

人工智能应用下智慧课堂的研究热点与趋势^{*}

——基于 2001—2020 年国内外文献的知识图谱分析

牟向伟¹,赵远航¹,唐瑗彬²

(1.广西师范大学 职业技术师范学院,广西 桂林 541004;

2.澳门城市大学 教育学院,澳门 999078)

摘要:人工智能时代到来,智慧课堂转型升级。文章以中国知网数据库收录的 388 篇及 Web of Science 收录的 390 篇与人工智能应用下智慧课堂相关的期刊论文为数据来源,基于 CiteSpace 软件绘制国内外人工智能应用下智慧课堂研究知识图谱。文章分析发现,就发文趋势而言,国内外呈上升趋势;就高产作者与团队分布而言,国内合作不够紧密,缺少领军人物,尚未形成稳定的学术共同体;就研究热点而言,围绕智慧课堂理论探索、技术应用、教与学实践三方面展开,国内外各有侧重,国内专注于智慧课堂的教学模式构建,国外偏向于智慧课堂的教学实践。文章基于关键词时序图与突变词分析,结合中国国情,预测未来国内外智慧课堂研究的发展趋势。

关键词:人工智能;智慧课堂;热点与趋势;CiteSpace

中图分类号:G434;G353.1

文献标志码:A

文章编号:1673-8454(2021)13-0035-07

为抢抓新一轮技术机遇,我国出台《新一代人工智能发展规划》等文件,以期通过人工智能打造经济社会发展的新引擎、新动能,引发课堂教学新变革。人工智能应用下的智慧课堂是指以先进的学习理论为指导,以促进学生核心素养发展为宗旨,利用人工智能、大数据、云计算、物联网等智能信息技术打造智能、高效的课堂。^[1]目前学界主要采用文献分析法整理分析智慧课堂的研究现状,缺少基于可视化分析软件的智慧课堂研究热点及发展趋势的文献,难以较为直观地把握该领域的研究历程。^[2]为此,本研究采用文献计量法和科学知识图谱法,梳理了近 20 年国内外人工智能应用下智慧课堂的研究并加以可视化操作,即运用 CiteSpace5.7.R1 绘制文献发文趋势、作者合作网络、关键词网络、聚类视图、时序图,突变词呈现人工智能应用快速发展以来智慧课堂的研究成果和发展脉络,把握研究热点及该研究领域整体发展趋势,以期为我国人工智能时代智慧课堂新理念、新模式和新实践的深入探索提供参考和借鉴。

一、研究方法及数据来源

本文运用由美国 Drexel 大学陈超美教授开发的 CiteSpace 软件对检索文献的数据进行可视化分析。

CiteSpace 是基于寻径网络算法和共引分析理论等对特定领域文献(集合)进行定量分析的重要工具,具有“图”和“谱”的双重特性。^[3]通过挖掘文献的潜在知识,能够探索该领域的研究基础、研究热点、研究趋势等各方面的信息。

国内数据来源为中国知网(CNKI)数据库,以“‘智慧’OR‘智能’OR‘人工智能’OR‘AI’”AND“‘课堂’OR‘教室’”进行主题检索,时间范围定为 2001 年 1 月 1 日—2020 年 9 月 31 日,并通过阅读文献摘要进行人工识别,排除不相关文献以及会议新闻、征稿通知、期刊声明等无效记录,最终确定 388 篇中文文献。国外数据来源为 Web of Science 核心合集(WOS)数据库,以“‘Smart’OR‘Intelligent’OR‘Artificial Intelligence’OR‘AI’”AND“‘Classroom’OR‘Class’”进行主题检索,为便于数据对比分析,国外文献时间范围也定为 2001 年 1 月 1 日—2020 年 9 月 31 日,采用同样文献筛选方法,最终确定 390 篇英文文献。

