

教育人工智能(eAI):人本人工智能的新范式

祝智庭¹, 韩中美², 黄昌勤²

(1.华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062;

2.浙江师范大学 教师教育学院, 浙江 金华 321004)

[摘 要] 人工智能是未来教育创新发展的重要推动力,遵循人本主义理念并形成人本人工智能教育新应用,将有力促成一种新型的研究与应用范式——教育人工智能(educational Artificial Intelligence, eAI)的形成。eAI 注重以人为本的协作教育理念,在智能技术的支持下,以人和机器的交互、协作为研究对象,理解教育活动并揭示其发生的规律,从而促进人和机器智慧的共同成长。因此,在以人本理念的引领下, eAI 必将是人本人工智能的持续动力和新的研究范式,也是未来教育创新发展的新诉求。文章深度融合人本人工智能与教育,开展 eAI 的理论探究。首先,从人工智能、人在回路和奇点生态三方面阐释了人本人工智能的内涵,并解析 eAI 创新所需要的支持智能、增强智能和人机协同智能的一体化联动。在此基础上,剖析 eAI 的核心要素,构建了人本人工智能引领下 eAI 的研究框架,以人在旁路、人在回路和人在领路模式贯穿三大智能(支持智能、增强智能和人机协同智能)来透析 eAI 生态。最后,从基于混合智能的 eAI 环境、面向协同增智的 eAI 技术、底线思维引领下的 eAI 实践理性、面向设计思维的 eAI 创变力量、基于和谐共生的教育伦理等方面探寻了人本人工智能视域下 eAI 新范式,以期构建人本人工智能视角下人机协同的 eAI 新生态提供设计思路和实践指导。

[关键词] 教育人工智能; 人本人工智能; 混合智能; 超学科; 研究框架

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 祝智庭(1949—),男,浙江衢州人。教授,博士,主要从事教育信息化系统架构与技术标准、信息化促进教学变革与创新、技术使能的智慧教育、面向信息化的教师能力发展、技术文化等方面的研究。E-mail: ztzh@dec.ecnu.edu.cn。黄昌勤为通信作者, E-mail: cqhuang@zju.edu.cn。

一、引 言

人工智能是促进人类社会发展和科技进步的重要驱动力和战略技术,坚持“以人为本”是规范人工智能并促进其长足发展的基础。近年来,欧美发达国家纷纷出台相关政策,部署人工智能发展战略、制定行动计划,抢占人工智能技术发展的制高点^[1]。国家宏观层面的战略政策是落实教育人工智能的重要保障,2017年,我国政府发布了《新一代人工智能发展规划》,指明了人工智能发展的战略态势以及战略部署,强调把人工智能作为开展群体智能的协同与共享、人机整合与增强智能等技术研究列入关键共性技术体

系^[2]。随之而来,在以深度学习、类脑计算等智能技术助力下,发展以人为本的人本人工智能成为新趋势。2018年,美国斯坦福大学人工智能实验室与视觉实验室负责人李飞飞启动“以人为本的 AI 计划(Human-Centered AI Initiative, HAI)”,认为人工智能的良性发展需要人文主义的指引,反映人类智能的深度,确保每一步都能正确地引导人工智能的发展,实现人机共轭共生^[3]。2019年,我国科技部首次提出人工智能治理原则,发布了《新一代人工智能治理原则——发展负责任的人工智能》政策,要求人工智能发展应以增进人类共同福祉为目标,应符合人类的价值观和伦理道德,促进人机和谐^[4]。因此,人本视角下的人本人工

智能致力于实现“目中有人”和“始终为人”,合理驾驭人本人工智能,支持跨学科研究的广度,尤其是与教育的融合创新,使智能教育回归到育人本质,具有极其重要的现实意义。据此,笔者首创教育人工智能的新概念,简称 eAI(educational Artificial Intelligence),并将 eAI 的研究与应用视为人本人工智能的新范式。

笔者有理由相信,eAI 将成为未来教育创变发展的新动能,也应该成为 AI 时代的国家教育战略的组成部分。2019 年,联合国教科文组织发布《北京共识——人工智能与教育》,明确指出要支持对与新兴人工智能发展影响相关的前沿问题进行前瞻性研究,推动探索利用人工智能促进教育创新的有效战略和实践模式^[5]。欧洲政治战略中心发布《人工智能时代:确立以人为本的欧洲战略》,坚持以人为本是人工智能与教育融合发展的基本准则,人本人工智能为未来教育的创新发展创造了新机遇,为 eAI 发展提供了最大可能;反过来,教育为人本人工智能的发展提供持续动力^[6]。eAI 是坚持以人为本的人机协同发展理念,实现人机智慧的共创共生。因此,以人本人工智能作为推动未来教育的理念基础,需回归并坚持教育的育人本质,我们可以期待在人本视角下,eAI 能促进教育目标的高效达成,推进 eAI 的创新发展,并助力教育创新变革。

然而,现阶段的教育领域,人工智能技术所依赖的教育数据在数量与质量上均存在“短板”,智能技术对教育数据所蕴含意义的可解释性差,面向复杂多样教育业务的通用人工智能技术“嫁接”难度增大,由于教育多类型用户对人工智能技术存在应用价值困惑,造成人际信任危机难以消除等重大挑战性问题^[7]。由此可见,人本人工智能赋能的 eAI 是破解上述教育难题的关键,尤其是 eAI 能够实现机器在数据处理、知识管理等“智商”方面和人在情感、意识等“情商”方面的有机统一。有鉴于此,本文以人本人工智能作为理论依据,深入阐释人本人工智能视角下 eAI 的内涵,提出 eAI 研究框架,促进构建基于人机协同的 eAI 新生态和新范式,以期对 eAI 发展提供借鉴。

二、人本人工智能理论阐述

(一)人性为王:人本主义理论教育观

人本主义理论教育观源于人本主义心理学。20 世纪初,行为主义和精神分析在教育领域占据着主导地位,其将学生视为“固化的”或“有缺陷的”,认为可以通过奖惩制度轻易地控制学生^[8]。与之相对,以马斯洛和罗杰斯为代表的人本主义学派则强调人的自我实现,

提出教育目的在于唤醒学生的潜能,助其发现并实现自我。在这一过程中,学生是学习活动的主导者,而教师只是辅助角色。基于此,人本主义理论教育观有了以学习者为中心的核心内涵,以主体性教学和自主式学习等方式最终达到培养全面、完整的人的教育目标。

