

人机协同学习：实践逻辑与典型模式

王一岩¹ 刘 淇^{2,3} 郑永和¹

(1. 北京师范大学科学教育研究院, 北京 100875; 2. 中国科学技术大学 计算机科学与技术学院, 安徽合肥 230027; 3. 认知智能全国重点实验室, 安徽合肥 230027)

[摘要] 随着教育数字化转型的推进和生成式人工智能技术的发展, 人机协同学习成为未来学习的新常态。人机协同学习主要通过学生和机器的分工和有机协同提升学习的效率和效能, 促进学生智慧和机器智能的共同增长, 实现人机协同的教育智慧创生, 完成超越人类智慧和机器智能的复杂任务, 促进学生的知识建构、认知发展、思维提升和智慧养成。人机协同学习需要以学习者的智慧增长为核心, 重视人和机器之间的博弈与平衡, 强化人机角色的辨识与动态调整, 加强人与机器自主度的灵活转换。本研究围绕面向知识掌握的“干预—自主”式学习、面向知识建构的“协作—探究”式学习、面向知识创造的“对话—协商”式学习, 提出人机协同学习的典型模式, 勾勒了人机协同学习的实践样态。未来人机协同学习需要优化智能学习干预的模式与策略, 提高学生的自主意识, 加强人机协同学习模式的探索, 探究人机协同学习的发生机制, 以支撑和引领智能时代学习模式的创新发展。

[关键词] 人机协同学习; 个性化自主学习; 智慧学习力; 生成式人工智能; 人机协同教育

[中图分类号] G434 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2024)01-0065-08

一、引言

物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术的快速发展为教育数字化战略的落地提供了新动能。以智能导学系统、教育机器人、自适应学习系统、智能学习机为代表的智能教育产品的广泛应用改变了教与学的表征样态和实践模式(郑永和等, 2023)。生成式人工智能技术的快速发展极大提升了机器的智能化水平, 能够为学生生成个性化学习内容、提供精准化学习干预, 实现基于

多轮人机对话的学习引导与启发(钟秉林等, 2023), 助力个性化的自主学习。智能技术和智能产品在学习领域的逐渐渗透, 催生出人机协同的学习方式(王一岩等, 2022a), 也引发学界对智能学习场域人机关系的探讨。从人机关系的视角看, 机器是人类智能的延伸, 可以帮助人类处理超越个体认知能力的海量信息, 解决超越个体认知能力极限的复杂任务(余胜泉, 2022)。在人机协同学习中, 机器是人类与外部世界连接的中介, 学习者的学习指令与学习需求需要经过机器的处理和转化才能与外部的

[收稿日期] 2023-11-28 **[修回日期]** 2023-12-22 **[DOI 编码]** 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.01.007

[基金项目] 2021 年度国家重点研发计划“文化科技与现代服务业”重点专项“面向终身学习的个性化‘数字教师’智能体技术研究与应用”子课题“面向终身学习的自适应教育关键技术”(2021YFF0901003)。

[作者简介] 王一岩, 博士研究生, 北京师范大学科学教育研究院, 研究方向: 智能教育、教育信息科学与技术、人机协同教育(wangyiyang3318@163.com); 刘淇, 教授, 博士生导师, 研究方向: 大数据、人工智能、智能教育(qiliuqi@ustc.edu.cn); 郑永和(通讯作者), 教授, 博士生导师, 北京师范大学科学教育研究院院长, 研究方向: 教育信息科学与技术、科技与教育政策、科学教育(zhengyonghe@bnu.edu.cn)。

[引用信息] 王一岩, 刘淇, 郑永和(2024). 人机协同学习: 实践逻辑与典型模式[J]. 开放教育研究, 30(1): 65-72.

学习资源、学习服务建立联系;外界的数据、信息、资源也需要经过机器的深度聚合和精准筛选才会呈现给学习者,极大地降低了海量信息检索和筛选给学习者带来的认知负荷。由此可见,机器的使能和增能是未来学生学习不可或缺的关键要素,能够优化学习过程、变革学习样态,推动智能时代学习方式的转型升级。