二、国内外文献发文趋势分析

发文数量是判断某一研究领域在特定时间段内发展态势的重要指标,根据其变化能够直观地显示该领域

^{*}基金项目:本文系广西研究生教育创新计划学位与研究生教育改革课题“‘双一流’背景下教育硕士(职业技术教育领域)专业学位研究生教研能力提升策略研究与实践”(编号:JGY2019037)、广西研究生教育创新计划项目“人工智能时代中职机械类专业教师教学胜任力现状调研与提升策略——以广西为例”(编号:XYCSR2020015)的研究成果。

在不同时间段内研究热度的变化,对分析发展动态和预测未来趋势具有重要的意义。国内外人工智能应用下智慧课堂文献发文趋势如图1所示。

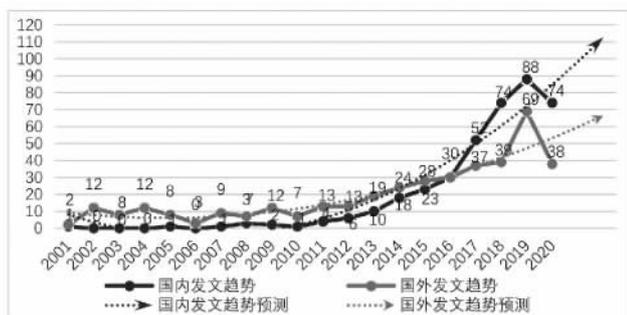


图1 国内外文献中人工智能应用下智慧课堂发文趋势

由图1可知,2001—2010年10年间,国外发表有关智慧课堂的文章数量呈波动趋势,年均发文量在8篇左右,而国内相关文章总量仅有10篇。国外对该领域的研究开展较早,最早追溯到1988年 Rescigno R C 提出的“Smart—Classroom”,说明经过多年探索已有一定的研究基础,而国内学者对该领域的研究最早始于2001年,关注相对滞后,仍处于借鉴与上升发展阶段。2010年以后,国内外有关该领域的文章数量呈稳定上升趋势,国内研究也在此时集中涌现,受到学界的广泛关注。直到2017年,国内文献发文数量超过国外,得益于国家对人工智能应用课堂教学的重视,我国学者对该领域的研究热度大涨,如2017年,国务院颁布的《新一代人工智能发展规划》将人工智能上升到国家战略地位。2019年,国外发文数量上升到69篇,国内更是达到了88篇。剖析其原因,虽然国内外政府大力推行人工智能与课堂教学结合,但2018年以前人工智能处于试验状态,还未广泛传播,直到2019年多家公司的人工智能产品落地,形成蝴蝶效应。越来越多的智能产品进入教育市场,学者纷纷开始了实证研究,以推动“人工智能+教育”向更全面、深化的方向发展。根据趋势分析,不难发现该领域的研究热度在持续,《2020地平线报告:教与学版》提出,人工智能技术应用和下一代数字学习环境是未来高等教育技术方面的发展趋势。^[4]

三、国内外文献中人工智能应用下智慧课堂研究热点分析

1. 高产作者与团队分布

运用 CiteSpace 中 Author 功能对发

文作者进行共现分析,以发文量对作者排名,结果如表1、图2所示。由表1统计可知,国外文献中作者 KOEDINGER、ALEVEN、VANLEHN、WIJEKUMAR 等发文量相对较多,最高达10篇。作者 KOEDINGER 是卡内基梅隆大学人类计算机交互和心理学教授,主要从事基于计算机智能导师辅助课堂教学方面的研究。VANLEHN 是智慧课堂领域的重要研究者,他在智能导学系统、教育数据挖掘、认知科学等多个领域都有一定的研究,为推动智能导学系统研究做出了突出贡献,其著作“The Architecture of Cognition”总共被引用7200余次。国内文献中作者祝智庭、张屹、刘邦奇、陈蓓蕾、庞敬文等发文量排名前列,其发文量均高于6篇,作者祝智庭来自华东师范大学,致力于教育信息化的研究,在智慧教育以及智慧课堂研究上做出了巨大的贡献。作者张屹从智慧课堂中学生的视角进行多方面研究,如课堂教学互动、学习成效影响等方面。作者刘邦奇来自讯飞教育技术研究院,在智慧课堂的教学模式以及教学实践方面研究成果颇丰。这些专家指导推动了该领域研究的发展。

