比如一直讨论的无人驾驶的交通事故责任认定问题,机器人或 AI 引起事故究竟由谁承担,其背后也反映出人工智能缺乏自我价值的形成。AI 只是一个按照程序执行命令的机器,没有行为意识,也无行为结果的考量,当自我价值与社会价值出现矛盾时,其也无法生成服从社会价值的决定。所以,从人类智能的社会属性上看,AI 是一个没有常识、缺乏情感、不会自我约束的自动化机器,而人类智能的社会属性代表着一切社会关系的总和,由内而外充满了对理想、品德、文化的价值追求,形成了对道德、伦理、法律的崇高信仰。

四、AI 与人类智能的融合路径

AI 从 1956 年几经波折发展至今日,对人类社会的进步有巨大的贡献。人工智能和人类智能其实各有优势和不足,从根本上理解两者的特征差异,不仅能避免成为悲观的卢德主义者(Luddites)或盲目乐观的乌托邦主义者(Utopian),也能从理性的角度促进人与机器在更多的领域协作或融合。而且,AI 和人类各自的智能优势与缺陷也要求未来必须进一步提升人机和谐共处的意识。人类智能与 AI 就如同同一枚硬币的两面,互为条件且不可或缺,未来两者的相处之道就是人机合智(高奇琦,2019)。结合目前的研究以及对未来趋势的预测,将有两个途径可实现 AI 与人类智能的融合:一是外部的融合,即人机协作智能,实现社会生产生活中的人机明确分工;二是内部的融合,即人机融合智能,将“人脑”与“机器脑”实现跨物种连接。

(一) 人机协作智能

协作智能(Collaborative Intelligence)在爱泼斯坦(Epstein, 2015)的研究中这样被定义,即将任务更合理地分配给人类一部分,而另一些子任务则分配给计算机,将人和计算机具有的技能互补;其目的不在于替代人类,而在于实现人类的目标。人机协作是现在以及未来亟需发展的社会趋势,两者组合所产生的互惠效应能够强化彼此的能力,在各自擅长的领域扮演重要角色,促进社会发展。根据系统的文献分析,目前 AI 与人类存在多种协作模式,例如 AI 辅助人类任务、人类监督 AI 进行任务以及人类与 AI 协作的任务委派模式等(李忆,喻靛茹,邱东,2020)。这些协作模式在工业生产中较为常见,人机分工在生产流水线上,将机械重复性任务给 AI,高度灵活与创造性任务给人。因为人类智能的社会属性以及通用属性,能够在任务执行过程中作出符合人类伦理的决策,机器对可重复的任务能够高精度、高速度地完成,两者协作提高了生产效率(Djuric et al., 2016)。在知识生产中,AI 的高信息搜索、数据处理能力在生物、医学、新闻等领域发挥出巨大优势,能够大规模分析和验证各种类型的数据与信息,同时基于人类在专业性、逻辑、伦理等问题上的处理优势进行协作。前文提到的新华社利用“媒体大脑”生产新闻图片、文字等自动化过程中,也全程人机协作,通过人工审签,在确保生产传播效率的同时也能够兼顾人类受众的价值、文化因素。随着 AI 的深入发展,未来社会的更多领域将被人工智能进一步渗透,人在社会生产生活中更多的体力或脑力劳动将被 AI 分担,人机分工的协作形态也将在这个过程中更加明确。

不仅社会生产中正在践行和提倡人机协作智能,教育教学中也正在逐步探索人机协同的课堂形态

与教学模式。这里的“机”不仅是实体机器人,更是在教育中扮演着重要角色的技术应用。比如智能黑板、智能课桌、平板等智能化设备已经深入一线教学实践,它们配合着教师进行课堂考勤、课堂互动、资料(作业)分发、自动批改以及学生学习行为、表情、认知的诊断分析等具体活动。而且,随着物联网技术与人工智能相结合,万物智能互联的课堂生态将会出现,实时帮助教师精准评估与诊断课堂教学效果与问题、及时干预课堂教学过程、调整课堂教学模式进而提高课堂教学能力,使得课堂教学呈现出“数据融合”“个性化建模”“动态干预”等技术创新教学的特征(顾小清,王超,2021)。可以说,人工智能技术重新定义了教学过程的授导模式,进一步提供了重新打造学与教的手段、过程和方法,对传统学校教育以教师为中心、以教为中心,依托固定的、标准的教学大纲进行知识传授的教育手段、方法及途径产生了冲击,在教学资源、教学环境、教学方式以及教学目标上都进行了认知再造,重塑了教学的流程。在“双减”政策下,形形色色的教育应用着实为教师减轻了许多负担,也越来越为一些教师所热衷。但在 AI 与人类智能的差异消弭之前,应理性看待 AI 的技术优势,清晰认识人类智能的独特属性与主导地位,要更加重视人类在教育教学中的关键作用,因为技术风险究其本质是一种“人为制造的风险”,教育以立德树人为根本任务,应时刻警惕智能技术带来的教育异化风险。