对人本主义视域下师生关系的正确把握是理解人本主义理论教育观的重要前提。人本主义理论教育观倡导非指导性教学法,反对模式化教学,强调教师要做到“知情结合”,既是学习的引导者,又是给予爱与关怀的情感同行者,在人文主义关怀下师生双方都得以实现自我。综上所述,人本主义理论教育观本质上就是人本主义视域下的教与学,强调以学习者为中心,无论人工智能如何发展,人性为王都是未来教育的时代主题。德行、情感和自我实现等人类独有的特质应当受到极大的重视,必须以尊重彰显人性、保障人的基本权利、维护人类根本利益为前提,推动其个性化发展。

(二)人在回路:人本视角下人工智能产物

1. 人工智能

人工智能是一门研究如何制造出类人的智能机器或系统,以模拟人类活动和思维,延伸和扩展人类智能的科学^[9]。近年来,人工智能的高速发展得益于三个要素:大数据的可获得性更高、计算能力更强大、算法更高端。人工智能技术和应用如图 1 所示。其中,教育数据层是 eAI 技术框架的基础层,包括数据采集与预处理等相关技术。算法层是实现各类 eAI 的核心,尤其是作为人工智能新锐力量的深度学习算法。深度学习是机器学习的子领域,是一种致力于学习给定样本的内在特征规律并加以表示的分析方法。感知层和认知层是在算法层的基础上,让机器可以读懂语音、文本、图片等多模态数据的含义,进一步实现更加高级的智能,如情感、认知层面的智能。人工智能技术在



图 1 人工智能的技术框架

重塑社会各行各业智慧新形态过程中具有变革性潜力,但在其未来发展中也需突破可解释性计算、小规模数据量的无监督学习等技术瓶颈。

人工智能技术正面价值实现的同时,必然伴随着负面价值。目前,人工智能的主流智能技术如神经网络就像一个黑箱,不能深入细致地理解学习是如何发生的,无法揭示学习发生的原因^[10]。因此,需要人为参与协助机器寻觅打开黑箱的钥匙。另外,人工智能作为智能科技的强大引擎,使得部分教育研究者和践行者陷入技术泥潭,导致出现了人工智能会取代人类的异常恐慌和智能化未来社会的极度畅想等现象。因此,坚持以人为本是人工智能发展的基石,注重人文性和人性化发展,在与人类社会的融合过程中形成人本人工智能,引导以人在回路模式为主导的智能技术造福人类的同时,也将增强自身认知能力,从而促进对社会各领域发展机制的合理认识。

2. 人在回路(human-in-the-loop)

人本人工智能不再仅仅依赖机器自身学习,还需要以人类参与/反馈等人在回路的模式驱动机器更快达到期望的精确度,同时让人的工作更加有效率。现有如传统机器学习、深度学习等人工智能为代表的技术大多根据历史数据的模式预测未来并得到了应用,但在处理动态、非完整和非结构化信息上与人类相去甚远。特别是应用机器学习算法时需要选择合适的参数,经过反复尝试才能确定最优的步骤和参数,使得机器处理任务耗时情况严重。针对上述挑战,引入人的决策,结合机器学习、知识库,构建人在回路的人工智能备受关注。人在回路是指计算问题的求解需要人的参与或引入人的参与能提升问题求解的效果,需要人和机器的相互作用,是人工智能的可行成长模式^[11]。以人在回路的方式,引入人的智慧决策,避免机器无效学习,增强机器自主学习能力。在新环境下,尤其是泛在移动情境下,给机器分析等带来诸多不确定性,如数据的选择、需求设定、学习资源匹配等,为应对这种复杂的应用场景和需求,需要建立人在回路模型,如图2所示。

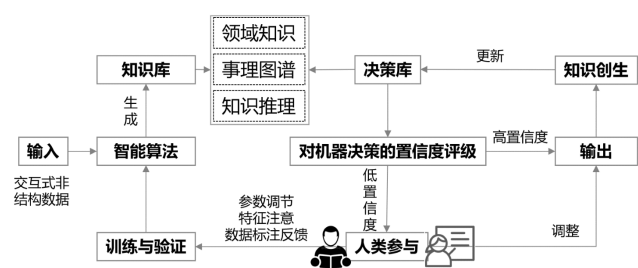


图2 人在回路的人工智能基本模型

该模型的构建依赖于人机交互技术。面向大数据的人在回路体现在人参与计算的方式上。一方面,面向需要进行感知的终端用户,通过尽可能少的交互预测用户的意图;另一方面,面向社会化的群体,借助他们的认知能力提升机器智能的效果。以上人为参与与决策的核心是人机融合,机器的输入加入了人的高级认知和决策,尤其是对模糊不确定问题的分析,从而可以构建并不断更新领域知识库。有鉴于此,设计一个合理的知识库和决策库是研究的重点,知识库构建直接决定了机器增强智能的速度和准确性,尤其是知识推理部分。

3. 奇点生态

人本人工智能的实现以人在回路为技术核心促进社会的飞跃,尤其是类脑计算、群智计算、量子计算等前沿性技术融汇多个领域,促进了社会发展的指数级飞跃,并改变每个行业的存在形态,达到奇点时刻,形成奇点生态。奇点生态不是以线性增长方式发展,而是呈指数级趋势上升,即是常数的重复乘法,导致未来极大的不确定性^[12]。因此,奇点生态需要技术手段加以辅助,预测未来什么时候发生什么事情,这就要求必须摒弃渐进式或线性思维,以指数思维构建未来的奇点生态。

(三)人机协同:人本人工智能核心

人机协同是人本人工智能发展的核心和突破口。机器智能是由人类制造的,所到之处无不构造人与自然、人与人的某种新的关系,如果希望机器在未来的世界中发挥积极的作用,正如人本主义所强调的人的核心地位,就必须以“关怀人类”为宗旨,创造人机协同的人本人工智能社会。人机协同始终以辅助人类的思维培养 AI 系统,而不是大规模替代人类,关键所在是能够分配资源和调整人与人之间的关系,能够有效链接物理世界与数字信息世界。智能机器、数字信息、现实世界作为新要素,拓展了面向人机协同的人机物理世界组成的三元空间,其中,数据和算力将成为创新的驱动力,体力活动和部分脑力活动可以由强大的机器智能等代劳,人类的行为和能力将被增强,将有更多的精力投入到品德培育和思维创新等工作中。

人本人工智能的核心是人和机器如何在人机对话中实现功能的互补和价值的匹配。机器依靠海量的数据和精准的运算能力,在人类参与下,使认知实现了个体产生到群体涌现的联结实现、知识生产、理解情感等高阶人机协同智能。机器通过对群体智慧的深度学习,掌握事物之间的关联,在弥补人类脑力不足的同时,提高知识生产的效率和精确性。因此,人机协

