

人机协同视阈下智能教育的场景建构 及应用模式分析*

——国内外近十年人机协同教育研究综述

陈凯泉 韩小利 郑湛飞 刘幸利 胡晓松

(中国海洋大学 教育系, 山东青岛 266100)

[摘要] 人工智能赋能教育,其本质在于人和机器智能发挥各自特长,人机协同工作,两者共同实现人机协同智能。人机协同的概念演进,先后经历了人机共生、人机协作、人机融合三个阶段。实现人机融合在于强调人类智能和机器智能之间的优势互补,以产生新的混合增强智能。在过去的10年间,关于教育教学领域人机协同主题的研究,理论上关注于教学模式和教学策略的设计,实践上关注于模型建构和资源平台设计,反思中则关注于人机协同背景下师生的角色与素养变革。在面向教师端的人机协同场景中,主要体现为人机协同的整体化教学设计、智能测评、协同学情感知、人机协同教研与备课等。在面向学生端的场景中,人机协同自适应学习已成主流,并显现出自我调节、自我设计、自我监控和自我评价等四方面特征,教育管理和教育决策场景下的人机协同日显重要。在非正式教育系统中家庭教育场景下的人机协同,主要体现为对亲子互动的促进;成人教育和特殊教育场景体现为将各类学习平台作为学伴和助理,场馆教育中的人工智能则更多体现为学习陪伴者和解说者。

[关键词] 教育人工智能;智能教育;人机协同;场景建构;应用模式

[中图分类号] G434 [文献标识码] A [文章编号] 1672-0008(2022)02-0003-12

一、引言

无论是教育人工智能,还是人工智能+教育,其实质都在于人工智能有效赋能教育教学及学习过程,提高学习过程的效率,提升学习者的自我效能感,达成深度的教与学。与此同时,众多的研究与实践表明,以人工智能作为技术支撑,还能建构更多高效的学习方式。比如,人工智能与扩展现实相结合,正在形塑沉浸式学习(Immersive Learning);人工智能依据学情感知,对学习做出智能评估和预测,可为学习者的适应性学习(Adaptive Learning,以下简称AL)提供技术性支持与保障。可以说,人工智能赋能教育的过程,经历着对各类人工智能技术的反复试用与检验。反映在国际教育人工智能大会(AIED, International Conference on Artificial Intelligence in Education)的研讨中,近年来,多模态学习分析(Multimodal Learning Analysis)、适应性反馈(Adaptive

Feedback)、人机协同(Human-machine Collaboration)等,成为各国教育人工智能的主要应用范畴与研究热点。尤其是人机协同在提升各类学习者学习效果方面的作用,显得愈加明显而重要。

其实,自上世纪80年代以来,计算机、机械工程等领域的学者对人机协同这一概念就开始了探究。如,张守刚等(1984)在讨论机器求解问题时提出,机器求解问题,实际上是人—机求解问题系统。人的智能加上物化的智能—机器智能所构成的人—智能机系统,将是今后智能系统发展的一个重要方向。钱学森等(1990)先后给人机协同下过定义:人与机器各自发挥特长、协同工作,这也是多位学者共同的判断(戴汝为,等,1993;路甬祥,等,1994)。换言之,许多学者都已认识到人在这个人机系统中的重要性,人和机器应该协同工作,人不应该也不会被机器智能所取代。在教育领域,伴随近年来智能技术不断

* 基金项目:本文系国家社会科学基金项目“基于E-SCIENCE的新型科研范式研究”(15BTQ057)、中国海洋大学教学发展基金项目“混合式教学中的适应性教学反馈策略研究”(2021JXJJ14)和“基于学习分析的大学生自我效能感提升策略研究”(2020JXJJ06)的研究成果。

渗透、应用于课堂教学,人机协同的必要性已日益凸显,人机协同的教学场景、行为与相关数据分析等随之发生。并且,这种人机协同的人工智能教育应用,已经不限于教学本身,还在教育教学管理、考试考务管理、家庭—社区教育、成人与终身教育、场馆场所教育、特殊教育等获得广泛体现。

基于此,本文采用内容分析法,对2010至2021年间国内外人机协同的主题文献进行对比、分析、综合,对人机协同研究的关注重点进行梳理与分析。旨在对今后各级各类教育如何更好地应用智能技术,提供一些理论指导与实践参考。

二、人机协同研究发展历程的文献分析

随着人工智能技术的不断发展,机器智能实现的功能越来越丰富,数据处理、语音识别、图像、表情和视频识别等应用日益普及。比如,当前的手势识别和眼动跟踪都已非常精确。近些年,机器智能的智能化水平已大幅提升,甚至超越了人类在这方面的能力。最典型的是2017年AlphaGo战胜世界围棋冠军,机器智能在围棋比赛方面表现出超乎预期的创造性,以至于人类要向机器来学习这些奇妙的围棋战法。不仅是机器智能在智能化水平上获得日新月异的发展,机器智能的应用范围,也在社会生产、医疗与服务、金融与交通、生活交往等各方面达到了全面的渗透和普及。如今可以说,任何一个机构、组织或人都无法摆脱与人工智能的关系。

人机协同概念的出现与发展,几乎与人工智能技术的发展与应用相伴,如图1所示。

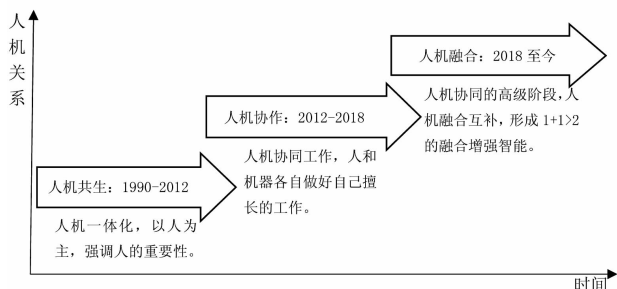


图1 人机协同概念的发展

人机协同概念的发展,已先后经历了人机共生、人机协作、人机融合三个阶段。在人机协同概念的演进过程中,始终不变并贯穿其中的观点是:人类智能和机器智能要发挥各自的优势,做各自擅长的事情。机器做机器擅长的,人做人擅长的事情,两者协同,才能充分发挥人机协同智能的价值。而进入人机融

合智能阶段,则进一步强调“人类智能”和“机器智能”之间的优势互补,以形成 $1+1>2$ 的效果。那么,就教育领域而言,作为教师的人应该做什么?机器应该做什么?该如何协同等等,在人工智能发展的过程中,对这些问题的解答也在不断发生变化。对此,我们需要从国内外文献梳理的角度加以分析与阐述。

(一)文献样本选择与研究编码体系

本研究样本的中文文献源于CNKI、维普、万方数据库,以“人机协同”作为主题,检索时间截止到2021年9月,共检索到相关文献408篇,排除重复文献117篇和研究主题不一致的文献104篇,最终得到有效文献187篇。英文文献来源于Web of Science、ERIC两大数据库171篇,IJAIE(International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2013—2021)期刊文献227篇,ITS(International Conference on Intelligent Tutoring System, 2010—2021)会议文件644篇,AIED(Artificial Intelligence in Education, AIED, 2011—2021)会议文件1035篇,经过一一筛选,最终得到英文有效文献449篇。