基于2001—2020年发表的文献,构建作者合作网络(见图2)。其中,节点的大小反映作者的出现频次,各节点之间以不同颜色、不同粗细的线段连接,表示节点之间发生关联,颜色越深、线条越粗,说明作者间合作强

表1 2001—2020年国内外文献中高产作者(发文量)排名前10分布

作者	发文量	单位	作者	发文量	单位
KOEDINGER	10	卡内基梅隆大学	祝智庭	9	华东师范大学
ALEVEN	8	卡内基梅隆大学	张屹	9	华中师范大学
VANLEHN	6	亚利桑那州大学	刘邦奇	7	讯飞教育技术研究院
WIJEKUMAR	6	宾夕法尼亚州立大学	陈蓓蕾	7	湖北大学
BAKER	6	宾夕法尼亚州立大学	庞敬文	7	东北师范大学
XU	5	清华大学	黄荣怀	6	北京师范大学
SHI	5	清华大学	陈卫东	6	苏州科技大学
GRAESSER	5	孟菲斯大学	解月光	6	东北师范大学
LEI	5	宾夕法尼亚州立大学	张际平	6	东北师范大学
MEYER	5	宾夕法尼亚州立大学	白清玉	5	华中师范大学

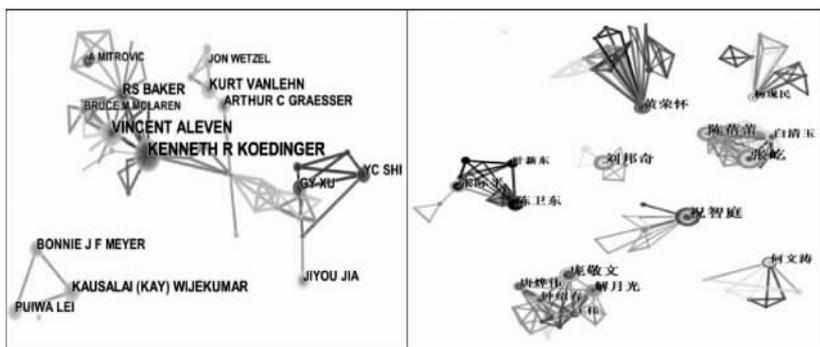


图2 国内外文献中智慧课堂领域作者合作共现知识图谱

则是智慧课堂智能技术学习设备;“教学模式”是智慧课堂开展教学活动的结构框架和活动程序。

通过关键词聚类分析,国内外文献近20年来对智慧课堂展开了一系列研究,国内和国外各有侧重,均对推动智慧课堂发展起到关键作用。总结国内外的研究热点主要分为三个维度八个类别:一是智慧课堂理论探索,包括智慧课堂概念、理论模型和典型特征;二是智慧课堂技术应用,包括物理空间技术应用和虚拟空间技术应用;三是智慧课堂教与学实践,包括教学模式、案例分析及实验研究。

(1)智慧课堂理论探索

近年来,智慧课堂的理论研究较为丰富,智慧课堂概念、系统模型、典型特征等研究热点受到国内外外学者的广泛关注。对于智慧课堂概念研究,Skipiton^[7]认为智慧课堂是充分整合教学技术以及延伸到一般学习环境以外的教室;刘邦奇^[8]对智慧课堂1.0、智慧课堂2.0以及智慧课堂3.0的三个发展阶段概念进行了梳理。在智慧课堂系统模型方面,Huang等^[9]提出情境感知智慧课堂的架构,包括情境感知智慧课堂原型、技术整合模型以及在该架构中智慧课堂运作的支持措施三个部分;聂风华等^[10]通过阐释智慧教室理论概念,构建了智慧教室的iSMART系统模型。在智慧课堂典型特征研究上,陈卫东等^[11]将未来课堂的特性概括为人性化、混合性、开放性、智能性、生态性和交互性等六个方面;黄荣怀等^[12]对智慧教室的“高清晰”、“深体验”和“强交互”三种典型特征进行了分析。