同重在优势互补,必须坚持以人为本,才能重塑人类社会主体客体间的多元和谐关系,如人机协同的任务分配、伦理价值和隐私保护问题等。

三、教育人工智能内涵阐释

eAI 被视为人本人工智能在教育领域的“领域智慧”,旨在于各种情况下为人类提供协助,其任务范围从纯粹的功能(如计算机辅助学习)到真正意义上的个性化(如自适应学习系统),经分析发现其本质为人本主义视域下的智慧融合,是各学科知识整合下的超越性学科新形态,也是支持智能、增强智能和人机协同智能联动的混合智能智慧。

(一)教育人工智能概念:基于人本人工智能的超学科形态

人本人工智能促进了 eAI 高端形态的形成。eAI 的形成和发展必须依托多学科、多人员的统一协调,具有超学科属性,被视为人本人工智能在教育领域的“领域智慧”。现有的人工智能与教育的融合过分关注技术,导致教学理念存在偏差,难以真正理解学习是如何发生的,缺乏人文关怀,教育育人本质则难以凸显。因此,eAI 不仅需要计算机科学的支持,还需依托教育学、心理学、社会学和脑科学等多学科的交叉,注重多类型人员(技术人员、领导者、教师、政策制定者、学习者和其他教育相关社会成员)思想的碰撞,在促进人本人工智能和教育的融合中,提升人的知识技能,培养人的内在品质,塑造人的灵魂。

超学科视域下的 eAI 在智能技术的支持下,注重以人为本的协作教育理念,联合人本主义者、社会科学家与发展人工智能者等教育相关人员,探索人机协作形态下的教育活动和教育规律,从而使得各教育利益攸关方能够更清楚、更深入地理解:学习是怎样发生的;学习又是如何被外界因素(如社会、经济和技术等因素)所影响的;如何通过灵活地运用人工智能技术下的各项“智能”工具为学习者的学习活动提供支持。在 eAI 的形成过程中,可将其视为各学科知识整合下的超越性学科新形态,涵盖着学人工智能、用人工智能、创人工智能三个基本内核。

其一,学人工智能。新兴技术的出现与发展将人类历史推向人机协同的新时代。由此,出现了一个新的问题:教育如何促成个体完成新时代下的角色转换,即如何使个体有效利用人工智能促进社会的可持续发展。从个体适应未来社会发展和满足社会发展需要的角度来看,关键在于学习人工智能素养和学习人工智能相关知识。当下国内大热的 STEM 教育中就蕴

含着学人工智能的典型范例。

其二,用人工智能。包括有型的机器工具(如笔记本电脑、iPad、智能手机)和无形的基于技术的学习系统和材料(如学习管理系统,教育软件和基于网络的资源)。其中,颇具代表性的应用范例有个性化学习平台 Knewton、适性深度学习平台 CLARITY、中国“高考机器人”等。

其三,创人工智能。如何在教学过程中有效利用人工智能技术一直是教育研究努力的方向,而如何创生出可有效利用的产品和服务则是教育人工智能的关注点,如开发智能学习系统或是研究教育人工智能引发的伦理、社会和哲学方面问题。

综上所述,eAI 就是秉承着以人为本的宗旨,在“学—用—创”的循环机制作用下,集合各学科学者与教育利益攸关者协同工作,通过各领域、各学科智慧的凝结来推动教育从数字化迈向智能化。在 eAI 时代,无论是抛弃技术支持的传统教学,还是抛弃育人本质的机器教学都不是人工智能时代教育的应然状态,要超越技术限制,回归教育本质,使教育发展理念走向协同化。

(二)教育人工智能:混合智能新境界

eAI 是在以计算机为代表的人造机器上实现的类人教育,是智能机器实现的与人类智能相关的功能总和,这些功能包括判断、推理、学习以及问题求解等。eAI 是混合智能在教育应用场景中达到的新境界。从与人类智能的关系角度来看,其发展是在“以人为本”思想指导下,从“支持智能”阶段过渡到“增强智能”阶段,最后达到“人机协同智能”阶段,如图 3 所示。然而,需要指出的是,在任何人工智能应用领域中,三类智能都不是各自割裂、独立存在的。基于其应用场景特点及需求,三类智能各自发挥着不可或缺的作用,形成一体化联动的效益最大化形态。

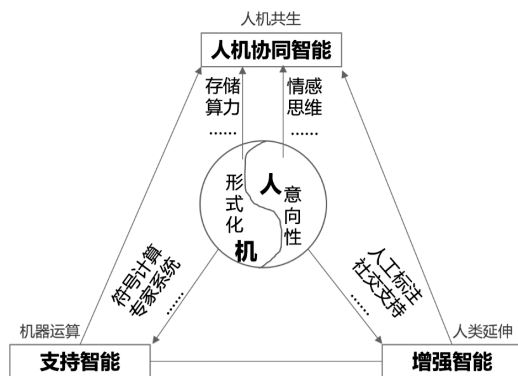


图3 面向 eAI 的三大智能联动

1. 支持智能

在支持智能形态中,人工智能主要为数据驱动型智能,通过知识表示、符号计算、概率统计、自动推理、搜索方法等技术得以实现,其本质在于基于一定的规则执行标准化流程,以高速度与准确性完成复杂计算。在教育场域中,支持智能主要承担着简单辅助教学的角色。从学习者角度来看,支持智能能够向学习者提供诸如搜寻及下载丰富课程资源、向教师提交在线作业、与同伴开展同步、异步讨论等简易辅助功能;从教学者角度来看,支持智能能够帮助教师收集学习者学习数据、了解学习者学习进度、管理班级、分发课件资源等,充当助教角色;从管理者角度来看,支持智能主要提供学习者数据库建立、数字化教与学质量管理、校园管理系统建设等,促进校园的数字化、便捷化管理。总而言之,在如今智慧校园建设如火如荼的背景下,支持智能凭借丰富数据收集与统计以及海量信息储存与传输,早已融入教与学过程的方方面面,成为教育人工智能重要的基石部分。