(二) 人机融合智能

有学者基于机器学习辅助人类创造性认知活动的优秀表现,认为未来创造性认知劳动方式将可能是某种人机融合智能(白惠仁,崔政,2021)。的确,AI 在计算速度、检索能力、工作持久性等多个方面远强于人类,没有情绪、偏见等复杂负面因素干预,但很多工作还需要人的情感、意向性、理解力以及文化道德来支持。除了外部世界的人机明确分工协作,如何将人的认知与机器的“认知”连接,使人类快速获得机器的能力来突破自身局限? 人机融合智能可能是人机协作智能极致发展后的下一个阶段。它是跨越物种属性,实现人机融为一体的智能形态,比如通过植入芯片的方式实现的人机智能融合。在人工智能学家、未来学家库兹韦尔(Kurzweil, 2011, p.116)的相关预测中,大约在 2030 年可利用纳米技术实现机器人与人体结合,纳米机器人从毛细血管以无害方式进入人脑,实现人脑皮层与计算机相连,提升人脑的运算能力。而这一想法已经在动物的相关实验中得以试验成功,通过植入传感器,猴子学会了用“思考”进行控制机器和学习等活动。国内对于人机融合智能的论述主要集中在北京邮电大学刘伟教授的研究中,他认为人机融合智能目前还处于初级阶段,在现实中鲜有应用,人机融合智能是对现有的人工智能不足的补充,是未来智能科学发展的下一个突破点(刘伟,2019a)。其研究例举了美国 Fast Company 的“人与机器人融合的 Avatar 风格”、T-HR3 型机器人以及宝马公司斯帕坦堡工厂里一款辅助车门精确安装的人机融合机器人三个实体案例。近期较为典型的案例就是马斯克创办的脑机接口公司 Neuralink 公开的新视频展示了一只猴子用意念玩电子游戏(澎湃新闻,2021)。人机融合智能的脚步似乎正在悄悄靠近,人工智能若想通往强 AI 阶段,或许实现“人脑”与“机器脑”的连接是重要路径。

人机融合智能虽还处于初级发展阶段,但在教育中已有一些实践尝试与探索。例如,实证分析发现,脑机接口技术在改善学习者的消极情绪(如数学焦虑)(Verkijika & Wet, 2015)、提高学习者的认知能力(如自我调节和注意力)以及提升学习者的行为管理能力等教学实践上有明显效果(Antle et al., 2018)。但在通往人机融合智能的道路上还有很长的一段距离,目前至少还有三个方面的难题尚未破解:首先是人机认知不一致性问题;其次是意向性与形式化问题;最后是伦理问题(刘伟,2019b)。确实,AI 的知识表征与推理和人类的思维认知还存在很大的差距。虽然说人工智能是机器对人类思维过程的复制,人工智能的知识表征与推理应建立在自然语言逻辑的基础上,但人工智能所能理解和处理的符号通常是数字形式(0 和 1),并需要遵循给定的逻辑规则与足够的数据才能运行,而人类对于知识的获取可以通过实践经验、直觉感知等方式实现体验与顿悟,不必进行多层复杂的程序解构与编码。在这样的形势下,前文讨论的人的意向性、理解力、主观能动性以及创造性都是 AI 所难以企及