通过对比分析发现,国内外学者均较为关注智慧课堂基础理论的构建。国外关于智慧课堂的研究开展较早,在2006年以前基本建立了智慧课堂的理论体系,近20年来,已经开始转向了技术与实践的研究,而此阶段正是我国学者在智慧课堂的概念、系统模型以及典型特征方面深入探讨的关键期,对后续开展智慧课堂下的教学改革具有重要的理论指导意义。

(2)智慧课堂技术应用

智慧课堂是具有不同意义技术的教育空间,为教师和学生提供更方便的教学条件。因此,技术必须适应教育教育的实际需求,而不是仅仅作为一种创新但不相关的解决方案。^[13]智慧课堂在国外较早兴起,智能导学系统最先运用于课堂教学,随后互联网、物联网、教育数据挖掘、学习分析、深度学习、智能导师等信息技术逐渐运用于国内外智慧课堂。智慧课堂技术应用场所主要分为物理空间和虚拟空间两大类。智慧课堂物理空间技术应用包括摄像头、传感器、智能设备和物联网系统等。

Muzammul^[14]利用人工智能的多人脸识别系统和人脸表情识别系统来检测学生的表情,将学生的注意力得分显示在屏幕上,有助于提高学生的注意力。张一春等^[15]设计了智能自动远程监控系统、中央控制系统以及实时管理与报修系统,有效提高了人员工作效率与管理水平。智慧课堂虚拟空间的技术应用主要是在线学习或电子学习,包括智能导学系统、虚拟导师等在线学习辅助技术。如Graesser等^[16]开发了可以通过对话帮助学生主动建构有关计算机、物理等知识的智能导学系统。Lin等^[17]研发了一个可帮助教师进行写作指导、完善同行评议反馈的聊天机器人。韩筠^[18]提出疫情期间的在线教学实践推动了数字化教学工具、新型教学支持体系、新型教学服务供给方式的加速发展。

国外文献在物理空间和虚拟空间的智慧课堂技术应用研究上已经较为深入,并且取得了一系列持续性的实践研究成果,如人工智能、在线教学等技术在海外智慧课堂教学中已较为普遍,国内在这方面的研究则有待加强。此外,国外研究技术支持的主体已经从关注技术本身转移到了关注教师信息化教学能力的提升和学生深度学习与高阶思维的培养。在教学技术嵌入时遵循“以学生为中心”的理念,技术开发时将学生使用意见引入设计,使数字教学技术更易推广,效果更明显,这点同样值得国内学习与借鉴。

(3)智慧课堂教与学实践

国内外文献对智慧课堂教与学的研究包括教学模式构建、案例分析及实验研究。教学模式研究方面,刘邦奇等^{[19][20]}构建了智慧课堂“三段十步”教学流程结构模型和学科智慧课堂“4+N”特征模型,但仍未完全根据学科独有特点进行设计,不能很好地体现教学模式应用于具体学科教学的独特优势和存在的问题。Dai S^[21]提出了一种整合智能课堂的财务会计课程ARS互动教学模式,主要包括基于课前、课内、课后的一体化教学、反馈式教学、同级课堂等方面。该项研究的实验测试表明,ARS互动教学模式能显著促进学生的自主学习、协作交流、课堂活动和创新思维,并且受到学生的欢迎和支持。在案例分析方面,庞敬文等^{[22][23]}构建了电子书包环境下小学英语智慧课堂和基于微课的初中数学智慧课堂,提出其课堂相应的教学模式,并进行了课堂教学案例研究。Meng等^[24]设计了由(SMART)关键要素模型、教学策略以及课程设计方法三个部分构成的智慧教学框架,验证智能教学法对提高学生高阶思维能力的作用。在实验研究方面,陈蓓蕾等^[25]设计了深度学习评测方法,通过实验研究法探究教学交互对深度学习的影响。研究发现:教学