2. 增强智能

增强智能实际上是人类智能的延伸,如对人类感知能力——听觉、视觉和触觉的延伸等,是人工智能发展到一定阶段的产物。有学者称其为智能放大器(IA, Intelligence Amplification),意在强调其对人类智能的扩增作用,即人类延伸。机器学习作为实现增强人工智能的主导技术,主要是计算机通过人工标注等人为参与来解析数据并从中学习,然后对真实世界中的事件做出决策和预测。在教育情境中,增强智能形态基于神经网络、监督学习、深度学习等技术,实现对教学事件的释义与解因,提供学习者建模与异常预测、情感补偿和学习全路径推荐等个性化学习支持服务。而随着机器学习研究的突飞猛进,增强智能将突破大规模混合情境下多模态数据采集与融合、智能化分析与可解释性计算等技术瓶颈,推动个性化学习向随行学习迈进,成为教育人工智能的中流砥柱。

3. 人机协同智能

人机协同是人本人工智能和eAI融合发展的可靠路径,两者的融合发展要以促进人的全面发展为导向,建立人机协同的教学方式、学习环境、评估监测等教育体系,促进人的知识技能、道德情操和价值观与机器协同发展。单靠机器代码学习真善美、道德等人之为人的品质,比较牵强,也会导致教育培养过程中的情感缺失和人文关怀缺失。同样的,教育利益相关者由于计算能力、记忆等局限,难以有效完成更深层次的语义识别及情感互动,导致人机双向互动无法开展。人类思维/智慧与机器无限制的存储、计算能力相

结合,使人类从繁杂琐碎和重复性劳动中解放出来,通过人机智能协同,对任务进行重新分配,有更多的时间和精力从事高阶智能工作,如引领创新、品德培育等。因此,eAI必须坚持人机协同,全链条推动教育创新,厚植面向eAI的人的创造性和机器的理解性,逐渐接近教育信息化的高端形态。

综上所述,支持智能、增强智能与人机协同智能将人工智能的逻辑性与教育利益相关者的灵活性相结合,共同实现为教育增知增智。支持智能重在知识性,在教育任务的驱动下,以人在旁路的方式让机器建模,赋予机器一定的能力。而增强智能重在以自然方式与机器交互,大幅度提升教育体验,涉及视觉(如人脸识别、图像识别)、听觉(如语音识别)、触觉(如指纹识别)等方面的智能。为了实现更高阶的教育任务,人机协同智能不再只作为AI代理,替代教育利益相关者处理机械、单调、重复的工作,而是作为AI助学/助教/助管,不断推进着两个“深度学习”(通过机器的深度学习并促进学生的深度学习)的良性互动。三大智能一体化联动,借助于VR/AR、群智计算、情感计算等技术深度融合多样化异构学习平台、智慧课堂、在线直播等混合教育应用情境,取得更多有效的学习体验与成果,获得问题解决的实用知识与技能,从而构建起一个新型的智能化eAI生态。

四、人本人工智能引领下eAI框架构建

(一)人本人工智能赋能eAI的适切性

1. 人工智能时代教师的不可替代性

随着互联网、人工智能和大数据技术在教育领域的深度发展,大规模个性化教育已成为教育发展的主流趋势,人本人工智能赋能eAI并由此衍生出一系列人工智能的教育新应用,例如:匹兹堡大学的智能辅导系统被当作程序设计课程助教,帮助学生在线答疑;科大讯飞的智能阅卷系统可通过应用计算机完成对中文作文和主观问答题的自动评分;韩国的Inkey软件已在英语口语教学中推广使用。诚然,人工智能已经可以代替教师完成许多教学任务,但是“教育人工智能”并不能与“教师”划等号。从人本人工智能的视域来看,个性乃人类特有的并且在个体发展和社会群体互动的过程中起着相当重要的作用,而教师作为人类灵魂的工程师,相较于冰冷的机器,其对学生的影响不仅局限于行为层面,还有精神层面。因此,教育人工智能的出现并非为了替代教师,而是旨在赋能教师,促进教师有效教学。正如2017年底,时任教育部副部长的杜占元在题为《人工智能与未来教育的变

革》的主旨演讲中所强调的那样:教育具有特殊性,而教师也拥有机器难以取代的独特性,即使智能化进一步深度发展,也不会出现绝对性取代现象,人机结合或将成为智能时代的普遍形式,而人机结合的教育也可能成为未来教育的普遍形态。

2. 差异化教学到随性学习不可阻挡

人本人工智能赋能教育人工智能,推动教学从差异化教学、适性学习、个性化学习走向随性学习。早期教育大多以集体教学为主,而随着人本教育思想深入人心,人们逐渐意识到不同个体具有不同的认知水平和认知风格,并且传统的大班式教学不足以使学生的潜能最大化发展。由此,针对个体差异这一特性,研究者以差异化教学为多类型学习者提供与其能力相适应的学习条件。但是,差异化教学多依赖教师的观察和分析来对学生分组教学与路径规划,由此无法实现大规模的定制学习。而随着时代的推进,物联网、移动互联网、云计算、大数据与人工智能技术的蓬勃发展无疑使大规模定制学习的实现成为可能。基于此,“适性学习”和“个性学习”应运而生。适性学习是监测学生进步的技术,可以在任何时候利用数据来修改教学,它是个性化学习的运行部分,与学习分析密切相关。但其只关注到个体差异的个体特征、个体表现等方面,却忽略了个人发展层面的问题,而个性学习恰恰弥补了这一点。个性化学习是对学习者的学习速度和教学方法进行优化的教学,强调交互数据收集和解析后的个性化服务,其学习目标、教学方法和教学内容都可能因学习者的需求而有所不同。

但是,无论是适性学习还是个性化学习,虽已具备监视性与预测性等特点,但并不具备场景性和主动性。由此,多模态、场景化的“随性学习”理念开始成为教育人工智能的新使命。随性学习乃是兴趣驱动的学习,指学习者可以根据自己的兴趣,随时随处探究未知问题、寻求事物间的内在关系并进行意义建构,从而发展高阶思维和综合性问题解决能力。一方面,随性学习倡导对学生个体差异的关注应该是精细的、多维的、零时差的,既包括对个体特性的实现、场景情况的智能分析,也包括对学习路径的智能调整、对学习结果的精准评价。另一方面,随性学习强调利用人工智能技术分析环境对个人发展的影响与制约,如根据具体的情境,制定不同的学习路径,形成随时随地、无处不在的学习态势,旨在寻求全方位、多场景、个性化的方案以最大程度发展学生高阶思维能力,并在与现实世界的交互中培养适合未来社会发展的新世纪人才。至此,教育人工智能的价值取向趋于全方位评估

学生差异,即以数据和场景的结合促进学习者与真实环境的交互,通过对不同个体和群体的多模态数据、情境化数据的采集、分析和诊断,促使教学模式从差异化教学、适性学习、个性化学习走向随性学习。