的。因此,人机融合智能的探索还需要突破物种之间的几个重要界限,使得AI的高计算力能够直接连接人的意识与认知。当然,这是方法或者说是技术层面的问题,而伦理问题是关乎“人”的核心命题。恰如克隆技术一样,人机融合智能一旦走向深度应用,还需要考量人的伦理性以及自然规律。不管如何,技术的发展趋势不可阻挡,AI与人类智能的较量在现阶段或许也难以避免,但我们相信只要坚持以人为本、科技向善的初心,在技术研发与实践应用中发展负责任的人工智能,人机协作智能与人机融合智能都将是人类所期待看到的愿景。

五、对教育的启示

无论是实现人机协作智能还是人机融合智能,可以明确的是,AI的应用必须在符合人类发展的前提之下进行。我们清晰地看到了AI给人类社会发展带来的机遇,各行各业也在积极探寻智能时代的发展路径,但不容忽视的是,AI也给人类社会带来了挑战。智能技术的强势融入,引起了职业替代性恐慌,改变了社会对人才的需求,这对教育如何培养适应未来社会的人才提出了新的要求。教育是人类传承文明和知识的有效途径,当知识生产活动发生巨大改变时,相应的教育也必然发生改变。文章综合对比了人工智能与人类智能的特征与差异,认为AI仅凭借超强的计算能力是无法实现取代人类的,但人类需要发展区别于机器的独特智能。AI渗透到教育当中,必须引起人类的警觉和重新认识。教师是承担教育教学活动的关键主体,AI如何发挥作用、发挥什么作用都取决于教师。但现实当中,教师在使用AI辅助教学的过程中,既在积极探索路径,又在改变以往习惯,一些教师的技术接受程度或技术素养还远未达到当下教学创新要求。人工智能的技术优势已经不可否认,人类教师的重要作用也不可忽略。未来当AI深度进驻课堂、渗透到教育的各个环节,为了更加凸显人类教师在教育中的独特地位,必须重新审视教师的独特教育职能,清楚教师在未来教学活动中的定位,立足教育的本质,与AI协同推进教育的高质量发展。研究基于对AI参与知识生产活动的现状分析、对AI与人类智能的特征差异辨析以及对AI发展新路径的预测,从教师的视角总结出三点对教育的启示,以应对未来社会对教育的人才培养要求。

(一) 理性认识AI的赋能作用,转变教育教学理念

AI参与知识生产活动,改变了知识的存储方式与呈现形态,知识不再拘囿于纸质载体,而是以云存储、数字化存储等多种方式存在。目前,知识还是教学的重点内容,但对于智能时代的教育来说,知识教学的重要程度逐渐被削弱。因为在技术渗透生活的影响下,AI凭借高检索、快处理的能力使得知识似乎“唾手可得”,可获得的途径也逐渐多样、便捷和高效。反而“如何将知识运用于实践”“如何更好地借助技术优势发展自己”成为亟待改善的问题。机器智能已经在不同场合逐渐解放人类的劳动,可以分析、归纳和生产知识,成为特殊领域知识创造不可或缺的因素。但机器无法赋予知识意义,知识落归于应用还是需要人类来支配。想要在未来的社会发展中始终保持人的主导性,知识应用是必然途径。正如张良和易伶俐(2020)基于知识观重建视角探索未来教学范式时所总结的:“为知识的贯通而教”“为知识的运用而教”和“为化知识为智慧而教”。这说明从知识角度来讲,未来的学生要学会对知识融会贯通、学会运用知识创造价值以及将知识内化于心、转识成智。富兰(Fullan, 2014)从技术推动新的教学法的角度指出,未来应该关注学习者如何运用知识、创造知识以及如何利用数字工具的力量与世界建立联系。《教育信息化2.0行动计划》也强调,“必须聚焦新时代对人才培养的新需求,强化以能力为先的人才培养理念,将教育信息化作为教育系统性变革的内生变量”(中华人民共和国教育部, 2018)。人才的需求转向暗示着教育的内容应该“以能力为先”,而且这些能力都应是人类区别于机器的独特智能(如创造力、理解力与能动性),强化人类通用属性与社会属性方面的智能,捍卫人类在未来社会领域的主导地位。当然,这也不是否认知识学习的必要性,未来的知识学习也是必然的,但其内容将转移到“基础知识”,如核心概念和基本内容,掌握学科重要知识,以为未来的深入学习奠定基础。因此,未来教育需要理性认识AI的赋能作用,转变教育教学理念,利用技术创新教学方式,将教