人机协同学习是教育数字化转型在学习层面的重要表征,也是未来学习的新常态。它不仅是智能时代的新型学习方式,也是教育数字化转型背景下学生必须具备的关键能力。随着教育数字化转型的推进、智能教育产品的逐渐成熟和生成式人工智能技术的快速发展,学生与机器之间的协同工作、沟通交流、对话协商和共同决策将变得更加普遍,人机协同学习将成为引领未来学习的新潮流。从已有研究看,郝祥军等(2023)探讨了人机协同学习的实践形态及其本质,论述了学习者在其中的角色定位;王一岩等(2022a)从人机关系的视角出发,围绕人机智能交互、人机协同工作、人机群智融合、人机协同共生等探讨了人机协同学习的表征样态;何文涛等(2023)从人机协同支持的信息输入、信息加工、信息输出、内外反馈四个维度探讨了人机协同学习的一般过程。然而,尚未有研究系统论述真实的教育场景中人机协同学习何以发生,包括学习者与机器的“协同”该如何体现?人机协同学习需要遵循何种原则和策略?人机协同学习在真实教育场景中的典型模式有哪些?每种模式中机器扮演的角色是什么?这些都是当前人机协同学习亟待解决的关键问题。基于此,本文聚焦人机协同学习的价值意蕴、实践逻辑和典型模式,厘清智能时代人机协同学习的表征样态和研究图景,以期为后续的理论研究和实践研究提供借鉴。

二、价值意蕴

人与机器的协同进化、共创共生是人机协同学习的核心,其中有两重意蕴:一是人机协同学习如何实现学生和机器的共同进化,让学生更具智慧、机器更加智能;二是如何通过人与机器的合理分工和有机协同,实现人机协同的教育智慧创生,完成超越人类智慧和机器智能的复杂任务。

(一)人机共同进化,促进学生智慧和机器智能的增长

在人机协同学习过程中,学生和机器的多元交互、有机协同和共创共生能够有效促进学生智慧和机器智能的增长,实现人和机器的自主学习和自我进化。

机器可通过对人机协同学习中多模态数据的采集、分析、挖掘,更加精准地刻画学生的外显状态和内隐特征,了解学生的学习习惯和思维模式,进而提升机器智能诊断与服务的质量。具体来讲,其一,机器通过长周期、时序性、多模态的数据采集和建模分析,对学生的认知水平、学习风格、学习习惯、动机态度等特征进行多元精准的测评分析(牟智佳,2020),以此“了解”学生,为学生提供科学的学习支持服务;其二,通过与学生的多元交互,了解学生的学习模式和学习风格,明确机器智能服务在学生学习中的价值定位,优化智能学习干预的目标、原则、时机和策略,提升智能教育服务的科学性和精准性(武法提等,2022);其三,利用生成式人工智能技术提升机器的智能化水平,通过与学生的对话交流,了解学生的话语体系、思维模式和叙事逻辑,优化机器的语言模型,提升机器的对话能力,实现基于多轮人机对话的智能化辅学导学,促进学生的认知发展和思维提升。

学生可利用机器开展人机协同的学习实践,逐步了解机器的核心功能,明确人与机器的分工和协作机制,提升人机协同学习能力。具体来讲,其一,人机协同学习能有效提升学生的人机协同思维,帮助学生了解机器的核心功能和运行逻辑,明确机器在学习中的关键作用,厘清哪些工作适合机器,哪些工作需要自己探索发现,并善于利用机器减轻学习负担,提高学习效率;其二,学生可借助智能技术系统总结、反思和评价自身的学业表现、学科能力、认知风格、学习动机等,明确学习的优劣势,加强对所学知识的理解与建构,提升自主学习能力;其三,学生可利用机器提供的学习资源和学习服务提出创造性的问题解决方案,提高问题解决能力和批判性思维能力,养成适用于智能时代教育发展的学习习惯和思维模式;其四,学生可利用机器主动学习和持续学习,丰富知识体系。

(二)人机协同学习,实现人机协同的教育智慧创生

除了促进学生智慧和机器智能的增长,人机协同学习还可通过人和机器的合理分工和优势互补,共同应对多变的学习情境、处理海量的学习信息、分析复杂的学习问题,实现学生和机器的共同认识、共同感知、共同思考、共同决策(杨灿军等,2000)。

学生和机器各有局限。学生存在个体认知有限、学科知识匮乏、学习经验不足、自我认识不充分、学习动机不强烈、学习计划不合理、学习策略不科学、学习自制力差等问题,如果仅靠学生自主运用所学知识解决复杂问题,其科学性和可靠性无法保证。机器能够基于特定的规则和数据进行推理和决策,但一旦人工预设的规则体系和数据不足以覆盖未知领域,机器就寸步难行。即便是生成式人工智能大模型,也仅仅是基于海量的文本数据训练模型和预测文本序列,存在严重的“有常识没知识”的不足,面对陌生的问题常出现“一本正经地胡说八道”。若完全依赖机器辅导学生学习将带来极大的潜在风险。此外,机器以数据为驱动的决策模式,存在干预方式程式化、干预时机不科学、干预策略不精准、缺乏情感关怀等问题(王一岩等,2023a),无法真正实现个性化学习。