3. 数字智商培养的不可逾越性

随着智能时代的推进,基于数字智商的人才培养是社会进步的决定性因素。数字智商是有关数字能力的商数,是对信息素养、数字素养的深化与延续,也是引导提升数字能力、规避网络风险的行动指南^[13]。所以,数字智商应该成为 eAI 时代必备数字能力的有效评价标准。显然,目前 eAI 及其在教育领域的发展并未处于齐头并进的状态,换言之,随着人工智能在教育领域的深入发展,eAI 教育水平却不足以满足数字智商发展需求,由此才导致网络风险指数频频走高。因此,为补足数字智商培养的发展鸿沟,需要通过人本人工智能来引领 eAI 教育,从个体发展的知情意行出发,聚焦于数字身份、数字使用、数字安全、数字保护、数字情商、数字交流、数字素养、数字权利八大领域,全方位构建起以人为核心的数字智商培养体系,以 eAI 的发展带动人的发展,再用人的发展弥补 eAI 的发展漏洞,双向互导,真正做到人与机器和谐共处、共存共生。

(二)面向人本人工智能的 eAI 核心要素

eAI 教育是由教育者、受教育者、教育环境、技术及其应用等多要素构成的一个复杂系统。面向人本人工智能的 eAI 包含多类型主体、人机物互联的教育环境、智能支撑技术与复杂应用场景几大核心要素,要素间的关联关系如图 4 所示。

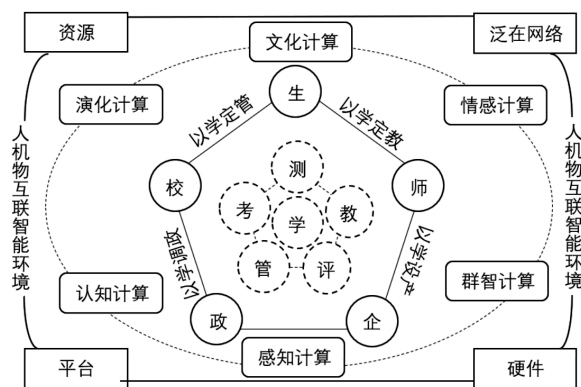


图4 eAI 核心要素结构图

1. 多类型主体

eAI 囊括了包含教师、学生、学校、政府、企业等在内的多类型主体。人本主义思想强调以学生为中心,eAI 中的各类型主体将以不同范围的学习者全景画像为基础,全面考虑学习者差异化特性与需求,以

学定教、以学定管、以学调政、以学设产,依据学习者个性化发展需求提供适应性智能支持。与此同时,eAI尤为强调人类智能的参与以完成复杂决策,各主体之间互联互通,在云端数据快捷访问技术的支持下,秉承教育一致性,发挥人类智能的创造性,推动贯穿学习者学业生涯全阶段的智能化管理与个性化个体发展。

2. 人机物互联的教育环境

人机物互联的教育空间建设是eAI的重要环境基础。面向人本人工智能的eAI教育空间应当具备无缝联通学习空间、敏捷感知学习情境、自然交互学习体验、精准适配学习服务、全程记录学习过程、开放整合数据资源六大特征^[4]。借助高清摄像头、可穿戴式设备、智能终端等硬件设施,依托学习分析、云计算等智能技术,把简单繁琐的教学工作交给高速计算的机器,把复杂创造性的教学艺术委托给AI赋能的教师,充分实现教师教学机智与机器计算智慧的融合,驱使整体教育空间的高效联动,激发人机物群体协同智慧,为个性化智能服务提供坚实基础。

3. 智能支撑技术

智能支撑技术是eAI的核心支柱。缘于受教育对象——人的高度复杂性与多样性,而教育又是一项需要极大人类智能来从事或处理的高复杂领域,eAI的实现需要更为“智能”的人工智能技术。为了实现教与学全过程、多模态信息的细粒度分析以精准建立学习者全景画像,需要依托以人在回路为指导的感知计算、情感计算等技术,构建高效的全方位数据感知及全过程智能分析模型;依据智能分析结果,结合学习者差异化需求特性,借助以人在回路为指导的群智计算、弹性计算等技术,设计适性支持的教与学智能服务机制,提供合意式伙伴推荐、适时式学情预警、伴随式

情感干预、必应式作业答疑等切实的智能助学服务。

4. 复杂应用场景

结合教与学情境需求与特点,eAI能够应用于教、学、管、考、评、测等多种复杂场景,促进个性化教与学、自动化考与测、科学化评与管的实现。例如:针对“教”,将智能技术与教师教学机智有机结合,通过复杂教育决策实现群体协同增效;针对“学”,依据教学内容特点与学习者差异分析,规划个性化学习路径,学习者借助智能化实时反馈与指导,以彼(机器)之深度学习推动己(学习者)之深度学习,达到自适应随性学习;针对“评”,机器通过获取教师评价、同伴评价、学习数据等多方评价信息,学习多角度全方位的过程性评价模式,对标反馈结果实现良性循环,形成自动化多元学习评价;针对“管”,建立云端富数据类型学生档案,实现追踪式全过程学业管理。综上,eAI应用将以人工智能为技术手段,以“人的发展”为智能技术应用的核心关注点,明晰eAI应用场景功能的广度与局限,从而真正推进教育人工智能的科学化发展。

(三)人本人工智能支持下eAI框架

人本人工智能视域下eAI主要以人在旁路、人在回路和人在领路模式融入支持智能、增强智能和人机协同智能中,并实现三大智能一体化联动,从而促进面向机器可为、人类可为和人机可为的eAI的应用,其研究框架如图5所示。该框架面向学科交叉教育、计算机辅助教育、智能化教育及数字智商教育等多类型教育,在教育目标和教育数据的驱动下,主要包括基于人在旁路/回路/领路的eAI和eAI应用。