我们将以上中英文筛选后的有效文献作为内容分析样本,分析单元为每一篇独立文章,结合何文涛等(2021)关于人机协同信息技术教育应用的分类,将人机协同内容分析编码体系分为五大类:(1)人机协同理论研究;(2)人机协同应用研究;(3)人机协同设计研究;(4)人机协同反思研究;(5)人机协同相关的技术研究。每一类目下都有详细的分类,具体详见表1所示。

(二)教育教学领域人机协同研究的文献评析

表1中大量的文献显示,当前教育领域关于人机协同的研究,主要集中于课堂教学及学生的自适应学习,并在理论模型探究、应用实践探索、人机协同中师生角色分析等方面,都已形成较为丰富的成果。同时发现,国内外对人机协同研究的关注重点具有显著差异。主要体现在三方面:

1.理论探究上关注于教学模式构建和教学策略的设计

林韩辉指出,传统的教学模型太过于简单,而理想的智慧课堂教学模型又太过于复杂,很难应用于实际的教学过程。现有的智慧课堂模型也只有机器分析,缺乏授课教师的能动分析,人机协同能将两者有效地融合在一起(林韩晖,2019)。在教学模式上,先后出现了“人机协同+双师课堂教学模式”“人机协同+翻转课堂教学模式”“人机协同+混合式教学模

表1 人机协同研究文献分析编码体系与结果统计

一级 维度	二级维度	编码	国内		国外	
			篇数	百分比	篇数	百分比
理论 研究	1.概念	A1	0	45(24.06%)	7	78(17.37%)
	2.模型建构	A2	6		32	
	3.教学模式	A3	4		8	
	4.教学策略	A4	1		11	
	5.人机协同研究现状和趋势预测	A5	24		22	
	6.其它(综述等)	A6	10		22	
应用 研究	1.人机协同的教师教学样态	B1	25	51(27.27%)	51	164(36.52%)
	2.人机协同的学生学习样态	B2	12		87	
	3.人机协同的教育管理样态	B3	7		5	
	4.人机协同的教育测评样态	B4	7		33	
设计 研究	1.教学设计	C1	2	26(13.90%)	10	137(30.51%)
	2.系统模型设计	C2	18		60	
	3.资源设计(软件平台、环境构建)	C3	6		81	
	4.其它	C4	2		3	
反思 研究	1.人机协同背景下的教师能力素养研究	D1	28	60(32.09%)	5	30(6.68%)
	2.人机协同背景下的学生能力素养研究	D2	7		4	
	3.人机关系研究	D3	5		20	
	4.人机协同背景下的教育教学样态	D4	19		17	
技术 研究	1.硬件开发	E1	2	5(2.67%)	10	40(8.91%)
	2.软件建设	E2	3		30	
合计		187(100%)			449(100%)	

式”和“人机协同+精准教学模式”等。智能时代正形成双师协同交互育人的教育新格局,是“人师—机师”构成的“双师并存”的时代(李政涛,2021)。人机协同+混合式教学模式是为了回应混合式教学受限于师生教学理念的不一致,教学资源难以混融共通等问题(刘洋,2020)。人机协同+精准教学模式是借助智能技术实时监测学习者的学习行为,汇聚多元异构的过程数据,进而动态调控学习活动过程,帮助教师精准确立教学目标、精准定制教学内容、精准设计教学活动和精准测评学习表现(任海龙,等,2021)。

2. 实践探索中关注于模型建构和资源平台设计

在模型建构方面,国外研究开展的相对较多,如杰拉尔多(Gerardo, et al., 1996)提出了 CSCL 环境中的学习者建模方法,计算机系统通过分析学习者的行为推断学习者的知识基础,学习者模型有助于为

学习者提供支持并加强和学习者之间的有效协作,学习者模型的建构为教师精准指导学生的学习提供支撑。国内外的实践都显示,人机协同的理念在教育测评中的应用较为丰富。教学资源/系统的设计或开发,对人工智能教育的发展至关重要,这是拓展智慧教育的重要支撑。为了实现人机协同,国外有较为丰富的研究集中在系统模型、资源平台设计等方面,国内在这方面的研究相对较少。

3. 反思研究中关注于人机协同背景下师生的角色与素养变革

国内学者对人机协同教育教学的现状进行反思,对教师和学生的能力素养提出了更高的要求。在教师能力素养方面,吴茵荷等(2021)推导出未来教师核心素养框架的三个维度,硬素养、软素养和巧素养,即教育人机协同的价值观、意识、知识能力与反思。在学生能力素养方面,蔡连玉等(2021)基于国际关系“软”“硬”“巧”实力三分理论,指出学生核心素养应包括巧素养(人机协同智能);李冀红等(2021)提出了面向人机协同的创新能力培养。国外的反思研究则聚焦在探寻人机关系,如,罗森(Rosen, et al., 2015)的研究表明,人与代理之间的协作对学生协作解决问题的作用更突出。埃琳等(Erin, et al., 2016)进一步指出,设计人机关系对学习具有重要作用。

三、教育教学领域人机协同的内涵辨析

许多研究表明,计算器没有取代数学家,而是提高了他们的计算能力,使他们更有效率;文字处理器、智能写作软件也没有取代作家,而是给予他们更大的便利。教学场景中的人机协同价值指向,在于使学习者完成高质量的学习,使作为教师的“人”和承载人工智能的“机”,两者都以学习者为中心,共同为学习者服务。人机协同教学的目标因应人工智能技术的变化,人、机各自的功能承载也会发生变化,人工智能越来越多地承载传统上由老师完成的简单、重复性工作,老师被激发或者转向完成更多高级的、复杂的、指向学生个性发展的创造性教学工作。

对于人机协同的内涵,“机”作为学伴与学习者协同成长,人机协同的中的“人”不仅是教师或家长,还可以是学习者。蔡连玉等(2021)指出,人机协同系统由计算机与人类共同组成,该协同系统共有三个重要元素,即“人”“机器”以及两者之间的“协同”。因此,在人机协同的教学情境下,回答人应该做什么、机器应该做什么、人机如何协同这三个问题,成为阐



释人机协同内涵的根本所在。

(一)关于人和机器智能各自的分工问题

机器优于人类主要体现在:完成重复性、可预测性任务,能够完成依赖计算能力的任务,能够将大量数据进行分类和输入,并根据具体规则做出决策。人类优于机器的领域包括:能够设计与改进问题、体验真实的情境和建立关系,能实现跨范围、多来源聚焦问题并做出解释,可以决定如何跨越多个维度、有策略地使用有限资源,能够根据抽象价值做出有效决策(Wayne, et al., 2021)。乔布斯(Jobs)将人的核心能力界定为智慧和灵感,将机器智能的能力界定为运算处理能力(Isaacson, 2011),这样的能力划分已被很多学者所采用。如,刘步青就将演绎推理、归纳推理、类比推理等作为计算机的主要工作,人的工作主要是做出选择、决策以及评价。李平等(2018)指出,机器智能在搜索、计算、存储、优化等方面领先于人类智能,人类智能在感知、推理、归纳和学习等方面,具有机器智能无法比拟的优势,尤其在直觉方面更非机器智能所企及。这样的能力划分比较清晰,为大多数学者所认同。

但由于人工智能的飞速发展,这样的划分已越来越不够准确。比如关于感知,机器智能的感知能力已经非常精准,体现在教学中,对学生学习路径的预测、循因也愈加精确。在创造性方面,前文所提到的围棋比赛中,机器智能除了能实现面对完整信息的博弈,还能进行推理,不断形成新的对弈策略。在当今这样的发展态势下,人的分工范围有变窄变小的趋势。