从这个意义讲,人机协同学习的目标在于克服机器和人的局限,实现人和机器的协同工作,即通过学生和机器的沟通交流和对话协商,完成超越人类智慧和机器智能的复杂任务,实现人机协同的教育智慧创生。从实践层面讲,人机协同学习一是要发挥机器在海量信息快捷处理、智能计算、理性分析、科学决策、稳定输出、多线程工作、不受时空限制等方面的优势,帮助学生完成信息检索、数据分析、作业批改、成绩预测、学业预警、学情诊断、资源推荐等操作性、重复性、单调性的学习任务,优化学习的中间环节,提高学习效率;二是要尊重学生的主体地位,发挥学生在理性反思、复杂决策、创新思维、灵活应变、自我进化、创造力等方面的潜质,引导学生质疑与提问、联系与内化、推理与论证、反思与调节(王牧华等,2023),加强对所学内容的深层意义建构;三是要完善学生和机器之间的对话协商机制,实现人和机器的共同工作、共同认识、共同决策,整合人类智慧和机器智能的优势,

提出解决复杂问题的最优方案。

三、实践逻辑

人机协同学习既要发挥智能技术在支撑和辅助学习方面的核心效用,也要重视学生的自主探究和自由成长,避免机器“一厢情愿”的强制干预给学习带来负面影响。这就需要以学生的全面发展和智慧增长为核心,推动人和机器之间的博弈与平衡,从学生的学业水平和学习需求出发强化机器角色的辨识与调整,重视人和机器自主度的灵活转换,保障人机协同学习的顺利开展。

(一)以学习者个体的智慧增长为核心

“人—机”关系的主体是人,无论机器如何智能、分析如何精准,其最终目标是要增强人的智能、促进人的发展。人机协同学习的核心也是通过人和机器之间的有机协同帮助学生自主学习和探究学习,提高人的学习的效率和效能,并非只是为了提高机器的智能化水平。因此,人机协同学习要以促进学生的智慧增长为核心,通过人与机器的有机协同和对话协商促进个体的认知发展、思维进阶和意义建构,培养学生适应未来社会发展的关键能力和核心素养。其核心是帮助学生适应智慧化的学习环境和人机协同的学习方式,理解机器的核心功能和运行逻辑,树立人机协同思维,学会利用机器开展自主学习、协作学习、探究学习(王一岩等,2022b)。因此,人机协同学习的开展,一是帮助学生养成人机协同思维,掌握人机协同学习的方法和策略,利用机器提高学习效率、提升学习效能;二是帮助学生强化自我认知,了解自身的知识结构、认知水平、学科能力、认知风格等特征,加强对学习的自我计划、自我监控和自我反思,实现智能技术支持的自我导向学习;三是帮助学生利用智能技术拓展学习场域,实现学习深度的拓展和学习边界的延伸,培育学生的探索精神和创新意识,提高问题解决能力和批判性思维能力,以适应未来社会发展对人才培养提出的新要求、新挑战。这就需要尊重学生的主体性,区分机器在不同学习场景中的角色定位,调整和优化机器智能服务模式,确保机器智能服务能够切实解决学生学习的实际问题,不会带来负面影响。

(二)重视人和机器之间的博弈与平衡

智能教育工具理性和价值理性的博弈与平衡

是人机协同学习要解决的核心问题(张立新等, 2022)。这一是要重视机器智能诊断与干预在学生个性化学习中的关键作用。尤其是对于学业水平偏低、学习自主性差、学习资源选择困难的学生,机器可通过精准诊断其学业问题和学习需求,将优质的学习资源和学习服务推送给学生,帮助其快速精准地获取所需资源和服务,实现科学、高效、个性化的学习。但对于先前知识掌握较好、学习自主性强的学生,机器的智能诊断和干预更多的是一种无形的“枷锁”,不仅会限制学生自主性的发挥,还会让学生“束手束脚”,容易招致学生的抵触。二是要重视学生的自主性在个性化学习中的核心地位。机器不能代替人思考,机器的智能诊断和精准干预要充分重视学生主观能动性的发挥,要根据学生的反馈来优化智能服务的策略和模式,避免为学生提供过于僵硬和固化的学习服务,防止出现机器“驯化”人的现象。但学生的知识水平和认知能力也存在局限,如果给予学生过大的自由度,让学生天马行空地任意探索,容易导致学生对知识概念的错误理解,陷入思维误区,给学习带来负面影响。由此可见,过于强调机器的“规制性”和人的“自主性”都不利于学生的发展,教育工作者应从人机协同的视角出发,准确评估学生和机器各自的优势和局限,以学生的智慧增长为核心,强化机器智能诊断和干预在其中的牵引和调节作用,实现机器的“规制性”和人的“自主性”的博弈与平衡(张立新等, 2023),真正推动人机协同学习目标的有效落实。