1. 包容人为因素的eAI生态

eAI的智慧性从低到高分为能记会算的支持智能,能听会说、能看会认的增强智能以及能理解会思考的人机协同智能。其中,支持智能的智慧性比较低,

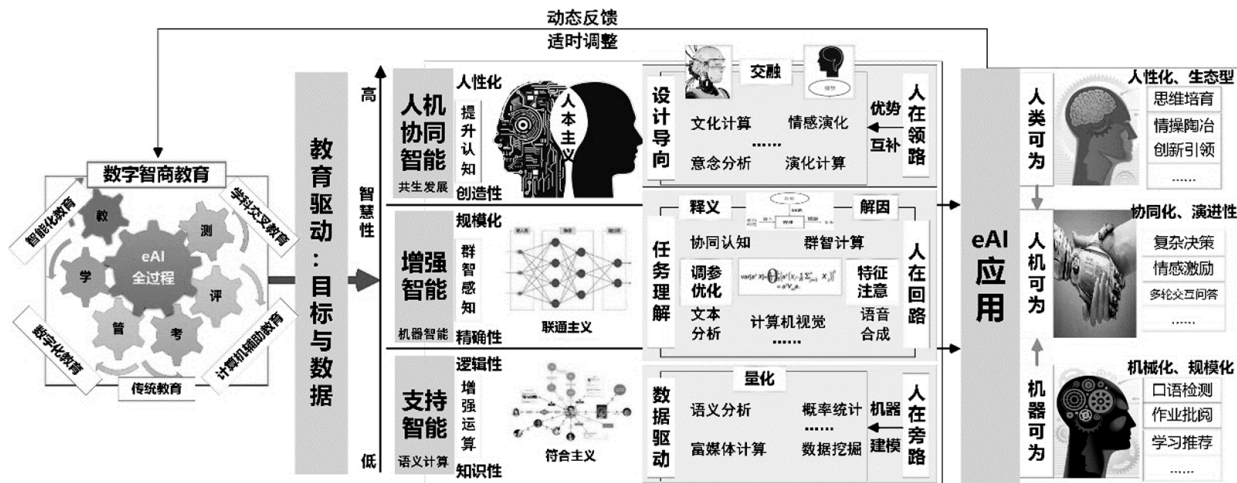


图5 人本人工智能支持下eAI框架

多是通过数据驱动,通过概率统计、富媒体技术及语义计算,以人在旁路的方式学习教育的先进理念和经验后,循规蹈矩地做出决策或尝试做出新决策。智慧性稍高一点的则是增强智能,属于人类的延伸,以人在回路的模式参与机器处理任务的过程,提供教育全景式的精准画像。人在回路的 eAI 是教育利益相关者基于计算结果的输出做出主动接入,如在算法中人为参与调节参数实现优化,提供机器处理效率。另外,对于机器的不可解释性,通过人为注意达到解因和释义的效果。然而,增强智能不能理解教育中的情感等高级认知,需要人机协同智能赋予教育智慧。人机协同智能在设计思维的导向下以人在领路方式负责需要理解和思考的工作,如多轮交互问答、情感补偿等。人机协同智能需要人本人工智能的助力,以人在领路的方式理解教育任务,确保每一步都能正确的引导,引领其发展,密切关注其对人类的影响。因此,人在旁路、人在回路和人在领路三种方式的优劣,首先源自机器智能为人类提供的决策依据是否合理,其次取决于人类介入的时机和介入方式是否得当。由此可知,eAI 涉及的支持智能、增强智能和人机协同智能三者相辅相成,通过三者一体化联动,共同形成 eAI 的新型生态。

2. 面向人机的 eAI 应用

追求“为未来而教”的 eAI 不仅关注基本智能,更关注高阶智能,这往往需要通过解决复杂情境中的劣构问题来培育。由此,面向人机的 eAI 赋能应用重在协同,包括人际协同、人机协同。其中,人际协同在技术赋能下,从不会太过复杂的小组协作,到注重群体认知涌现、汇聚群体智慧的实践共同体的协同,最后到共同创造的社会网络的合作,三者对技术的依赖逐层递增。上述人际协同不再局限于师生、生生之间,而是全网的共同体。eAI 的人际协同必然会扩展到人机协同。人机协同的 eAI 涉及 AI 代理(机器可为:重复性工作)、AI 助手(人机可为:增强 AI 自动化处理)、AI 导师/伙伴(人类可为:增强创新和社会性)。AI 代理主要是面向机器可为,让教育主体从机械化、规模化的任务中解放出来(如作业批阅、学习推荐等),可以在培育学习者思维创新上投入更多的精力。面向人类可为重在思维培育、情操陶冶和创新引领等应用。而 eAI 时代需要人机协同完成复杂决策、情感激励等应用。人类可为和机器可为皆要求在技术上有颠覆性突破,如 AI 导师要突破认知智能,AI 伙伴要突破群体智能,特别是情感计算技术。

从上述人机协同可以看出,eAI 应用的核心离不

开人的参与和决策,是 eAI 高效应用的关键。因此,根据笔者团队之前的研究成果^[5],构建人机协同的 eAI 应用决策机制,如图 6 所示。从教育的问题驱动开始,首先核验机器(系统/平台/机器人等)是否可以自动作出决策。如果不能,则以人在领路的方式开展数据启发的决策,具体流程为确定问题情境的目标(从多情境、多类型主体中选择可能相关的多模态数据以确定分析目标)、可行方案讨论(探寻面向目标的可行方案)、方案验证优化(探究每种方案内各要素的关联关系和因果关系并对各方案加以验证和不断优化完善);如果机器可以作出决策,以人在回路的方式判别该决策是否合适;如果不合适,则依然进行数据启发的决策;如果合适,则采用机器的方案;如果介于二者之间,则修正不合适的部分,补充缺失的部分。最终形成的方案,如果有多个,可以给予自主选择的机会;如果只有一个,则直接执行。此过程皆保存在决策库中,形成决策知识。

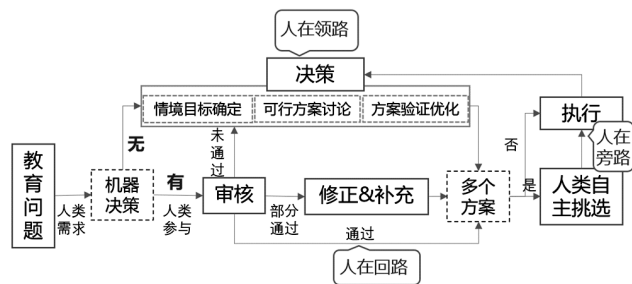


图6 基于人机协同的 eAI 应用决策机制

总体而言,eAI 的核心还是遵循以人为本的理念,构建 eAI 生态体系,化解规模化教育和个性化培养的矛盾,实现 eAI 的教育效用,建设具有韧性的 eAI 生态,从而解决教育系统的脆弱性问题。

五、人本人工智能支持的教育人工智能新范式

(一)数据智慧:建设基于混合人工智能的 eAI 环境

建设基于混合人工智能的 eAI 环境是培植数据智慧的重要土壤,eAI 环境数据的数量和质量是发挥数据智慧的基础保障。混合人工智能强调人本人工智能与人员团队的交融,通过二者的协调配合最大化的发挥群体协同效益。eAI 时代随性学习具有教育内容离散性、学习方式随意性、学习时间零碎性以及知识获取碎片化等特征,加大了基于混合人工智能的 eAI 环境构建的难度。此外,由于教育领域具有弱规则特性,也为数据智慧赋能教育利益相关者带来了挑战。因此,健全的 eAI 环境需借助高清摄像头、VR/AR 等可穿戴设备、电子白板等智能泛在终端,多情境搭建集全生命周期的适应性教育平台,建设人机物互联互通