(二)关于人机如何协同的问题

人完成决策、推理,机器完成重复性、耗时但又需要精确计算等工作。显然,这种相对清晰分工是能促成一些协同工作,如在语文课堂上,人工智能收集到学生们的作文,完成智能评阅,给出得分及作文的详细评阅报告;然后,由教师根据得分情况和评阅报告,给学生的作文修改给出建议。这种情况下的教师、机器智能的分工非常清晰,人机达成了协同的目的。但协同不止于此,教师不仅要呈现传统的人类智能,还要展现出人机协同智能,人机协同智能能将教育教学任务在人与机之间进行合理分配,以达到教育教学效果最优化的效果(吴茵荷,等,2021)。

教师对智能技术的采用,主要在于对某些平台、系统的应用,在教学场景下,人机协同智能应体现为教师能挖掘这些平台、系统的功能,还能主动安排教育教学任务以给养这些系统或平台。即人机协同教

学智能的核心,在于教师主动了解智能技术,一方面能够使这些技术代替教师完成某些教学任务,另一方面还能完成在非智能技术介入情况下无法高效实现的那些教学工作。因此,人机协同会从不同维度形成不同的协同模式:

1.基于学习时间安排视角形成有效的人机协同

在教学过程中,在某一段时间由机器智能辅助学生自适应完成学习任务,之前、之后包括同时,都可发生教师和学生间的交互对话,这是两类对话时间上的交替,是人机在时间安排上的协同。比如,佐治亚理工学院数学教师安排一个智能问答系统完成课后对学生的答疑,这个过程持续近三个月。在这么长的时间里,学生都未发现是由机器给出的回答(Daily Mail Online, 2017),教师和智能问答系统有效地完成了课中、课后间的密切协同。

2.基于学习内容难度不同所形成的人机协同

学习过程中某些内容可能适合由学生自主学习完成,这些内容的难度、复杂度都不是太高,勿需借助教师的讲解就能完成学习任务;而其它的学习任务都需由教师面授、详细讲解或在教师的监督训练下才能完成,这样的协同是人、机面向不同学习任务所做出的分工。比如,在芭蕾舞教学中,某些基础动作练习耗费时间很长,传统上这些基础动作的练习也由培训教师监督完成,后来发展出的智能教学系统,可以视频识别这些在基础阶段学习的学员表现。于是,培训教师就将这个阶段的训练交由智能教学系统来完成;而当学习进入到更为复杂的动作或动作变换较多的阶段时,培训教师才亲自开展教学(Maharaj Pariagsingh, et al., 2021)。

3.智能评阅和自动评分是辅助教师形成最终评价的依据

智能评阅完成了对学生作文情况的学情数据收集和分析,给出初步的修改建议,教师再根据这些数据和初步建议,做出对学生的科学判断和更为精准地反馈。这类自动评分系统其本质也是为了掌握学情,但最终的评分仍然是由教师做出决定。

可见,人机协同中的“机”可以扮演不同的角色。各类智能平台虽然被称之为教学系统,但其仍然能够扮演各种角色。前文所述的佐治亚理工学院的智能问答系统,其实就扮演了一个助教的角色;同时,很多教学系统也可作为学生的学伴或者协作者,与学习者共同学习,有时还可作为一个教学顾问的角色。比如,当学生面临困难时,这类系统能够认真主

动地提供建议,帮助学生找到解决问题的资料,这将使学生尽快摆脱学习中的消极情绪。

在各类学习场景中,智能技术在什么时间出现、在哪部分学习内容中应用、该如何收集数据及从哪些维度分析这些数据,其实都是由人来设计的。就此而言,人机交互中看似人类与机器都参与了活动,但人类始终是作为主体参与人机交互的过程;机器的参与实际上是人设计者在参与,它只不过是人的一种“替代”(陈赞安,等,2021)。

四、正式教育系统中的智能教育场景建构与应用

人机协同的目的,在于使人工智能成为人类智能的自然延伸和拓展,通过人机协同更有效地解决复杂问题。因此,要想最大程度地发挥人工智能在教育中的优势,必须要将人机协同理念运用到教育教学中的各个方面(陈凯泉,等,2019)。教育领域的场景非常丰富、复杂,当前见诸于文献的主要是关于教学场景下的人工智能应用,尤其是在正式教育系统教师端和学生端的应用场景最为丰富。与此同时,近年来人机协同应用于教育教学管理的系统建设,也愈加成熟。

(一)教师端的智能教育场景

1. 人机协同支持整体化教学设计

只有通过一定的教学设计,人工智能才能从本质上改善教育。信息技术的发展不断改变着人们的学习,如何有效利用技术促进学习,不管是现在还是未来,都将是教学设计研究所面临的重要课题(邱婷,等,2014)。具体到某一门学科或某一节课,人机协同下的教学设计,会呈现出不同的特点。比如,英语和语文学科中的写作教学,主要是基于大数据学习平台快速处理与教师评阅后的作文分数统计,以及时分析作文中存在的问题,给学生以针对性的反馈(黄涛,等,2020;杨华利,等,2020);数学教学在于搭建数学教学的虚拟场景,让师生进入这一虚拟场景以协同解决数学问题(Varatharaj,2020)。

在其它如 STEM 课程和项目式教学中,塞尔邦等(Serban,et al.,2021)的实验结果表明,基于 Korbit 的人机交互式学习与典型的在线课程相比,学生的学习效果和学生的学习积极性,都有了实质性的提高。相比于传统的教学设计,新型的人机协同理念下的教学设计,更需关注人和机器智能在教学环节中的角色如何分配,教师的干预、反馈作用如何发挥,以促进教学效果的最优化。

2. 人机协同的智能测评

智能出题和智能化批阅等,被认为是最有可能取代教师完成的工作。自动问题生成可以降低问题构建的成本,从而使教师能够将更多的时间花在其他重要的教学活动中(Jill-Jenn,2017)。作业和试卷批阅需要教师重复性投入大量时间和精力的工作,但作业批改又不能完全被人工智能所取代。因为学生的错误和失误、学生的学习效果、学生的学习习惯等,都通过作业反映出来。因此,人机协同使教师在提高作业批改效率的同时,能够准确把握学生的学习状况。比如,阿瑟·伦普等(Rump,et al.,2021)基于 Atelier 在线平台开发了评估工具 Apollo,它根据学生上传的编程作业自动分析学生上传的代码。在该研究中,Apollo 和助教之间在评估方面达成了一致,机器根据学生的学习记录,为学生生成个性化、高质量的试题,对学生的作业完成情况进行评测与批改,教师则根据系统结果准确把握学情、调整教学。

人机协同下的智能测评在减少教师工作量的同时,也能够实现“人评”和“机评”之间的优势互补。如,刘淑君等(2021)选取 149 篇中学生作文为样本进行比较研究,结果发现,智能作文评价与教师作文评分有较高的一致性和显著相关性。两种作文评价的反馈信息各有侧重,教师 and 智能作文评价系统优势互补,人机协同有望突破传统写作教学的困境。未来,可在相关学科进行更多验证性的研究。