(三) 强化机器角色的辨识与动态调整

从人机自主性的角度看,根据学生学习需求和学业水平的不同,机器也将在人机协同学习中扮演不同的角色。其一,智能助教。智能助教主要服务于学业表现低下、知识技能薄弱、学习自主性差的学生,这些学生无法自主完成学习任务和探究活动,比较依赖机器的精准辅导和智能干预。此时机器的自主性大于人的自主性,机器通过全时空、动态性测评分析学生学习表现,实现对学生学习的全方位诊断和智能化干预,帮助学生诊断学业问题、制定学习计划、推荐学习资源、优化学习策略(徐晓青等, 2022),助力学生优化知识结构、提升学科能力、增强学习动机。其二,智慧学伴。智慧学伴主

要服务于具有一定学习自主性但仍需要机器实时辅助和智能支持的学生,这些学生比较依赖机器的实时反馈(屠明将等, 2023)。此时机器的自主性约等于人的自主性。学生针对特定学习问题与机器开展深入全面的沟通交流和对话协商,形成对复杂问题的共识,借助人机协同决策明确学习方向、修正学习策略、提高决策能力,从而实现深层次的意义建构。其三,认知工具。认知工具主要面向学业水平较高、学习动机较强、富有探索精神的学生,此类学生具备较强的求知欲和自主性,愿意利用机器探究未知领域,尝试创新型的问题解决方案,以完善知识体系、提升学习素养。此时机器的自主性小于人的自主性。机器主要用于执行学生的学习指令、满足学生特定的学习需求,如帮助学习者完成信息收集、资源检索、数据处理、学情诊断、评价反馈等工作,为学生开展探究性学习提供全方位支持。由此可见,在人机协同学习中,机器的角色并非一成不变,而是需要精准辨识学生的学业状况和学习需求并作出动态调整,以满足学生多样化的学习需求,提升人机协同学习效率。

(四) 加强人与机器自主度的灵活转换

判别学生和机器自主度是人机协同学习的核心,它决定人机协同学习是由机器还是人主导。有学者从人机关系的视角将人机协同学习的实践模式概括为人工智能引导的训练学习、人工智能支持的协作学习、人工智能赋能的探究学习,并将学习者的角色分为接受者、协作者、建构者(郝祥军等, 2022)。但真实的人机协同学习并不存在绝对的机器主导或者学生主导。如果学生学习目标模糊、学习自制力低、学习动机不强、学习意志不坚定,机器不干预地给予学生过大的学习自由度,很难保证其学习的质量。因此,机器可通过特定的教学策略引导学生加强对所学知识的消化吸收,并逐渐掌握学习方法、提高学习动机。如果学生先前知识掌握较好、学习动机强、学习自主性强,给予学生较高的学习干预和引导,反而容易限制学生的个性发展和思维养成,甚至引发学生的抵触情绪,不利于学生的自主探究和试错。这时应该给予学生足够的学习自由度,让学生利用机器解决学习中的各种问题,并通过学习任务的设计,帮助学生在解决实际问题的过程中,理解和应用所学知识,逐

渐提升学习能力。更为常见的情况是,学习者接触新的学习内容时,由于不熟悉新知识、新技能,一定程度上需要机器较为精细的引导和启发。随着学习进程的逐步推进,学生对所学领域有一定的知识积累,其学习自主性也随之提升,机器则需要逐渐为学生“解绑”,给予其更大的自由度,让学生实现对学习的自我导向、自我决定。由此可见,人机协同学习中学生和机器的自主度需要针对不同学习者的学习状况以及同一学习者学习进程的逐步推进进行精准定制和动态转换,以更好地匹配学习者的实际需求,提供适切性的学习支持服务。