育的目标重点放在能力培养上,辅以知识学习为基础,形成“知能合一”。

(二) 注重 AI 与人类教师协作,推进人机协同教学

AI 发展至今已取得空前的历史成就,人机协作的社会生产生活形态已有不同程度的显现。在教育领域,人机协同教学是人机协作智能的重要体现,也是相关教育政策极力推崇的。如联合国教科文组织(UNESCO)在《教育中的人工智能:可持续发展的机遇和挑战》报告中明确提出开展人机协同教学,实施“双师”课堂的融合策略;以及我国教育部办公厅《关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》指出“积极推动教师利用智能助手和情境化学习资源等优质资源,创新教育教学,提高教师工作效能,探索开展智能教育”。以 AI 为核心技术、具有较强自主性、能够在课堂中通过自然语言交互完成特定教学任务的智能机器人教师(如 AI 好老师、北极星 AI 助教、儿童社交机器人等)和人类教师同构的“双师”课堂成为智能时代教学改革的新趋向(赵鑫,吕寒雪,2021)。这种智能虚拟代理不仅可以参与对话,还可以代替人类教师协调和指导学生的在线互动(Vizcaino, 2005),以专家参与者的身份扮演教师的角色。例如,博兹库尔特(Bozkurt et al., 2018)等人在慕课中利用智能机器人来与学习者进行互动反馈而未被学习者察觉,有效提升了学习者的互动和学习效果。毛刚等(2021)认为,人机协同下智能教育世界有四种组织形态:具身的 AI 参与到人的知觉活动中、作为解释的 AI 参与到认知活动中、它异的 AI 以“人的形象”参与到学习活动过程中、作为背景的 AI 为广泛的人机互动和人际互联创建创新环境。同时,他们从人的安全、归属与成长维度明确了人机协同的原则有三点:人控制机器、机器适应人、机器赋能智慧。这其实暗含着人类对主体性地位的维护,在人机协作智能的组合搭配中,机器智能应该在为人类服务和发展的基础上“大展身手”,彰显以人为本的价值观。但教学是个涉及物理、生理乃至心理的全方位的复杂过程,人机协同的路径该如何在以人为本的思想下进行设计与实施仍未明确。哪些工作适合人类教师,哪些工作适合 AI 教师?在具体的教学活动中,对于由人类教师主导还是 AI 教师主导,以促进学生的探究学习、自主学习、协作学习等,该如何抉择?这些问题都亟待在实践中探索解决。

(三) 关注 AI 技术发展新内容,深化教育应用创新

以 AI 等新兴技术为支撑的学习科学、脑科学、神经科学正在蓬勃发展,未来人机融合智能在这些科学的基础上将会有更多可能。正如很多人幻想的那样,通过植入一颗电子芯片就能拥有人类历史中所有的知识,再也不用学习和记忆。目前,以脑机接口技术为依托的人机融合智能方式正在教育教学中被广泛探索和应用。据研究分析,脑机接口技术在学习状态识别、注意力水平测量、学习动机评估、学习风格鉴定、身体感官重建五个方面表现出独特的优势(任岩,安涛,领荣,2019)。虽然脑机接口技术尚处于初期发展阶段,技术水平有限,还不能通过内嵌的方式实现计算脑与人脑的连接,但随着脑科学、智能分析技术的持续加入,并不断与更多教育场景融合,AI 技术将会出现更多新的内容,在未来的教育中也将会有很大的应用价值。人工智能在助力学情分析、创新教学设计、丰富教学资源、优化教学过程、科学教学评价等全流程都有应用,在不同的环节通过与人类协作提升工作效率,服务人类的发展需要。未来的教育也会不断提升教育系统的开放性,在教、学、管理与评价等方面深度融合智能技术,全面考察人、实践、价值、技术等要素在特定环境中的相互作用,推动教育生态系统与社会生态系统产生良好的双向互动,高效对接未来人力资本供给需求,承担起为实现国家创新发展和强国战略目标提前布局人力资源的责任与使命。因此,无论技术如何发展,教育终究还是服务人类,必须清晰认识到技术对人类发展的利害关系,在理性发挥技术优势的基础上,保持人类在社会进程中的独特智能优势,而不是在技术的便利中就此“沉沦”。尤其教师作为教育教学活动中最关键的主体,当 AI 进驻课堂、渗透到教育的各个环节,教师是否做好了相应的准备?处在一线教学岗位的辛勤园丁是否具备相应的信息素养和技术接受度?未来教育的发展需要时刻关注 AI 等技术发展的新内容,建设和培养符合时代要求的师资队伍,有能力、有想法、有活力地运用技术创新教学,从教、学、管、评等方