3. 人机协同的学情感知

传统意义上的学情分析,无论是依靠教师的经验判断还是纸笔测验,从三维目标的角度看,都停留在对学生基本知识技能的了解上。智能技术支持下的学情分析,能够实现对学生的学习过程与方法、情感态度与价值观等的全面分析。从一定意义上说,借助人工智能可以实现比教师和学生更了解学生本人。例如,格利瑟等(Gliser,et al.,2020)针对学生在课堂上经常出现的注意力不集中和心不在焉的情况,提出开发一个教学辅助系统,构造了一个以环境为中心的“课堂走神模型”,来协助教师识别学生课堂走神现象。马丁内斯·马尔多纳多等(Martinez-Maldonado,et al.,2014)提出一种自动生成的方法,帮助教师及时获得通知(如图 2 所示),从而给学生及时或延时的反馈。如果说传统的学情只看到学生外显化的浅层特征,那么,人机协同下的学情分析则是既见结果,又注重过程,甚至深入分析到学生的思想、情感、注意力等内在特征。

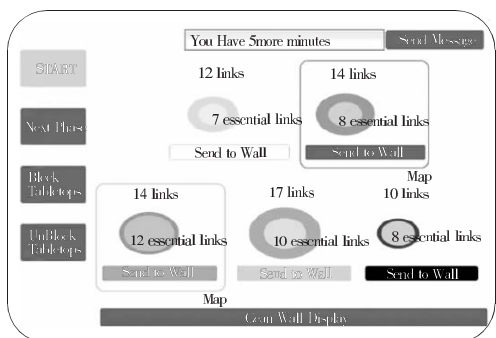


图2 上.小组协作教室 下.提示教师的仪表盘

图2(上)是能够支持小组协作、带有可视化共享设备的多桌面连通教室,通过使用可视化设备,捕获每个学习者的活动数据,每个桌面动态记录学生在每组中的活动,然后传输到中央存储库;用以量化学生的表现和合作互动学习的质量,评估学生的成果,为教师提供信息。教师收到图2(下)仪表盘所示的可视化信息后,通过监督这些小组的表现,判断某一组是否需要反馈;系统每隔半分钟评估一个组,决定哪个组需要生成一个新的提示。这样,老师才能最终确定是否所有小组都有反复出现的错误或者是否全班都需要做某些方面问题的解释。

4. 人机协同教研和备课

做好教研和备课是开展好课堂教学的前提与基础,精心研究教学内容、认真设计教学流程、科学安排师生交互等,都是教研和备课时需要思考与解决的问题。现在通过丰富的智能系统,可以支撑教师开展上述工作。比如,教学设计自动化工具、大量智慧教学平台中储存的教学资源,教师可依靠这些工具和资源,走出传统的经验式备课模式,能看到更广大区域甚至全国名师对同一堂课的设计,能够大幅度拓展教师开展同课异构的选型范围。人工智能将教研活动置于“从迟钝变得更聪明”的价值诉求之下,重构着教研的知识秩序,从而实现聪明教研(杨欣,2020)。

人机协同理念下的教研和备课,需要教师对教学平台、各类智能系统进行深入了解,能够借助这些

平台和系统开展教学设计,思考教学中如何应用智能化课堂观察、学生行为识别、学情收集、自动评分等工具,把这些应用嵌入到课堂教学流程中。比如,俄勒冈州立大学对一门大学代数课程进行了“适应性重新设计”。两年后,课程通过率从65%上升到77%,退学率从11%下降到4%。表2所示就是辅助教师开展教学的一部分人机协同教学系统。

表2 人机协同教学系统(部分)

类型	平台/系统名称	简介
教师教学辅助系统	1.TARTA	教师活动识别器,自动检测不同的教学实践
	2.COPUS	主要用于课堂观察,整个课堂期间以2分钟的间隔记录课堂行为。向教师提供课堂相关信息反馈,并产生清晰的图形化结果
	3.Coh-Metrix	从多个层面进行文本分析的工具,它允许研究人员用很少的努力收集大量关于文本主体的信息
	4.LSID-ANN	识别学习风格,基于Felder-Silverman学习风格模型(FSLSM)的人工神经网络,识别学生的学习风格
	5. 3D-MobileNet	为课堂教学评价提供了一种创新性的辅助手段,填补了人工智能应用中教师行为分析的不足
	6.TalkMoves	帮助老师创建有效的课堂讨论,为教师及其学生在课堂教学中使用的特定话语和动作,提供完全自动化的反馈
	7.lumilo	混合现实智能眼镜,把学生当前学习、元认知和行为状态的实时指标,投射在教师的教室视图中
	8.Rashi	在探究性学习环境中自动进行学生评估,用来提醒老师注意哪些需要关注的学生

(二)学生端的自适应学习

人机协同辅助学生学习,主要包括辅助学生语言学习、阅读学习、编程学习、写作学习等,辅助学生开展元认知和自我评估,为学生提供反馈,还能激励学习者的学习动机,辅助情感干预等,促使人机协同下学生的学习走向自适应学习,如表3所示。支持自适应学习的各种技术或平台,旨在模仿或支持优秀的教学者,以便为每个学生提供最佳的学习体验,这里的技术、平台仅是模仿或支持,绝非全部的替代。

目前,技术适应学习者主要包含两种策略:一种是根据适应性因素设计适应个人的学习经历;另一种是根据学习者当前学过、掌握的知识内容,进而推算出下一步可能的学习路径(Smart Sparrow, et al., 2021)。其中,知识追踪和知识图谱技术起到关键作用。适应性的根本是对学习者学情的精准判断,需要准确的评估学习者当前的学习状态和科学预测学习者的未来走向。因此,学情判断、智能预测等功能,已经成为自适应学习平台的常规性功能。

我们发现,当前人机协同背景下的自适应学习,

表3 部分人机协同的自适应学习平台列表

类型	平台/系统名称	简介
语言	1.Enskill® 英语	帮助学生进行英语口语学习
	2.CIRCSIM Tutor	基于自然语言理解的智能辅导系统
	3.EMBRACE	从具身认知的角度出发,为孩子们模拟对话提供直接反馈,更新对孩子词汇和语法技能的评估
	4.REAP	通过提供从网上自动选择的真实和适当的阅读材料,为学生提供个性化的实践,提供读者特定的词汇练习,以提高阅读理解能力
	5.ITSS	结构策略的智能辅导,辅助语言学习,个性化提高学生的阅读理解
	6.Project LISTEN	听学生朗读,并在学生点击寻求帮助、犯错误或卡住时,给予口头和图形帮助
	7.jrec	在线日语学习工具,可根据学生先前的知识,从互联网上推荐合适的阅读文本,给予适应性建议
	8.ELAi	为用户提供一个练习英语口语的机会,并对回答质量提供反馈
阅读	9.iSTART	为学习者提供阅读策略指导和元认知提示,提供自定步调的学习
	10.SQL-Tutor Structured Query Language	测量学习者的动机状态和利用技术来影响学习者的动机状态以促进学习,为学习者提供元认知反馈
	11.SERT (Self- Explanation Reading Training)	旨在教会学习者通过运用有效的阅读策略,生成有效的自我解释
编程	12.ConceptGrid	帮助非程序员开发执行自然语言,评估学生的反应,提供及时的反馈。支持广泛的知识构建对话
	13.Ask-Elle	学习高阶、强类型函数式编程语言Haskell的导师,提供各种形式的解决方案和自动反馈
	14.Code Adviser	通过理解和发现用c++编程语言编写的学生程序中的语义错误,为学习者提供反馈
	15.ITAP	数据驱动的编程智能教学辅助系统,为学生编程学习自动生成个性化提示
	16.Wayang tutor	识别学生情感的智能导师,创建一定的情境,学习者基于角色扮演进行探索。系统给予故事情节、动画人物和解决问题的提示
	17.ROBIN	根据知识模型和学生当前状态,为学习者提供自动反思提示和鼓励
学习同伴	18.LECOBA	学习伙伴系统,该系统实施了两个具有不同专业知识(弱和强)和两种动机条件(有动机和自由)的同伴辅助学习
	19.Animated Pedagogical Agents (APAs)	捕捉学生的情绪状态,并提供动机支持,为学习者提供情感支持
	20.APLUS	使用机器学习代理辅助学习,为学生提供元认知脚手架
	21.Alcody	作为学生学习的情感伴侣,来支持学生的学习
	22.Adaptive Peer Tutoring Assistant (APTA)	在高中代数同伴辅导中提供帮助