的生态化智能环境,实时获取教育全过程数据,如脑电/眼动等生理信号、行为数据等,为eAI精准分析和复杂应用提供强有力的环境和数据支持。进而,联合教师、学生等多类型主体的人类智能,剖析或者洞悉数据中隐含的教育因素,使得数据成为信息,最后跃升为知识,实现数据的“知如何”和“知最佳”智慧。

(二)协同增智:实现面向教育精准分析与理解的eAI技术生态

良性的eAI技术生态能够结合超复杂的教育应用场景嫁接最佳技术,实现教育利益相关者与机器的协同增智,是促进eAI技术生态发展的前提和基础。在技术的支持下,聚焦eAI的重大科学问题,如学习机制、技术的可解释性策略等,兼顾当前教育需求与未来教育的长远发展,需突破eAI应用基础理论等瓶颈,促进脑科学、心理学、计算机科学、教育学等基础理论或学科的交叉融合,为eAI可持续发展与深度应用提供强大科学储备。进而在理论的指导下,构建面向协同增智的eAI技术生态,包括面向行为的感知计算、面向态度的情感计算、面向关系的社交计算、面向知识的认知计算,以及面向集体思维、行为模式和共享价值的文化计算,实现eAI在教育领域的优化与创新价值。具体而言,eAI技术生态包括eAI环境构建的5G等技术、面向教育全过程数据记录的区块链技术、教育理解和分析、群智计算、情感计算等技术,在技术的支持下实现人机的协同增智。协同增智是在教育全过程中,强调教育利益相关者与机器连同相应资源及个体共同完成某个任务或达成某种目标,从而实现人机的共同发展。根据协同增智的三个基本过程(人机交互、人机融合和人机共创),针对教育分析与理解的瓶颈问题,需要突破面向人机交互的自然交互和行为感知等技术、面向人机融合的认知演化和情绪识别等技术、面向人机共创的群智计算和意念分析等技术,从而使得eAI的各种智能增强工具与教育利益相关者协同工作逐步成为主流。首先,人机交互。通过视觉、听觉、文字感知等感知技术,以人的语音/指纹/表情/姿势等多样化的指令,实现人与机器之间的基本交互。第二,人机融合。通过智能技术帮助行业专家总结知识,让人工智能能够为行业用户提供全天候的、稳定的、全面的智能服务。第三,人机共创。人工智能与行业专家共同探索,创造出新的产品、场景与服务,实现人与机器共融共生。统而言之,面向教育精准分析和理解的eAI技术生态的最终目标是实现人的全面发展,规避“技术崇拜论”和“技术威胁论”,调和技术应用和人本主义的矛盾,通过人机协同高效地解决

复杂问题,构建起开放兼容、稳定成熟的技术体系,同时加速技术转化,实现应用上的安全可控,实现人机的和谐共处。

(三)底线思维:基于数字智商的eAI实践理性

AI时代,培养完整品格和创新能力是教育的首要任务,数字智商是未来教育培养的评价标准,因此,如何基于数字智商赋能实践理性是eAI的关键所在。人与机器都是实践的基本要素,互为主体和客体。人因为时间、空间、认知方面的三大局限,且生命时长、可触达的空间、工作记忆(内存)也极其有限,而机器恰好可以弥补这方面的不足。人工智能和人可以交互,互相之间可以理解,甚至于可以互相影响和改变,就像真正的人和人与人之间协作一样,从而实现eAI的实践理性。人机协同是实践手段,在于人与机器的相互作用过程,重在人类驾驭处理与人或者机器之间的理性形式。技术与智能机器将重塑现有工作方式,将机械化、重复性、自动化的教育工作交由机器完成,让教育利益相关者能够更好地着手机器所不能的情感交互、学生人格塑造、道德品质培养以及高阶思维能力提高等工作,从而使得教育利益相关者不断优化资源配置,实现实践理性设定价值的功能。更高的智能化程度,意味着eAI能力越强,人机协同能力也就越强,从而实践理性就必须考虑如何平衡人机任务,达到人与机器的共同发展,从而实现实践理性的道德层面的功能。因此,从价值和道德层面赋能eAI的实践理性,谨遵底线思维,始终坚持机器能做的事情机器做,需要人做的事情人来做,人机共做的事情一起做。人机协同使机器帮助人更高效地做出更好的决策。

(四)设计思维:赋能eAI的创变力量

设计思维,作为人类智能与人工智能的显著区别之一,是教学智慧至关重要的一部分。设计思维具有几乎能够创变万物的力量,是一种以人为中心的方略,能为棘手问题找到创新的实际解决方案^[6]。设计思维具有专属的问题解决思路,移情(同理心,找准需求)——学会发现真实问题(重新定义,找准问题)——头脑风暴(创意问题解决方案)——把脑子里的想法“拿”出来试错优化(学会试错)——公开展示(收集建议)。我国工业设计之父、清华大学柳冠中教授甚至认为,“设计是第三种智慧”(第一智慧是科学,第二智慧是艺术),这是一个客气的说法,其实设计才是第一智慧^[7]。教师在教学情境中运用设计思维精准定位学习者需求,发掘潜在问题,通过发挥主观能动性提出创造性问题解决方案,并展开实践与总结。其过程蕴含了提问/启问、可视化表征、运用隐喻、设计学习

体验、巧用技术工具、角色扮演等多种艺术力量。从设计思维的问题解决思路来看,每一个教育事件呈现出的多元性特点,而每一点也会继续分裂为若干个点,产生一生二、二生三、三生万物的效应,且各个点之间不断展开交流融通,具有自主性,也终将累积产生 eAI 时代的艺术力量。因此,饱含艺术力量的人类智能与充满理性力量的人工智能相辅相成,克服了单纯人工智能“有知识,没常识;有精度,没温度;有个性,没人性”的局限性,优势互补,相得益彰,赋能 eAI 完成复杂决策,发挥优化+创新的教育价值。