面全方位深化教育应用。

(郝祥军工作邮箱: xiangjunhao001@qq.com)

参考文献

- 巴拉特. (2016). *我们最后的发明*(阎佳译). 北京: 电子工业出版社.
- 白惠仁, 崔政. (2021). 机器学习与创造性认知劳动. *浙江社会科学*, (3), 100—106.
- 蔡曙山. (2020). 生命进化与人工智能——对生命 3.0 的质疑. *上海师范大学学报(哲学社会科学版)*, 49(3), 83—99.
- 曹新明, 咸晨旭. (2020). 人工智能作为知识产权主体的伦理探讨. *西北大学学报(哲学社会科学版)*, 50(1), 94—106.
- 陈步. (1978). 人工智能问题的哲学探讨. *哲学研究*, (11), 22—31.
- 陈昌凤, 霍婕. (2018). 以人为本: 人工智能技术在新闻传播领域的应用. *新闻与写作*, (8), 54—59.
- 陈钟. (2017). 从人工智能本质看未来的发展. *探索与争鸣*, (10), 4—7.
- 高奇琦. (2019). 人机合智: 机器智能和人类智能的未来相处之道. *广东社会科学*, (3), 5—13.
- 顾小清, 王超. (2021). 打开技术创新课堂教学的新窗: 刻画 AIoT 课堂应用场景. *现代远程教育研究*, 33(2), 3—12.
- 韩震. (2021). 知识形态演进的历史逻辑. *中国社会科学*, (6), 168—185.
- 环球网. (2019). *新华社智能化编辑部建成运行 实现人工智能再造新闻生产全流程*. 取自环球网网站(2019年12月13日): <https://smart.huanqiu.com/article/3wBRNPcTOLV>.
- 控制工程网. (2015). *机器人科学家“夏娃”开户制药新篇章*. 取自控制工程网网站(2015年2月10日): <http://i4.cechina.cn/15/0210/08/20150210085056.htm>.
- 库兹威尔. (2011). *奇点临近*(董振华, 李庆诚译). 北京: 机械工业出版社.
- 李建中. (2019). 人工智能: 不确定的自主性知识创造. *自然辩证法研究*, 35(1), 117—122.
- 李忆, 喻靓茹, 邱东. (2020). 人与人工智能协作模式综述. *情报杂志*, 39(10), 137—143.
- 刘伟. (2019a). 人机融合智能的现状与展望. *国家治理*, (4), 7—15.
- 刘伟. (2019b). 人机融合智能的再思考. *人工智能*, (4), 112—120.
- 刘莹. (2008). 贝克“风险社会”理论及其对当代中国的启示. *国外理论动态*, (1), 83—86.
- 毛刚, 王良辉. (2021). 人机协同: 理解并建构未来教育世界的方式. *教育发展研究*, 41(1), 16—24.
- 澎湃新闻. (2021). *猴子用意念玩乒乓球电游, 马斯克秀脑机接口新进展*. 取自澎湃新闻网站(2021年4月10日): https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_12134242.
- 任瑞娟, 王保超, 赵雅倩. (2021). 演进与动向: 人工智能在传媒领域的应用. *新闻与传播评论*, 74(2), 26—35.
- 任岩, 安涛, 领荣. (2019). 脑机接口技术教育应用: 现状、趋势与挑战. *现代远程教育*, (2), 71—78.
- 苏明, 陈·巴特尔. (2021). 数据驱动下的人工智能知识生产. *中国科技论坛*, (11), 51—56.
- 王天平, 闫君子. (2021). 人工智能时代的知识教学变革. *湖南师范大学教育科学学报*, 20(1), 47—54.
- 王彦雨. (2020). “强人工智能”争论过程中的“态度转换”现象研究. *科学技术哲学研究*, 37(6), 26—33.
- 王战军, 乔刚. (2018). 大数据驱动的教育研究新范式. *北京大学教育评论*, 16(1), 179—185.
- 吴飞, 段竺辰. (2020). 从独思到人机协作——知识创新模式进阶论. *浙江学刊*, (5), 94—104.
- 徐瑞萍, 吴选红, 刁生富. (2021). 从冲突到和谐: 智能新文化环境中人机关系的伦理重构. *自然辩证法通讯*, 43(4), 16—26.
- 袁伟. (2021). 人工智能: 统治人类还是服务人类?——基于历史唯物主义的思考. *自然辩证法通讯*, 43(2), 1—9.
- 张刚要, 梁青青. (2020). 人工智能的教育哲学思考. *中国电化教育*, (6), 1—6.
- 张康之. (2021). 重建相似性思维: 风险社会中的知识生产. *探索与争鸣*, (7), 121—132.
- 张良, 易伶俐. (2020). 试论未来学校背景下教学范式的转型——基于知识观重建的视角. *中国电化教育*, (4), 87—92.
- 赵鑫, 吕寒雪. (2021). 智能时代“双师”课堂教学: 本质、表征与实践. *湖南师范大学教育科学学报*, (3), 90—97.
- 中华人民共和国教育部. (2018). *教育信息化 2.0 行动计划*. 取自中华人民共和国教育部网站(2018年4月18日): http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.
- Antle, A. N., Chesick, L., Sridharan, S. K., & Cramer, E. (2018). East meets west: a mobile brain-computer system that helps children living in poverty learn to self-regulate. *Personal & Ubiquitous Computing*, 22(4), 839—866.
- Bozkurt, A., Kilgore, W., & Crosslin, M. (2018). Bot-Teachers in Hybrid Massive Open Online Courses (MOOCs): A Post-Humanist Experience. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(3), 39—59.
- Djuric, A. M., Urbanic, R. J., & Rickli, J. L. (2016). A Framework for Collaborative Robot (CoBot) Integration in Advanced Manufacturing Systems. *SAE International Journal of Materials & Manufacturing*, 9(2), 457—464.