类型	平台/系统名称	简介
元认知	24.SE-Coach	给学生提供个性化的支持,旨在帮助学生获得某个领域学习的元认知技能
	25.EA-Coach	提供自适应支持,包括一个创新的例子选择机制,选择最有潜力的例子来触发学习,即使用例子来帮助解决问题
	26.HSSE	当学生在系统帮助下解决问题时,它就学生的求助行为提供反馈
	27.MetaTutor	培养和训练学习者的自主学习过程
	28.MGRs	具有多种表示和自我解释提示的系统,使用多种图形表示支持分数(数学)学习
	29.Cognitive Tutor	以个体为单位分配问题给学生,监控学生的解决步骤,提供与上下文相关的反馈和提示
	30.Wayang Outpost	综合学生的认知、元认知和情感因素,根据学生的学习需要做出教学决策
写作	31.Utility Value	写作干预程序,自动论文评分
	32.AWA	学术写作分析工具,为学生的初稿写作提供形成性反馈
	33.W-Pal	通过明确的策略指导、刻意练习和自动反馈,提高学生的写作水平
其它	34.LOGAX	互助式辅导工具,构建提示和反馈
	35.FUMA	为MOOC学生提供个性化支持
	36.OMRaaT	对数学成绩不好的学生提供个别辅导
	37.Chem Tutor	支持本科生化学学习的智能辅导系统,呈现化学概念的认知模型
	38.AutoTutor	能感知学习者的行为和情绪,用自然语言和学习者对话

主要呈现出如下特征:

一是自我设计。人机协同支持下的学习者自我设计学习,将帮助学习者解决“我要学什么?”“我该如何学?”“我要学到什么程度?”等问题。有学者对学生基于知识地图的自我导向学习设计,开展了实证研究。研究表明,自我导向的学习在强调学习者独立性与自主性的同时,又为学习者提供一定的引导与参照(李士平,等,2016)。而智能系统支持下的学习者自我设计学习,学习者可以根据自己的学习需求,按照自己的节奏进行个性化学习,以促进真实学习的发生。

二是自我监控。在传统的学习过程中,学习者往往只能借助自我经验或教师提示,监控自己的学习过程。但在智能技术的帮助下,科学的数据记录和分析,能帮助学习者更好地监控自己的学习过程。例如,莫拉莱斯·乌鲁希亚等(Morales-Urrutia, et al., 2020)为学生建立“情感学习伴侣”,它可以尝试与学生建立同理心,使学生感到被理解,以帮助学生了解并调节自己的学习情绪。研究显示,具有“情感学习伴侣”支持的学生,在个性化、执行力和情绪管理等方面,均具有更好的学习效果和学习满意度。

三是自我调节。宾特里奇等(Pintrich, et al.,



1990)较早使用自我调节学习(Self-Regulated Learning, SRL)这一表述,认为自我调节学习一方面关注学习者如何主动制订适合自身的个性化学习策略,另一方面是关注学习者在目标制订、学习过程、评估反思三阶段的具体表现。现在众多的自适应学习系统能够辅助学生自我调节学习过程,比如,应用 Betty's Brain 系统对初中三年级学生进行实证分析,结果表明,大部分学生能有效地调节自己的认知策略、元认知和情绪(韩建华,2017)。萨布林等(Sabourin, et al.,2013)以情绪为基点,对基于游戏的学习环境中学生的自我调节学习进行研究,学生们被提示以一种类似于当今许多社交网络工具中所采用的方式,来反思自己的情绪和状态,不断自我调节学习过程。研究结果显示,这种动态反思与调节效果明显。

四是自我评价。自适应学习平台打破了学习者以成绩作为自我评估的唯一标准,以促进学习者更加全面真实地评估自己。比如,苏莱曼等(Suleman, et al.,2016)开发了 NDLtutor,调查了系统对学习者的自我评价和自我反思的影响。结果显示,该系统能够显著提高学习者自我评价的准确性,为促使学习者进行自我反思,提供了有效支持。

(三)教育教学管理中的人机协同

教育管理和教育决策场景下的人机协同,已日益显现出重要性。当前,各类教育大数据平台日趋成熟,无论是校长对一所学校的管理还是区域层面的教育主管部门,对某一区域做出决策时都会借助大数据。但缘于各种原因,数据孤岛现象仍然普遍,使得这些数据并不完整。如,校长对教师的教学专业能力进行评估时,该教师的执教成绩、所获得的奖惩、年度考核等级、民主评议情况等,进入大数据平台都非难事。但如果仅依靠这些数据,并不能完全反映这位教师的教学专业能力。校长还应从班主任、该位老师教过的学生及学生家长等多方面,获取诸多评价反馈,负责任的校长需要将这些评价反馈与前述那些易获取的数据汇集在一起,才能做出最终且合理的评价。因此,在教育管理和决策这个层面,人机协同的关键是融合机器智能与人工数据,然后由人最终做出决策。可见,教育管理和教育决策场景下的人机协同,既源于决策数据存在不完整性,也源于科学决策的主体不能交由机器这一伦理问题。

未来改进的方向,在于不断提升人机协同的精确性。即人工智能支撑下的教育大脑要以数据为依托,通过人机协同,为教育赋能。例如,湖州吴兴区

“教育大脑”(教育魔方)项目,已于2021年底全面上线,该项目按照“1个数据舱+6大模块+N个应用”的思路进行建设,通过系统整合、资源融合、数据归集等途径,可实现科学决策、智慧管理、精准教学、高效服务等不同教学管理需求(《吴兴观察》,2021)。

教育评价和考试中人工智能的引入和应用与日俱增。考试的从来都不是只为了告知学生、家长和老师一个学习的结果,其价值在于做出科学的评价,据此为学生后续的学习提供更科学合理的建议。因此,考试或评测的过程,要结合学生个性给学生做出个性化、发展性的评测,以调动学生的积极性。如果仅靠当下的自动评分、无纸考试等技术,并不能实现上述这些目标。表现在试题试卷上,个性化组卷要以系统及教师能掌握的学情为前提,题目的难度、区分度要由教师做出设定;题目中一些主观题目,包括一些可以有多种回答的题目,都需要教师给出评分。所以,考试、评测情境下的人机协同显得很有必要,不能简单交由智能系统来完成。