四、典型模式

人机协同学习应该综合考虑人与机器的优势和不足,有机分解“人—机”关系,厘清人和机器之间的协同和博弈机制,勾勒人机协同学习的应然样态。本研究从人机关系的视角出发,将人机协同学习概括为面向知识掌握的“干预—自主”式学习、面向知识建构的“协作—探究”式学习、面向知识创造的“对话—协商”式学习三种模式(见图1)。

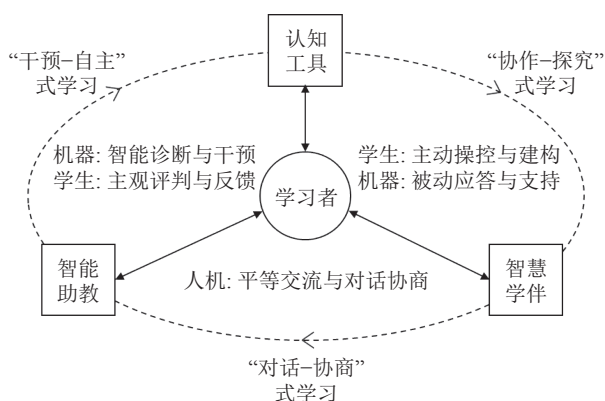


图1 人机协同学习的典型模式

(一)面向知识掌握的“干预—自主”式学习

面向知识掌握的“干预—自主”式学习主要针对学业水平较低、学习自主性差的学生,目的是帮助学生克服学业困难、提升学业水平、增强学习动机、养成良好的学习习惯。机器主要充当智能助教的角色,它通过学习计划制定、学习资源推荐、学习活动设计、学习支架构建等引导学生学习。

其一,机器智能诊断与精准干预。机器通过采

集和分析人机交互过程中学生的学业测评数据、面部表情、身体姿态、对话文本、语音语调等多模态数据,诊断学生的知识结构、学科能力、情感动机、学习偏好等,实时动态地分析学生的学业问题和学习需求。在此基础上,机器可构建智能化的学习干预方案,帮助学生改善学习计划、改进学习策略、增强学习动机、提高学习信心,从而更加科学、高效地开展学习。其二,学生主观评判和合理反馈。人机协同学习的核心是促进人的发展。“干预—自主”式学习要尊重学生的主观意愿,避免机器一厢情愿地为学生推荐学习资源,让学生不假思索地全盘接受。这就需要给予学生更大的自由度,让学生从学习需求出发评判机器智能服务的模式和策略,包括智能学习干预的时机、内容、方式等,优化智能学习干预的实践方案(王一岩等, 2023b)。其三,机器智能调整与动态优化。机器要依据学生的反馈把握学生的学业问题、学习需求、学习风格等特征,优化智能学习干预的时机、频率和策略,确保机器提供的资源和服务能与学生真实的学习需求匹配,帮助学生实现个性化的自适应学习。其四,学生的内化吸收和意义建构。在机器智能干预的基础上,学生要细致思考和深入钻研机器提供的智能化学习资源和学习服务,通过质疑提问、内化吸收、推理论证,加强对所学知识的理解和掌握,并在此基础上提出新问题、凝练新观点、探索新方案,实现深层次的意义建构。

(二)面向知识建构的“协作—探究”式学习

面向知识建构的“协作—探究”式学习主要针对学业水平较高、学习自主性强的学生,目的是为学生提供多元精准的学习支持服务,辅助学生个性化自主学习和探究学习,培养学生的探索精神和创新意识,加深对所学知识的自主建构。机器主要充当认知工具的角色,以支持、引导和拓展学生的认知过程,帮助学生借助外部工具进行深层次的意义建构(赵国庆等, 2022)。其目标是帮助学生完成信息搜索、信息呈现、知识组织、知识整合、知识生成等简单重复的工作,为学生开展探究学习提供多元精准的学习支持,让学生将更多的认知资源投入高阶认知活动。