- Epstein, S. L. (2015). Wanted: collaborative intelligence. *Artificial Intelligence*, 221, 36—45.
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A Rich Seam: How New Pedagogies Find Deep Learning*. London: Pearson.
- Gianfelici, F. (2010). Machine Science: Truly Machine-Aided Science. *Science*, 330(6002), 317—317.
- Moravec, H. (1998). When will computer hardware match the human brain. *Journal of evolution and technology*, 1(1), 10.
- Searle, J. R. (1980). Minds, Brain, and Programs. *Behavioral & Brain Sciences*, 3(3), 417—457.
- Searle, J. R. (1984). *Minds, Brains, and Science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., et al. (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature*, 550(7676), 354—359.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433—460.
- Verkijika, S. F., & Wet, L. D. (2015). Using a brain-computer interface (BCI) in reducing math anxiety: Evidence from South Africa. *Computers & Education*, 81, 113—122.
- Vizcaino, A. (2005). A simulated student can improve collaborative learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(1), 3—40.

(责任编辑 孟明心)

The Game and Integration between AI and Human in Knowledge Production and its Enlightenment to Education

Hao Xiangjun He Xue

(Department of Educational Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Since making stone tools, humans have been committed to using tools to liberate themselves. As an artificial technology tool, artificial intelligence has entered many fields of society and participated in human knowledge production activities. It is gradually sharing the physical and even mental labor of human and showing strong characteristics of autonomy. Therefore, humans and artificial intelligence are bound to engage in a “game” to maintain their own subjectivity. This paper analyzes the current situation of artificial intelligence participating in knowledge production activities from three aspects: the change of the subject of knowledge production, the change of the methods of knowledge production and the change of the form of knowledge presentation, and analyzes the characteristics and differences between artificial intelligence and human intelligence based on this. It is believed that the game between artificial intelligence and human intelligence will move towards the “handshake and reconciliation” between human and machine under the trend of high division of labor, turning “zero-sum” into “win-win”, and reaching a new stage of development through external man-machine cooperation and internal man-machine intelligence integration. Finally, artificial intelligence reconstructs the knowledge production process, which changes the society’s demand for talents, and also causes the thinking on education. The study summarizes three points of inspiration to discuss the focus of future education.

Keywords: artificial intelligence; human intelligence; knowledge production; human-machine collaboration; future education