交互能提升学生研究能力水平、深度学习水平和认知水平;学生知识掌握水平和思维水平均显著提升,教学交互会对深度学习产生积极和消极影响等。Kong 等^[26]在拍卖课中应用泛在学习(u-learning)系统检测学生的学习行为。研究结果显示,将 u-learning 系统应用于程序性知识的教学,具有更高的资源利用率和更少的时间消耗。此外,当系统的设计具有高效的教学辅助、交互灵活性和用户友好性时,学生对学习内容的感知程度较高。

通过对比分析发现,由于起步时间和研究进展不同,国内外文献对该领域的教与学研究各有侧重。国外主要以微观层面的教学实践为主,并通过实验研究验证智慧课堂的教学效果,其中,研究设计关注学生学习成效,定性与定量研究结合。国内研究则相对来说较为宏观,主要以教学模式构建为主,但近几年也有少数学者开始关注案例分析和实验研究,并以定性研究为主。

四、国内外文献中人工智能应用下智慧课堂研究趋势分析

对国内外文献中人工智能应用下智慧课堂研究的关键词选用 Timezone 视图,得到国内外文献中该领域关键词时序图,如图 5 所示。Timezone 时区视图侧重于从时间维度上来表示知识的演进,可以清晰地展示出文献内容的更新和相互影响。^[27]通过时序图分析,国外经历了“Intelligent Tutoring System(智能导学系统)(2001 年以前)——Online Learning(在线学习)(2007 年)——Smart Classroom(智慧课堂);Student Modeling(学生模型)、Teaching/Learning Strategy 教学策略(2011 年)——Educational Technology(教育技术);AI(人工智能)、Internet(互联网)(2013 年)……Internet of Thing(物联网)、Flipped Classroom(翻转课堂)、Personalized Learning(个性化学习)(2019 年)”的发展阶段,逐步从教育技术转向技术支持下的物理与虚拟空间融合的教师教学与学生学习,并在 2011 年后出现了大量的智慧课堂实证研究。而国内系统研究相较于国外起步较晚,2008 年以后遵循“人工智能、教育信息化、智慧学习环境、智慧教学模式(2008 年)——智慧课堂(2013 年)——课堂教学、翻转课堂、教学改革(2015 年)——深度学习、精准教学、智慧学伴、在线教学、课堂生态(2019 年)”,其发展阶段逐步从宏观理论探索转向智慧课堂下的智能技术研究与智慧课堂下教师教学和学生学研究。