“协作—探究”式学习的实践逻辑相对简单,其目标是充分发挥学生的自主性,让学生针对某一

特定问题开展探究学习,帮助学生运用多个学科的知识技能解决复杂问题,培养学生的探究精神,提高学生发现问题、解决问题的意识和能力。其一,学生从主观意识和学习经验出发构建系统化的问题解决方案,并对复杂学习任务进行分解,通过“认知外包”的方式让机器完成重复、单调的学习任务,自己留出更多时间从事创造性的脑力劳动(余胜泉等,2023)。其二,学生明确具体需求,利用机器搜集信息、处理数据、整合资源、组织知识,解决自身需花费大量时间和精力才能完成的复杂任务,并拓展和延伸人的智能,超越自身认知的局限,实现人机协作效率的最大化。其三,学生深入思考、消化吸收、推理论证、评价反馈,将机器的分析结果与已有知识和生活经验建立联系,完善个体的认知网络,并进行精准决策,探求解决问题的最佳方案。其四,利用机器创新问题解决方案,探究全新的学习领域,不断发现新问题、学习新知识,提升人机协作能力、问题解决能力和批判性思维能力。

(三)面向知识创造的“对话—协商”式学习

面向知识创造的“对话—协商”式学习主要针对具备较强探索精神和求知欲且具有一定学习自主性的学生,目标是探索学生和机器之间的平等对话机制,通过人与机之间的研讨交流、对话协商(李海峰等,2023),实现基于多轮人机对话的协商式学习(戴岭等,2023),推动人机协同的教育知识创生。机器主要充当智慧学伴角色,其目标是通过与学生的对话协商,集结人类智慧和机器智能的核心优势,生成创造性的问题解决方案,探索和发现新知识。

“对话—协商”式学习起源于苏格拉底教学法,其核心是根据学生已有知识和经验,通过讨论、问答、辩论的方式明晰对方认识中的矛盾,逐步引导学生得出结论,强化对所学内容的理解和掌握。生成式人工智能技术的发展,极大地提升了机器的文本生成和人机对话能力,使基于多轮人机对话的协商式学习成为可能。人机之间的“对话—协商”式学习主要通过围绕特定的研讨问题和学习任务展开多元的讨论和协商,生成面向特定问题的新见解、新方案。

其一,学生和机器围绕某一问题展开平等的交

流和论辩,机器倾向于呈现定义、案例等事实性信息,学生倾向于从理性视角阐述问题分析的角度、思考过程和解决思路。在此过程中,学生能接收和同化机器所呈现的信息,机器也能模仿学生的分析视角和思维模式,二者互相启发,达成对研究问题的新认识,实现人机协同的知识创生。其二,学生和机器围绕某一特定任务展开讨论和协商,机器整合已有数据和案例生成“最优”问题解决方案,学生在机器的基础上依据现实条件、自身经验和任务需求,调整和修正机器的方案,人和机器多轮迭代不断完善问题解决方案。在此过程中,学生借助机器“站在巨人的肩膀上”,整合过往的经验和案例,优化实践方案;机器依托学生反馈优化问题解决方案、完善面向特定问题的分析和决策模式。人机之间有效协同,提出解决问题的新方案。

面向知识创造的“对话—协商”式学习是未来人机协同学习探索的新方向,如何构建学生和机器的沟通交流和对话协商机制,实现基于人机互动的深层次意义建构,是未来一段时间需要着力探索的重要课题。

五、研究展望

人机协同学习是未来学习的新常态,目前有关人机协同学习的研究尚处于起步阶段,无法有效支撑人机协同实践的有效开展。未来人机协同学习的有效推进,需要进一步优化智能学习干预的模式和策略、提升学生的自主意识、强化人机协同学习模式的探索、探究人机协同学习的发生机制,以推动人机协同学习的常态化发展。

(一)优化学习干预模式,引导智能技术向善

从人机协同学习的现状看,其核心问题是机器的智能水平有限,不足以为学生提供科学精准的学习支持服务,即便是当前大火的GPT4等生成式人工智能大模型,也存在生成谬误信息、难以回答专业问题、缺乏情感交流、引发隐私安全等问题(邱燕楠等,2023)。此外,机器的服务模式与学生的全面发展之间存在较大鸿沟,使得作业抄袭、数字沉迷、思维惰化、认知固化、情感遮蔽等问题成为人机协同学习实践落地的关键阻碍(王佑镁等,2023)。因此,未来人机协同学习需要进一步优化机器的智能学习干预模式:一是确保机器能全方位地诊断测

评学生的学业水平、学习需求和学习自主性, 保证智能技术的应用能切实解决学生发展的关键问题; 二是重视人机之间的博弈与平衡, 给予学生一定自主性, 让学生能够在智能技术的支持下开展自主学习、协作学习和探究学习, 推动人机协同学习的有效落地。