人机协同在学校管理领域的应用,在排课系统、学业预警等方面也效果显著。中小学选课走班越来越普遍,人机协同的排课系统一方面可以解决人工排课费时费力的问题,另一方面可以解决机器排课缺乏灵活性和人性化的不足。人工智能技术推动了学业预警的科学性和有效性,不仅可以减少教师和学校的工作量,对学困生给予针对性的指导和帮助;还可以使学生了解自身的学业现状,使其产生危机感,从而有效地改善学习。可见,人机协同下的学业预警,集人性化和科学化于一身,发挥着“人类智能”和“机器智能”的共同优势,以辅助学生学习和学校教育管理,不断提高教育教学质量。

五、非正式教育系统中的人机协同教育场景建构与应用

近年来,人工智能赋能教育应用的场景日益丰富,应用形式更加多样,已经渗透于各个领域。在正式教育中,主要体现在课堂教学、教育管理和教育评价等方面。而在非正式教育系统中,主要表现在家庭教育、社区教育、成人教育、特殊教育、场馆教育等多种场景。与此相对应,在这些场景下的人机协同表现,均有其不同特性。比如,在家庭教育中,人机协同体现为对亲子互动的促进,在成人教育、社区教育和特殊教育中,体现为将各类学习平台作为学伴、助理,在场馆教育中人机协同更多体现为虚实解说者、学习陪伴者等。

(一)家庭教育

现在各类面向幼儿、中小学生的培训学习平台、系统已非常丰富,使用场景主要是面向家庭。但如果家长任由孩子自主使用这些系统或平台,会带来潜在负效应:首先,孩子以学习之名在电脑或手机上做与学习无关的事情,沉迷游戏、长时间面对电脑所造成的视力下降等问题随之而来。其次,即使孩子有较好的自律性和学习自主性,家长的陪同、辅助讲解、增加亲子对话等依然非常必要。因此,人机协同为家庭教育赋能,可贯穿于家庭教育的方方面面。

在家庭作业方面,机器可以协助家长更好地进行学业辅导。比如,门迪西诺等(Mendicino, et al., 2009)研究表明,计算机支持家庭作业的学习效果效应值为0.61,已超过传统的纸笔作业。在亲子互动方面,人机协同的新技术帮助家长了解孩子需求,促进父母与孩子间的有效互动。比如,对话阅读是一种让成年人和儿童在对话中一起阅读,这些对话通常是由父母的引导行为引发,但父母并不总是自发地进行这种行为。为此,莱克什米等(Lekshmi, et al., 2021)设计了Parent-EMBRACE,使用具身认知方法,专为在美国的拉美裔双语学习家庭设计。这个人机协同程序为父母提供可问的问题,包括一个仪表盘显示父母的提问行为;并通过调整问题提示,来适应父母与孩子之间的行为。研究表明,这一系统适时提醒父母进行干预,可以提高儿童的语言技能及推理能力。

(二)成人教育

人机协同能够在许多场景辅助终身学习与成人教育,为当下成人学习者提供更丰富的学习资源和更多的学习机会。比如,对于第二语言的成人学习者,人机协同语音翻译、对话等正发挥着智能教师的作用。在正规学校教育系统的语言课中,所教授的知识往往与许多语言学习者的实际生活脱节。如,词汇教学课程往往反映了课程编写者对学习者的词汇需求的看法,而不是学习者自身的实际需求。为此,阿布哈里尔等(Abou-Khalil, et al., 2021)分析居住在黎巴嫩和德国的叙利亚难民现实生活的词汇需求,追踪学习者在搜索词汇时的数据,收集学习者在日常生活中需要的单词,为学习者提供个性化的词汇推荐。对于在职工作人员,人机协同还可帮助成人学习者科学诊断自己的职业需求,规划自身职业的发展道路。例如,阿格拉沃尔等(Agrawal, et al., 2017)建立持续认知职业伙伴的经验系统,该伙伴系统使用自然语言文本的各种数据源,根据核心专业知识和专业

能力的匹配,向用户推荐符合其个性能力发展的职业路径、课程和工作,以助力职业学习者的职业发展。

(三)特殊教育

人工智能等技术的发展,对于特殊儿童具有很大的应用价值。借助人机协同智能辅导系统,在一定程度上提高诊断学习障碍准确性的同时,通过有效干预,还能够帮助具有学习障碍的儿童克服困难,提升家庭和社会应对学习障碍的能力(王彦娇,等,2019)。例如,针对自闭症儿童在社交方面的困难,可借助虚拟环境中的交互方式来缓解这一问题。奥尔康等(Alcorn, et al., 2011)使用echo VE(Virtual Environment)创建虚拟角色,通过跟随角色的目光或指向来选择对象。研究结果表明,患有自闭症谱系障碍的幼儿,可以跟随虚拟角色的目光和手势提示,进行相关的学习或体验活动,并做出积极的反应。

在线教育资源中经常包含一些信息性的图片,由于缺少解释或图片描述不完整,有视觉障碍的学习者往往无法理解这些图片。有学者研究使用结构化模板来简化自动生成高质量描述的任务,并提出了一个程序来评估所产生的描述内容,无需专家参与。结果表明,这种人机协同的结构化模板,成功地捕捉了较简单的图表类型中的信息,比如,柱状图和饼状图(Tian, et al., 2021)。因此,针对特殊儿童的教育或矫正,人机协同能够更科学准确地识别学习者的困难,给予有效反馈和帮助,协助家长和教师关注孩子的情绪、情感等问题,并提供有效干预。

(四)场馆教育

在科学馆、博物馆等非正式学习场景下开展研学课程,是当前很多学校所采纳的教学形式。随着人工智能的发展,人机协同技术在场馆教育中的应用日益受到重视。埃默森等(Emerson, et al., 2021)在一个关于环境可持续性和未来世界的互动展览中,配备了多个传感器,使用多模态轨迹分析,来构建参观者参与度的计算模型,以捕捉参观者在参观过程中的行为,包括他们的姿势、面部表情、互动记录和眼睛凝视等。研究结果表明,基于上述多模态参观者的数据分析,可以作为参观者参与建模的基础,以增强其在博物馆等中的学习体验。莱恩等(Lane, et al., 2011)在以科学教育为主的波士顿科学博物馆中,设置Coach Mike虚拟人(如图3所示),Mike通过使用动画、手势和合成语音,提供了几种形式的学习支持,帮助参观者解决问题并给予定向的指导,其功能就如同是一个教学代理。

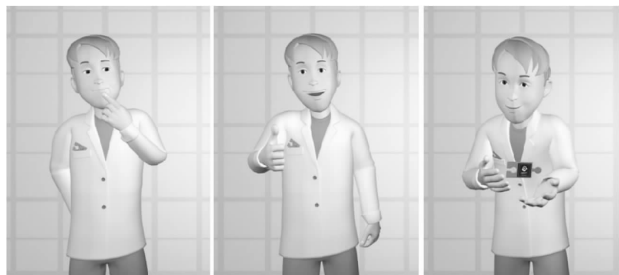


图3 波士顿科学博物馆3D虚拟人Mike

六、结语与展望

我们通过以上文献综述发现,如何更好地将人类和人工智能的优势结合起来,已成为今后人工智能教育应用的重要方向。众所周知,教学是一种高创造、认知型的工作,在教育教学领域,人机协同将是未来主要的工作模式。因此,各类智能教学系统的开发与应用,必须清醒地认识到教师这个角色及相应的岗位,尚不能被AI轻易取代。所以,无论是人工智能技术,还是人机协同的这些系统工具,要在实际课堂上得到有效应用,其设计必须充分尊重教师和学生们的具体需求。为此,国外已有一些研究者认识到这一点。比如,霍尔斯坦等(Holstein, et al., 2019)等人在研究中,收集了师生对24种设计概念的反馈信息,发现了教师和学生课堂上都期望存在一种“隐藏的”师生沟通渠道,使学生能单独向教师传递求助或其他敏感信息,而不愿让其他人知道。另外,学生虽然对人工智能系统未经允许就跟老师共享其个人学情的行为感到不安,但学生也反对让自己完全控制这些系统,即学生在技术环境下依然渴望与教师进行沟通。师生的这些独特需求,为设计更加理想的人机协同教学系统,提供了学习心理学依据。