(五)和谐共生:重视 eAI 的伦理价值

坚持伦理规范是 eAI 发展的安全保障,为 eAI 提供安全引导和约束,确保 eAI 向善,有利于多类型教育利益相关者和机器实现和谐共生。eAI 凭借着强大的数据整合能力、数据分析能力与主动学习能力,推动智慧教育的跃升。但是,在 eAI 重塑了教育利益相关者与机器(物理环境和虚拟环境)关系的同时,也引发了各利益攸关方对于 eAI 的信任危机。在 eAI 的反噬效应下,eAI 的伦理问题频频发生,如 eAI 时代教育数据的隐私和安全监管、智能导师与真实教师间的角色冲

突、人一机主导性波动、eAI 下学生学业的诚信度、eAI 适用程度的道德伦理问题等,致使 eAI 的伦理价值必须趋向和谐共生。因此,在 eAI 时代,坚持教育“立德树人”的本质目标不变,要加快完善 eAI 治理体系,制定和嵌入道德标准,打造更加强大、安全和值得信赖的 eAI 体系,实现真正健康向善的人机协同型 eAI。

六、结 语

随着智能技术的迅猛发展,坚持以人为本的人工智能与教育的深度融合、创新是目前各界高度关注的领域。eAI 时代悄然而至,也必将迎来人本人工智能缔造的教育新生态。本文对人本人工智能的核心内涵进行概述,并阐释了 eAI 的内涵。随后,贯彻支持智能、增强智能和人机协同智能一体化联动,构建了 eAI 框架,包括基于人在旁路/回路/领路模式的 eAI 及其面向人机的应用范畴。最后探讨了人本人工智能引领下 eAI 的新型研究范式,为 eAI 的良性发展提供借鉴。然而,在人本人工智能视域下,eAI 必将衍生出一系列的理论和技术,如何将其融入教育生态,将是我们后续需要解决的首要问题。

[参考文献]

- [1] 陈颖博,张文兰.国外教育人工智能的研究热点、趋势和启示[J].开放教育研究,2019,25(4):43-58.
- [2] 国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].(2017-07-20).http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [3] XU W. Toward human-centered AI: a perspective from human-computer interaction[J]. Interactions, 2019, 26(4): 42-46.
- [4] 新华社.发展负责任的人工智能:我国新一代人工智能治理原则发布 [EB/OL].(2019-06-17).http://www.gov.cn/xinwen/2019-06/17/content_5401006.htm.
- [5] 中华人民共和国教育部.联合国教科文组织正式发布国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识——人工智能与教育》[EB/OL].(2019-08-28).http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/t20190828_396185.html.
- [6] European Political Strategy Centre.The age of artificial intelligence: towards a European strategy for human-centric machines[EB/OL].(2018-04-13).<https://ec.europa.eu/jrc/communities/en/community/digitranscope/document/age-artificial-intelligence-towards-european-strategy-human-centric>.
- [7] HOW M L. Future-ready strategic oversight of multiple artificial superintelligence-enabled adaptive learning systems via human-centric explainable ai-empowered predictive optimizations of educational outcomes [J]. Big data and cognitive computing, 2019, 3(3): 46.
- [8] Chris Drew (2020). What is the humanistic theory in education?[EB/OL].(2020-11-01). <https://helpfulprofessor.com/humanist-theory-in-education/>.
- [9] BAHRAMIRZAEI A. A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: Artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems[J]. Neural computing and applications, 2010, 19(8): 1165-1195.
- [10] ROSÉ C P, MCLAUGHLIN E A, LIU R, et al. Explanatory learner models: why machine learning (alone) is not the answer[J]. British journal of educational technology, 2019, 50(6): 2943-2958.
- [11] HONEYCUTT D, NOURANI M, RAGAN E. Soliciting human-in-the-loop user feedback for interactive machine learning reduces user trust and impressions of model accuracy [C]//Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing. 2020, 8(1): 63-72.

- [12] 祝智庭,俞建慧,韩中美,黄昌勤.以指数思维引领智慧教育创新发展[J].电化教育研究,2019,40(1):5-16,32.
- [13] 祝智庭,徐欢迎,胡小勇.数字智能:面向未来的核心能力新要素——基于《2020 儿童在线安全指数》的数据分析与建议[J].电化教育研究,2020(7):11-20.
- [14] 祝智庭,彭红超.技术赋能智慧教育之实践路径[J].中国教育学刊,2020(10):1-8.
- [15] 彭红超,祝智庭.人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析[J].电化教育研究,2019,40(2):12-20.
- [16] PANDE M, BHARATHI S V. Theoretical foundations of design thinking—a constructivism learning approach to design thinking[J]. Thinking skills and creativity, 2020, 36: 100637.
- [17] 柳冠中:设计是第三种智慧[EB/OL].(2017-11-28). https://www.sohu.com/a/209717857_184783.

Educational Artificial Intelligence (eAI): A New Paradigm of Human-centered Artificial Intelligence

ZHU Zhiting¹, HAN Zhongmei², HUANG Changqin²

(1.School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062;

2.Department of Educational Technology, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang 321004)

[Abstract] Artificial intelligence is an important driving force for future educational innovation and development. Following the humanism and forming the new application of human-centered artificial intelligence (AI) in education will strongly contribute to a new paradigm of research and application——educational artificial intelligence (eAI). eAI focuses on the concept of human-centered collaborative education. With the support of intelligent technology, the interaction and collaboration between human and machine are taken as the research object to understand educational activities and reveal the laws of their occurrence, so as to promote the common growth of human and machine intelligence. Therefore, under the guidance of the concept of human-centeredness, eAI will certainly be a sustainable driving force and a new research paradigm for human-centered AI, as well as a new appeal of educational innovation and development in the future. In this paper, human-centered AI and education are deeply integrated to carry out the theoretical exploration of eAI. First, the connotation of human-centered artificial intelligence is explained from three aspects of artificial intelligence, human in the loop and singularity ecology, and the integrated linkage of supporting intelligence, enhancing intelligence and human-machine collaborative intelligence is analyzed for eAI innovation. On this basis, the core elements of eAI are analyzed, and a research framework of eAI led by human-centered AI is constructed from three perspectives of human in bypass, human in loop and human in leading. Finally, the new paradigm of eAI under the perspective of human-centered AI is explored in terms of eAI environment based on hybrid intelligence, eAI technology oriented to collaborative intelligence enhancement, eAI practical rationality led by bottom-line thinking, eAI creative power oriented to design thinking, and education ethics based on harmonious symbiosis, so as to provide design ideas and practical guidance for building a new eAI ecology of human-machine collaboration under the perspective of human-centered AI.

[Keywords] eAI; Human-centered Artificial Intelligence; Hybrid Intelligence; Super-discipline; Research Framework