(二) 提高学生自主意识, 唤醒学生生命自觉

智能技术的快速发展、智能教育产品的快速普及和生成式人工智能大模型的逐渐成熟, 极大地推动了学生学习方式的变革。学习内容不再局限于课堂讲授的知识, 学业指导不再完全依赖于学科教师, 学习场景也不局限于课堂, 学生可借助智能技术和智能产品随时随地获取所需的资源和服务, 开展个性化自主学习。然而, 智能技术和智能产品也给学生学习带来极大挑战, 例如, 智能终端带来的视力健康危害和数字沉迷风险, 生成式人工智能技术带来的知识谬误、作业抄袭、隐私泄露等风险, 资源推荐、学习路径规划等智能学习干预措施带来的认知风格固化、思维惰化风险等。这就需要提高学生的自主意识、唤醒学生的生命自觉、提升学生的智慧学习力(王一岩等, 2022b), 确保学生能正视自身在人机关系中的主体地位, 了解机器人的核心功能和潜在风险, 清楚机器无法代替人思考, 厘清人机的分工和协作机制, 利用智能技术拓展学习的广度和深度。

(三) 强化学习模式探索, 重构智慧学习样态

从人机协同学习的研究现状看, 学者大多基于生成式人工智能技术的发展趋势预设和畅想未来机器在学生学习中扮演的角色, 勾勒未来人机协同学习的表征样态。本文从面向知识掌握的“干预—自主”式学习、面向知识建构的“协作—探究”式学习、面向知识创造的“对话—协商”式学习三个层面尝试探索人机协同学习的应然模式, 期待能从理论层面为人机协同学习提供指引。未来研究需结合主流的智能教育产品和生成式人工智能大模型, 面向真实的学科场景, 加强人机协同学习模式的探索, 通过实证研究探究不同学习模式对学生学业表现、学习动机、学科能力、认知水平的影响, 帮助学生改善学习策略, 帮助机器优化服务模式, 推动人机协同学习实践样态的逐步优化。

(四) 探究学习发生机制, 挖掘人机协同规律

随着智能技术与教育教学融合程度的不断加

深, 以及教育领域生成式人工智能大模型的逐渐成熟, 人机协同学习或将成为智能时代学习的新常态。这就需要研究探讨人机协同学习的规律, 将人机协同学习作为教育科学研究的重要场景, 采用多学科交叉融合的方法探究人机协同学习的发生机制。研究者可利用人工智能技术采集人机协同学习过程中学生的话语、表情、姿态、人机交互等多模态数据, 挖掘学生的认知和情感状态, 探究不同人机关系下学生认知和情感的动态演化机制和协同进化机理, 以及不同学习干预措施对学生认知和情感的影响机制; 利用脑科学方法探究人机协同学习背景下学生脑区的激活状态, 探究人机协同学习的脑认知机理。

[参考文献]

- [1] 戴岭, 赵晓伟, 祝智庭(2023). 智慧问学: 基于 ChatGPT 的对话式学习新模式[J]. 开放教育研究, 29(6): 42-51+111.
- [2] 郝祥军, 顾小清, 张天琦, 王欣璐(2022). 人机协同学习: 实践模式与发展路向[J]. 开放教育研究, 28(4): 31-41.
- [3] 郝祥军, 张天琦, 顾小清(2023). 智能时代的人机协同学习: 形态、本质与发展[J]. 中国电化教育, (10): 26-35.
- [4] 何文涛, 路璐, 周跃良, 周睿(2023). 智能时代人机协同学习的本质特征与一般过程[J]. 中国远程教育, 43(3): 12-20.
- [5] 李海峰, 王伟(2023). 人机协同深度探究性教学模式——以基于 ChatGPT 和 QQ 开发的人机协同探究性学习系统为例[J]. 开放教育研究, 29(6): 69-81.
- [6] 牟智佳(2020). 多模态学习分析: 学习分析研究新生长点[J]. 电化教育研究, 41(5): 27-32+51.
- [7] 邱燕楠, 李政涛(2023). 挑战·融合·变革: “ChatGPT 与未来教育”会议综述[J]. 现代远程教育研究, 35(3): 1-12+21.
- [8] 屠明将, 吴南中(2023). “智慧学伴”何以改进学习: 在线教育的交互危机与理念再造[J]. 电化教育研究, 44(4): 65-71.
- [9] 王牧华, 刘成林, 吴晓丽, 仇茂明(2023). 大学生在线学习力测评模型的建构与运用[J]. 中国电化教育, (8): 94-101.
- [10] 王一岩, 郑永和(2022a). 智能时代的人机协同学习: 价值内涵、表征形态与实践进阶[J]. 中国电化教育, (9): 90-97.
- [11] 王一岩, 郑永和(2023a). 智能时代个性化学习的现实困境、意蕴重构与模型构建[J]. 电化教育研究, 44(3): 28-35.
- [12] 王一岩, 郑永和(2023b). 智能学习干预: 现实困境、实施原则与实践进阶[J]. 开放教育研究, 29(2): 103-111.
- [13] 王一岩, 郑宁, 郑永和(2022b). 智慧学习力: 概念内涵与结构模型[J]. 电化教育研究, 43(7): 19-26.
- [14] 王佑镁, 王旦, 梁炜怡, 柳晨晨(2023). ChatGPT 教育应用的伦理风险与规避进阶[J]. 开放教育研究, 29(2): 26-35.
- [15] 武法提, 高姝睿, 田浩(2022). 人机智能协同的精准学习干预: 动因、模型与路向[J]. 电化教育研究, 43(4): 70-76.
- [16] 徐晓青, 赵蔚, 刘红霞, 姜强, 李绿山, 程诺(2022). 学习分析对自我调节学习的影响机理研究[J]. 电化教育研究, 43(2): 72-79.
- [17] 杨灿军, 陈鹰(2000). 人机一体化协同决策研究[J]. 系统工程