为了能够更加直观地呈现该领域的前沿研究,笔者绘制了近

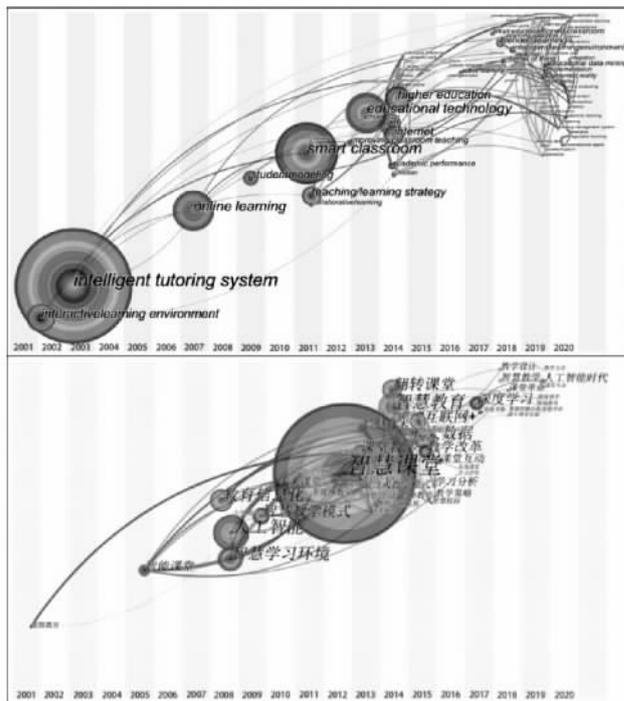


图 5 国内外文献中人工智能应用下智慧课堂关键词时序图

20 年人工智能应用下智慧课堂研究突变词图谱(见图 6)。突变词是指在较短时间内具有较高使用频率的词,能够通过突变词的词频变化来分析某一研究领域的前沿与趋势。^[28]突变词 AI(人工智能)、Virtual Reality(虚拟现实)、Learning Analytics(学习分析)、深度学习、人工智能时代、课堂教学在 2019 年后为国内外该领域研究的前沿,证实国内外智慧课堂研究类似的发展趋势,但国外的研究更加具体、微观,关注智慧课堂下教与学实践也较早,并呈现出聚焦智能技术与实证研究并重的趋势,而国内对该领域的研究则以思辨研究居多,缺乏智慧课堂下的案例分析、实验研究。总体来说,国内智慧课堂研究发展的路子可在借鉴国外研究的基础上,结合国情得以创新发展。

1. 基于智能技术应用的“智慧课堂+X 学科”实践研究

目前国内外文献中的研究主要集中在智能技术支持下的课堂教学管理研究,随着人工智能、大数据、云计算等智能技术与教育的深度融合,技术将全面助力教育

关键词	强度	起始年	结束年	2001	2020年	关键词	强度	起始年	结束年	2001 - 2020年
Student Modeling	1.731	2009	2012			智慧学习环境	5.3292	2008	2017	
Teaching/Learning Strategy	2.742	2011	2015			物联网	1.5153	2014	2017	
Improving Classroom	2.123	2012	2015			“互联网+”	3.3833	2015	2017	
Secondary Education	1.318	2013	2013			翻转课堂	3.7948	2015	2017	
Online Learning	1.492	2015	2015			课堂互动	2.0416	2016	2017	
Intelligent Tutor	1.262	2016	2016			智慧教育	3.8468	2016	2016	
Natural Language Processing	1.262	2016	2016			大数据	2.3298	2017	2017	
Intelligent Tutoring System	1.432	2017	2017			高校	1.5156	2018	2018	
AI	2.012	2019	2020			深度学习	3.0728	2019	2020	
Virtual Reality	1.255	2019	2020			人工智能时代	1.9349	2019	2020	
Learning Analytics	1.678	2019	2020			课堂教学	1.7813	2019	2020	

图 6 2001—2020 年人工智能应用下智慧课堂研究的突变词图谱

教学、管理和服务的改革发展。虽然国内在该领域取得了巨大进展,但关于技术支持下的课堂教学实践研究毕竟从2015年才开始集中爆发,研究周期较短,此类研究数量相对较少,结合具体学科特点充分发挥智慧课堂效能的实践研究明显不足。近年来,例如微生物学实验、医学教育(Medical Education)等关键词突现,说明特定学科的智慧课堂教学实践受到了部分学者关注。国内也有学者构建了语文、数学、英语等学科智慧课堂的特征模型,但仍以通用型为主,缺少对年级、性别或区域等因素的关注。^[20]根据特定学科特点和学生实际需求,实现“智慧课堂+X学科”的深度融合将是未来该领域的研究趋势之一。借助智能技术能够有效消除传统学科学习往往停留在认知、知识及文化等“意识”层面的弊端,如谢幼如等^[21]利用大数据技术、学习分析与情感技术、人工智能技术等开展基于深度学习的课堂教学实践,实现了学生问题解决能力及知识迁移能力的培养。

2. 关注技术支持下教师和学生的发展研究

根据研究趋势分析,智慧课堂下教师教学和学生学习仍将是国内外的研究热点。2019年教育部印发的《教育信息化和网络安全工作要点》强调,提升教师和学生的信息素养;以人工智能助推教师队伍建设。强调智慧课堂研究对象和研究领域应不仅仅局限于技术本身,还应该关注学生与教师能力的提升,如赵忠君等^[22]对智慧学习环境下高校教师教学胜任力关键要素进行探讨。此次新冠疫情,在“停课不停学”的号召下,教师纷纷采取了在线教学的方式,但却暴露出教学设计、教学实施与评价单一陈旧,学生注意力难以集中,学习效率低等诸多问题。教师和学生所具备的信息素养与信息化教学需求不匹配成为了制约我国教育现代化的一大短板。未来智慧课堂的发展将是后疫情时代教育的重要解决方案,因此,技术支持下教师的信息化应用能力、学生信息素养、学习力等能力的转型升级将会成为智慧课堂未来研究的关注点和研究生长点。