我们认为,技术对未来社会的主导,不外乎人类主导、机器主导和人机结合主导这样三种可能。人类当然希望由自身主导社会的发展和各类系统的运转,但科技的迅猛发展,人类又必须依赖人机结合来完成这一主导任务。伴随机器智能的不断进步,人类在安排、利用机器智能的同时,机器智能主动与人类开展协同的价值与空间越来越显现出重要性。比如,科学研究就是一种高认知型工作,人工智能正在帮助科学家发现新的未知领域甚至科学规律。科学家在与人工智能的协同工作中,会将人工智能作为“科研助理”以加速科研的流程或效率;同时,也在促使人工智能完成具有高适应性和高自由度的科研任务。比如,已有机器人科学家可以实现自主思考,与

人类会话(Burger, et al., 2020)。另外,在正式或非正式的教学情境下,随着机器智能的迅速发展,智能教学系统的适应性和自由度也在大幅提升;人机协同的技术本原从计算处理能力不断走向学情感知,从学伴、助教角色的扮演演进到数字孪生体的形成和虚拟学习场景的搭建,其内涵与功能日趋丰富。

所以,我们必须承认,电脑已经“入侵”了过去被认为是人类特有的领域,机器智能开始在新的数学证明及古文字翻译中完胜人类,这足以说明机器智能具有超乎想象的发展空间。脑机接口和数字孪生体等新技术的发展,正显现增强智能的强劲态势。虽然应用脑机接口直接将知识传输给学习者——这种天方夜谭式的科幻场景能否实现尚未可知,但倘若学校的数字孪生体和教学场景的元宇宙成为现实,教与学大数据变得更为完整、数据可视化程度更高,并且动态操控更加便捷的话;那么,人机协同的教育教学与管理等会更为精准与有效。同时,教育机器人将从被动的信息供给走向主动地与教师协同开展教学,主动与学习者交流。总之,未来人机协同在教育教学及相关领域中的应用,会愈加广泛而有力。

[参考文献]

- 陈赞安,李宇宇,尹以晴,等,2021.从算法到参与构建计算模型:人机协同视域下计算思维的内涵演进与能力结构[J]. 远程教育杂志(4):34-41.
- 陈凯泉,张春雪,吴玥玥,等,2019.教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同[J]. 远程教育杂志(5):24-34.
- 蔡连玉,刘家玲,周跃良,2021.人机协同化与学生发展核心素养——基于社会智能三维模型的分析[J]. 开放教育研究(1):24-31.
- 戴汝为,王珏,1993. 关于智能系统的综合集成 [J]. 科学通报(14): 1249-1256.
- 何文涛,张梦丽,路璐,2021.人机协同的信息技术教育应用新理路[J]. 教育发展研究(1):25-34.
- 黄涛,龚眉洁,杨华利,等,2020.人机协同支持的小学语文写作教学研究[J]. 电化教育研究(2):108-114.
- 韩建华,2017. 基于智能导学系统自我调节学习模型设计与实证研究[D]. 吉林:东北师范大学:39-40.
- 艾萨克森,2011.史蒂夫·乔布斯传[M].北京:中信出版社.
- 路雨祥,陈鹰,1994.人机一体化系统与技术立论[J]. 机械工程学报(6):1-9.
- 林韩辉,2019.基于人机协同学习数据分析的智慧课堂实用模型构建[J]. 信息技术与信息化(3):96-98.
- 李政涛,2021.智能时代是“双师”协同育人的新时代[J]. 当代教师教育(1):1-4+29.
- 刘洋,2020.混合式教学的困境与优化[J]. 教学与管理(18):104-106.
- 李平,杨政银,2018.人机融合智能:人工智能3.0[J]. 清华管理评论(Z2):73-82.

- 刘淑君,李艳,杨普光,等,2021.智能作文评价的效果研究[J].开放教育研究(3):73-84.
- 李冀红,庄榕霞,年智英,等,2021.面向人机协同的创新能力培养——兼论面向智能时代的创造性人才诉求[J].中国电化教育(7):36-42+61.
- 李士平,赵蔚,刘红霞,等,2016.基于知识地图的自我导向学习设计与实证研究[J].电化教育研究(5):74-81.
- 钱学森,于景元,戴汝为,1990.一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J].自然杂志(1):3-10+64.
- 邱婷,谢幼如,尹睿,2014.教学设计研究的前沿发展及其启示[J].中国电化教育(4):127-131.
- 任海龙,赵雪梅,钟卓,2021.智能技术支持下的精准教学:技术框架与运行体系[J].教育理论与实践(27):56-58.
- 孙妍,2021.从“知识图谱”到“人机协同”——论人工智能教育对教师的重塑和挑战[J].高教探索(3):30-37.
- 吴茵荷,蔡连玉,周跃良,2021.教育的人机协同化与未来教师核心素养——基于智能结构三维模型的分析[J].电化教育研究(9):27-34.
- 韦恩·霍姆斯,玛雅·比利亚克,查尔斯·菲德尔著,2021.《教育中的人工智能:前景与启示》[M].冯建超等译.上海:华东师范大学出版社.
- 王彦姝,姜永志,2019.人工智能对学习障碍儿童具有积极作用[N].中国社会科学报,2019-11-19(4).
- 《吴兴观察》数字化吴兴.“教育大脑”打造吴兴智慧教育新模式[EB/OL].[2021-12-20]. https://www.sohu.com/a/500561552_121117450.
- 杨华利,郭盈,黄涛,等,2020.人机协同支持下的小学英语写作教学研究[J].现代教育技术(4):74-80.
- 杨欣,2020.人工智能助力教研变革的价值与逻辑[J].电化教育研究(11):27-32+86.
- 张守刚,刘海波,1984.人工智能的认识论问题[M].北京:人民出版社:170.
- ABOU-KHALIL V,FLANAGAN B,OGATA H,2021. Personal vocabulary recommendation to support real life needs. In:Roll I.,McNamara D.,Sosnovsky S.,Luckin R.,Dimitrova V. (eds)[C]. Artificial Intelligence in education. AIED.lecture Notes in computer Science,vol 12749. Springer,Cham:18-23.
- AGRAWAL B. et al.,2017. 4C:continuous cognitive career companions [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,cham:623-629.
- ALCORN A. et al.,2011. Social communication between virtual characters and children with autism [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,cham:7-14.
- DAILY MAIL ONLINE. A robot has been teaching grad students for 5 monthand NONE of them realized[EB/OL].[2017-05-10]. <http://www.dailymail.co.uk/news/article-3581085/A-robot-teaching-grad-students-5-months-NONE-realized.html>.
- ERIN,WALKER,AMY,et al.,2016.We're in this Together:Intentional design of social relationships with AIED systems [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education,26(2):713-729.
- EMERSON A,HENDERSON N,MIN W,et al.,2021. Multimodal trajectory analysis of visitor engagement with interactive science museum exhibits. In:Roll I.,McNamara D.,Sosnovsky S.,Luckin R.,Dimitrova V. (eds)[C]. Artificial Intelligence in Education. AIED. Lecture Notes in Computer Science,vol 12749. Springer,Cham:151-155.
- GERARDO A,YONEO Y,1996. Learner models for supporting awareness and collaboration in a CSCL environment[C]. International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Springer,Cham:158-167.
- GLISER I,MILLS C,BOSCH N,et al.,2020.The Sound of inattention: predicting mind wandering with automatically derived features of instructor speech[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham:204-215.
- HOLSTEIN K,MCLAREN B M,ALEVEN V,2019.Designing for complementarity:teacher and student needs for orchestration support in AI-enhanced classrooms. In:Isotani S.,Millán E.,Ogan A.,Hastings P.,McLaren B.,Luckin R. (eds)[C]. Artificial Intelligence in Education. AIED. Lecture Notes in Computer Science,vol 11625. Springer, Cham:157-171.
- JILL-JËNN V,POPINEAU F,ÉRIC B,et al.,2017.A review of recent advances in adaptive assessment [J]. Springer International Publishing, (94):113-142.
- LEKSHMI NARAYANAN A.B,et al.,2021. Parent -EMBRACE:an adaptive dialogic reading intervention. In:Roll I.,McNamara D.,Sosnovsky S.,Luckin R.,Dimitrova V. (eds)[C]. Artificial Intelligence in Education. AIED. Lecture Notes in Computer Science,vol 12749. Springer,Cham:239-244.
- LANE H.C,NOREN D,AUERBACH D,et al.,2011.Intelligent tutoring goes to the museum in the big city:A pedagogical agent for informal science education [C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,cham:155-162.
- MARTÍN-GUTIÉRREZ J,CONTERO M,ALCAÑIZ M,2010. Evaluating the usability of an augmented reality based educational application[C]. International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Springer, Cham:296-306.
- MAHARAJ-PARIAGSINGH L,MOHAMMED P.S,2021. Dance tutor:an ITS for coaching novice ballet dancers using pose recognition of whole -body movements. In:Roll I.,McNamara D.,Sosnovsky S., Luckin R.,Dimitrova V. (eds)[C]. Artificial Intelligence in Education,AIED. Springer,Cham:262-266.
- MARTINEZ-MALDONADO R,CLAYPHAN A,YACEF K,et al.,2014. Towards providing notifications to enhance teacher's awareness in the classroom [C]. International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Springer,Cham:510-515.
- MORALES-URRUTIA E K,CH J,D PÉREZ-MARÍN,et al.,2020. Promoting learning and satisfaction of children when interacting with an emotional companion to program[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,cham:220-223.
- MENDICINO,M,2009. A comparison of traditional homework to computer supported homework[J]. Journal of Research on Technology in Education,41(3):331-359.
- PAIVA R.,BITTENCOURT I. I,2020.Helping Teachers help their students:a human-AI hybrid approach[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer,Cham:448-459.
- PINTRICH P R,DE GROOT E V,1990. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance[J]. Journal of