程理论与实践, (5): 24-29.

[18] 余胜泉, 汪凡淙(2023). 人工智能教育应用的认知外包陷阱及其跨越 [J]. 电化教育研究, 44 (12): 5-13.

[19] 余胜泉(2022). 智能时代的深度教学理念与模式 [J]. 中小学数字化教学, (12): 34-40.

[20] 张立新, 陈倩倩(2023). 博弈与权衡: 智能教育算法的规制性与人的自主性 [J]. 现代教育技术, 33 (4): 32-39.

[21] 张立新, 来钰汝, 秦丹(2022). 智能教育工具理性与价值理性的

的博弈与权衡 [J]. 开放教育研究, 28 (3): 67-72.

[22] 赵国庆, 段艳艳, 赵晓玉, 李欣媛(2022). 面向智慧学习的认知工具与思维工具 [J]. 现代远程教育研究, 34 (3): 96-103.

[23] 郑永和, 王一岩, 郑宁, 杨杰(2023). 教学数字化转型: 表征样态与实践路径 [J]. 电化教育研究, 44 (8): 5-11.

[24] 钟秉林, 尚俊杰, 王建华, 韩云波, 刘进, 邹红军, 王争录(2023). ChatGPT 对教育的挑战(笔谈)[J]. 重庆高教研究, 11 (3): 3-25.

(编辑: 魏志慧)

Human-Machine Collaborative Learning: Practical Logic and Typical Patterns

WANG Yiyan¹, LIU Qi^{2,3} & ZHENG Yonghe¹

(1. *Research Institute of Science Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;*
2. *School of Computer Science and Technology, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China;* 3. *State Key Laboratory of Cognitive Intelligence, Hefei 230027, China*)

Abstract: *With the advancement of digital transformation in education and rapid development of generative artificial intelligence, human-machine collaborative learning will become the new normal of future learning. Human-machine collaborative learning mainly improves the efficiency and effectiveness of learning through the reasonable division of labor and organic collaboration between students and machines. It also promotes the common growth of student intelligence and machine intelligence, realizes the creation of educational intelligence through human-machine collaboration, and solves complex tasks beyond human intelligence and machine intelligence. In addition, human-machine learning promotes student knowledge construction, cognitive development, thinking enhancement, and intelligence cultivation. The development of human-machine collaborative learning requires the growth of individual learner intelligence as the core, emphasizing the game and balance between humans and machines, and strengthening the identification and dynamic adjustment of human-machine roles, while enhancing the flexible transformation of autonomy between humans and machines. This study proposes a model of human-machine collaborative learning, focusing on "intervention autonomy" learning for knowledge mastery, "collaboration exploration" learning for knowledge construction, and "dialogue negotiation" learning for knowledge creation to outline the practical patterns of human-machine collaborative learning. The future development of human-machine collaborative learning needs to further optimize the mode and strategy of intelligent learning intervention, improve students' sense of autonomy, strengthen the exploration of human-machine collaborative learning mode, explore the mechanism of human-machine collaborative learning, and support the innovative development of learning mode in the intelligent era.*

Key words: *human-machine collaborative learning; personalized self-directed learning; intelligent learning competence; generative artificial intelligence; human-machine collaborative education*