3. 开展不同层次不同类别的教育实践研究

国内外文献中的关键词按照 Higher Education(高等教育)、Elementary Education(基础教育)的顺序发展演进,分别于2013年、2018年爆发了中等教育、高校的研究,说明智慧课堂研究在高等教育中经过多年实践探索,取得了一定成效,并逐渐惠及基础教育。2003年,我国清华大学推出“Smart Classroom”项目,并于2005年提出智能教室无线网络的综合解决方案。^[23]2019年,教育部在北京召开《中小学人工智能教育》项目发布会,确定北京、广州、深圳、武汉和西安这五个城市作为第一批人

工智能教育试点落地城市。为重构面向现代化、突现素质教育以及多方位交叉综合的基础教育提供了政策保障。随着中小学智慧课堂试点活动开展深入,智慧课堂的技术福利会覆盖越来越多的不同层次不同类别的教育领域,如特殊教育、非正式教育等,为满足学员个性化、多样化、碎片化的学习需求提供了技术支撑。

4. 智慧课堂生态系统的构建研究

自智慧课堂被提出以来,无论是在智慧课堂的智能技术还是课堂教学方面,国外的研究上越来越聚焦微观与实证类型的研究,对整个教育生态以及课堂生态的构建关注较少。近年来,国内智慧校园、课堂革命、课堂生态等关键词的突现,一定程度上反映了课堂生态系统构建是国内未来研究发展的趋势。当前国内外研究者对智慧校园、智慧教育等热点问题进行了丰富的理论研究与卓越的实践探索,而建立全方位的保障机制推动新技术环境下教学的改革创新,是提升学生核心素养的前提。教育部印发的《教育信息化2.0行动计划》提出,推动新技术支持下教育的模式变革和生态重构,推进信息技术和智能技术深度融入教育教学全过程。在课堂生态系统中,影响教育变革的内部生态有个体参与者,包括学生、教师和学校工作人员;外部生态即课堂环境,包括课堂的物理空间、虚拟环境和文化环境。^[24]这为智慧课堂生态的结构完善和功能提升提供了重要的理论意义与实践价值。为推动智慧课堂的探索与实践,需构建人、技术与环境协调共生的新时代智慧课堂生态环境,以便教育信息化引领促进教育现代化的目标实现,从而为世界智慧课堂的研究提供“中国方案”。

参考文献:

- [1]吴晓如,刘邦奇,袁婷婷.新一代智慧课堂:概念、平台及体系架构[J].中国电化教育,2019(3):81-88.
- [2]姜丛雯,傅树京.我国智慧课堂研究现状述评[J].教学与管理(理论版),2020(6):1-4.
- [3]陈悦,陈超美,等.引文空间分析原理与应用——CiteSpace实用指南[M].北京:科学出版社,2014:12.
- [4]陈新亚,李艳.《2020地平线报告:教与学版》的解读及思考——疫情之下高等教育面临的挑战与变革[J].远程教育杂志,2020,38(2):3-16.
- [5]CHEN C.CiteSpace II :Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J].J Am Soc Inf Sci Technol,2006,57(3):359-377.
- [6]王若佳,李颖.基于知识图谱的国际和国内竞争情报对比研究[J].情报杂志,2016,35(1):74-80,63.