- Educational Psychology, 82(1):33-40.
- ROSEN Y, 2015. Computer-based assessment of collaborative problem solving: exploring the feasibility of human-to-agent approach [J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 25 (3): 380-406.
- RUMP A, FEHNKER A, MADER A, 2021. Automated assessment of learning objectives in programming assignments[C]. Intelligent Tutoring Systems. ITS Springer, Cham: 3-12.
- SERBAN I V, GUPTA V, KOCHMAR E, et al., 2020. A large-scale, open-domain, mixed-interface dialogue-based ITS for STEM[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham: 387-392.
- SABOURIN JL, SHORES L R, MOTT BW, et al., 2013. Understanding and predicting student self-regulated learning strategies in game-based learning environments[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 23(1-4): 94-114.
- SULEMAN RM, MIZOGUCHI R, IKEDA M, 2016. A new perspective of negotiation-based dialog to enhance metacognitive skills in the context of open learner models[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(4): 1069-1115.
- SMART SPARROW, PTY LTD. Let's talk about adaptive learning.[EB/OL].[2021-12-12]. <https://www.smartsparrow.com/what-is-adaptive-learning/>
- TIAN X, et al., 2021. Modeling frustration trajectories and problem-solving behaviors in adaptive learning environments for introductory computer science. In: Roll I, McNamara D, Sosnovsky S, Luckin R., Dimitrova V. (eds)[C]. Artificial Intelligence in Education. AIED. Lecture Notes in Computer Science, vol 12749. Springer, Cham: 355-360.
- VARATHARAJ A, BOTELHO AF, LU X, et al., 2020. Supporting teacher assessment in chinese language learning using textual and tonal features[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham: 562-573.
- WANG S, BEHESHTI A, WANG Y, et al., 2021. Assessment2Vec: learning distributed representations of assessments to reduce marking workload[C]. International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham: 384-389.

[作者简介]

陈凯泉, 博士, 中国海洋大学教育系教授, 主要研究方向为教育信息化、学习科学; 韩小利, 中国海洋大学教育系在读硕士研究生, 研究方向为人工智能教育应用; 郑湛飞, 中国海洋大学教育系在读硕士研究生, 研究方向为人工智能教育应用; 刘幸利, 中国海洋大学教育系在读硕士研究生, 研究方向为人工智能教育应用; 胡晓松, 中国海洋大学教育系在读硕士研究生, 研究方向为人工智能教育应用。

The Analysis of Construction and Application Mode of Scenario Construction in Intelligent Education from the Perspective of Human-machine Cooperation

——A Review of Domestic and International Review on Human-machine Cooperative Education in the Past Ten Years

Chen Kaiquan, Han Xiaoli, Zheng Zhanfei, Liu Xingli & Hu Xiaosong

(Department of Education, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100)

[Abstract] The essence of artificial intelligence-enabled education lies in the fact that human and machine intelligence play their respective strengths, human-machine cooperation, and both reach human-machine synergistic intelligence. The evolution of the concept of human-machine synergy has experienced three stages: human-machine symbiosis, human-machine collaboration, and human-machine fusion. Arriving at human-machine fusion means emphasizing the complementary advantages between human intelligence and machine intelligence to produce a new hybrid enhanced intelligence. In the past two decades, research on the topic of human-machine collaboration in education and teaching has focused on the design of teaching models and teaching strategies in theory, model construction and resource platform design in practice, and the role and literacy changes of teachers and students in the context of human-machine collaboration in reflection. In the scenario of human-computer collaboration for teachers, the main features are the holistic teaching design, intelligent assessment, collaborative learning situation perception, and collaborative research and lesson preparation. In the student-oriented scenario, human-computer collaborative adaptive learning has become the mainstream, and shows four characteristics of self-regulation, self-design, self-monitoring and self-evaluation. Human-computer collaboration in educational management and educational decision-making scenarios are also particularly necessary. In the informal education system, human-computer collaboration in the family education scenario is reflected in the promotion of parent-child interaction; while in the adult education and special education, various learning platforms are used as learning partners and assistants, and in the venue education, AI is reflected more as a learning buddy and interpreter.

[Keywords] Educational Artificial Intelligence; Intelligent Education; Human-machine Cooperation; Scenario Construction; Application Mode

收稿日期: 2022 年 1 月 26 日

责任编辑: 陶 侃