- [7]Skipton C.Moving from “dumb”to “smart”classroom:technology options and implementationissues[J].Journal of college teaching & learning,2006(6):19-27.
- [8]刘邦奇.智慧课堂的发展、平台架构与应用设计——从智慧课堂 1.0 到智慧课堂 3.0[J].现代教育技术,2019,29(3):18-24.
- [9]Huang L,Su J,Pao T.A Context Aware Smart Classroom Architecture for Smart Campuses [J].APPLIED SCIENCES-BASEL,2019,9(9).
- [10]聂风华,钟晓流,宋述强.智慧教室:概念特征、系统模型与建设案例[J].现代教育技术,2013,23(7):5-8.
- [11]陈卫东,张际平.未来课堂的定位与特性研究[J].电化教育研究,2010(7):23-28.
- [12]黄荣怀,胡永斌,杨俊锋,等.智慧教室的概念及特征[J].开放教育研究,2012,18(2):22-27.
- [13]Cebrian G,Palau R,Mogas J.The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies[J].SUSTAINABILITY,2020,12(30107).
- [14]Muzammul M.Education System re-engineering with AI (artificial intelligence) for Quality Improvements with proposed model [J].ADCAIJ-ADVANCES IN DISTRIBUTED COMPUTING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE JOURNAL,2019,8(2):51-60.
- [15]张一春,马青玉,徐伟,等.打造智能化、信息化、人本化的多媒体教学环境——南京师范大学多媒体教室信息化管理的创新与实践[J].现代教育技术,2011,21(9):70-74.
- [16]Graesser A C, VanLehn K, Rose C P, et al. Intelligent tutoring systems with conversational dialogue [J]. AI MAGAZINE, 2001, 22(4): 39-51.
- [17]Lin M P, Chang D. Enhancing Post-secondary Writers' Writing Skills with a Chatbot: A Mixed-Method Classroom Study [J]. EDUCATIONAL TECHNOLOGY & SOCIETY, 2020, 23(1): 78-92.
- [18]韩筠.以信息技术构建高等教育新型教学支持体系——基于抗疫期间在线教学实践的分析[J].高等教育研究,2020,41(5):80-86.
- [19]刘邦奇.“互联网+”时代智慧课堂教学设计与实施策略研究[J].中国电化教育,2016(10):51-56,73.
- [20]刘邦奇,李新义,袁婷婷,等.基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究[J].电化教育研究,2019(4):85-91.
- [21]Dai S.ARS Interactive Teaching Mode for Financial Accounting Course based on Smart Classroom [J]. INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING, 2019, 14(3): 38-50.
- [22]鹿敬文,王梦雪,唐焯伟,等.电子书包环境下小学英语智慧课堂构建及案例研究[J].中国电化教育,2015(9):63-70,84.
- [23]鹿敬文,张宇航,王梦雪,等.基于微课的初中数学智慧课堂构建及案例研究[J].中国电化教育,2016(5):65-71.
- [24]Meng Q, Jia J, Zhang Z. A framework of smart pedagogy based on the facilitating of high order thinking skills [J]. Interactive Technology and Smart Education, 2020, ahead-of-print (ahead-of-print).
- [25]陈蓓蕾,张屹,杨兵,等.智慧教室中的教学交互促进大学生深度学习研究[J].电化教育研究,2019,40(3):90-97.
- [26]Kong X T R, Chen G W, Huang G Q, et al. Ubiquitous auction learning system with TELD (Teaching by Examples and Learning by Doing) approach: A quasi-experimental study [J]. COMPUTERS & EDUCATION, 2017(111):144-157.
- [27]陈悦,陈超美,刘则渊,等.CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J].科学学研究,2015,33(2):242-253.
- [28]王娟,陈世超,王林丽,等.基于 CiteSpace 的教育大数据研究热点与趋势分析[J].现代教育技术,2016(2):5-13.
- [29]谢幼如,黎佳.智能时代基于深度学习的课堂教学设计[J].电化教育研究,2020(5):73-80.
- [30]赵忠君,郑晴.智慧学习环境下高校教师胜任力关键要素识别研究[J].湘潭大学学报(哲学社会科学版),2020,44(4):118-122.
- [31]谷洪亮,史元春,徐光祐.智能教室支持普适计算的无线网络方案的问题、挑战和解决探讨[J].小型微型计算机系统,2005(3):367-370.
- [32]Galego D, Giovannella C, Mealha Ó. An investigation of actors' differences in the perception of learning ecosystems' smartness: the Aveiro University case Interact. Des. Archit.-Proc. 1st Smart Learn. Ecosyst. Reg. Dev. Conf., 2016(31):1-13.

(编辑:王天鹏)