

双师课堂课程开发引论:缘起、主题与方法

黄甫全, 伍晓琪, 唐玉溪, 陈思宇, 曾文婕

(华南师范大学 德育神经科学与人工智能实验中心, 广东 广州 510631)

[摘要] AI教师与真人教师联袂执教的双师课堂课程开发已成为重要课题。从缘起、主题与方法三个层面进行考察发现,当前国内外双师课堂课程开发活动,主要聚焦于“AI教师的选用与开发”“双师课堂课程开发”和“双师课堂课程开发的学习效应”三大主题。文章创新性地采纳超学科哲学范式,采取整体主义行动研究方法论,采用融通性混合方法,结合逻辑分析、技术建模、行动研究、量化方法和质性深描技术等,系统地探索与建构AI教师的选用模型、AI教师开发的关键技术、双师课堂深度学习模型、双师课堂课程开发整体模式、AI整合性课目学习知识研究方式、双师课堂课程开发促进深度学习的效应以及双师课堂课程开发促进深度学习的内在机理,以期为双师课堂课程的適切开发提供新思路。

[关键词] AI教师; 增值式概念模仿学习模型; 双师课堂; 课堂课程开发; 学习促进

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 黄甫全(1957—),男,四川眉山人。教授,主要从事课程与教学基本理论、教师教育学、教育文化哲学、德育神经科学与人工智能研究。E-mail:huangfq@senu.edu.cn。曾文婕为通讯作者,E-mail:zengwj@senu.edu.cn。

一、引言

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是21世纪以来发展最快的高新科技。随着教育机器人的应用,越来越多的AI教师,亦称机器人教师(Robot Teacher),进入学校课堂与真人教师联袂执教,悄然孕育智能化时代的双师课堂^[1]。2016年,美国颁布的《国家人工智能研发战略规划》提出,在教育应用中“研发更有效的人类与人工智能协作方法”^[2]。国务院2017年印发的《新一代人工智能发展规划》提出,“利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革”^[3]。国务院于2019年2月印发《中国教育现代化2035》,明确提出2035年我国教育现代化的目标之一是建成“智能化校园”和“智能化教学”^[4]。因而,人工智能发展的国家战略对双师课堂课程开发的研究产生了巨大推力,而AI教师进课堂的快速扩展则催生了迫切需求。

二、双师课堂课程开发的历史缘起

机器人进课堂任教已经有30年历史。1991年,

德雷柏(Draper T W)和克莱顿(Clayton W W)设计和实施了机器人与真人分组教孩子认识鸟儿的对比研究,结果显示机器人教师与真人教师一样受到孩子欢迎^[5]。随后AI教师任教的案例越来越多,发表的学术论文也迅速增加。2019年10月30日,在WoS数据库中使用“TI=(robot AND teacher)”查询到98篇文章。例如:AI教师RoboThespian与真人教师联袂执教学科学课^[6]。华南师大团队于2018年正式提出并阐释了AI教师和智能课程概念,并首次展示了双师课堂^[7]。

近年来,人们分别研究了双师课堂课程开发的有关课题,包括AI教师的教师人格开发、AI教师教学资源开发、师生对AI教师教学能力的感知、AI教师支持自闭症障碍(ASD)儿童学习的效果、AI教师发挥不同作用对学生情感学习的影响、AI教师对学生自我效能感和学习态度的影响^[1,8-11]。已有研究表明,AI教师应用在所有学科教育中均显著有效^[12],而且,AI教师在乡村学校课堂发挥作用已被人们寄予厚望^[13]。

已有相关文献初步研究了双师课堂课程开发及其学习效应的许多内容,显露出了几个方面的发展动

态与紧迫问题;其一,已有研究凸显 AI 教师的社交特性,提出了 AI 教师人格开发与 AI 教师受众的感知、要求与态度乃至伦理诉求^[14]。可是这些研究主要采用方便原则,使用传统机器人数学模型与算法,以改善 AI 教师的社会交互性能;采取简单的调查方法,了解 AI 教师受众的感知性喜好特点^[15]。所以,优质 AI 教师的选用模型和开发技术尚不清楚。因此,亟待开发数学模型方法,建构起科学的 AI 教师选用模型,研制出持续交互型 AI 教师开发的关键技术。其二,已有研究涉及了各个层面使用 AI 教师的课程开发,设计与使用了计划方案(Program)、课案(Lesson Plan)及其组织与结构,建构了双师课堂课程开发路径。不过这些研究主要站在人工智能研发立场,仅仅把 AI 教师当作课堂环境中的教学技术工具以增加学习效应。所以, AI 教师作为具有人格的主体融入课堂后,双师课堂课程开发的概念、结构与功能尚不清楚。因此,亟待开发行动研究方法^[16],建构和验证双师课堂课程开发的操作模式与有效策略。其三,已有研究发现了 AI 教师在各个学科教育中的有效性,并且分别验证了 AI 教师在课堂中促进学习动机、学习投入和学习结果的显著效应。尽管如此,已有文献几乎都是分散而零星地考察 AI 教师在学习动机的某一个方面、学习投入的某一层面或学习结果的某个部分的效果,而且囿于人工智能视角仅仅使用试验性研究方法与技术。所以,双师课堂课程开发对学习的影响及其机制尚不清楚。因此,亟待使用适宜的方法,探明双师课堂课程开发促进学习的整体效应及其内在机理。

三、双师课堂课程开发的热点主题

双师课堂课程开发旨在显著促进学生学习以提高教育质量。文章从 AI 教师的选用与开发、双师课堂课程开发及其学习效应验证三个方面入手,对已有研究主题进行介绍。

(一) AI 教师的选用与开发

AI 需要精心筛选并加以适宜开发,才能进入课堂成为 AI 教师。最早的德雷柏和克莱顿,精心选择了当时最好的机器人来教幼儿认识鸟类,对比了人类教师、运动 AI 和静止 AI 教学时孩子的注意力状况,发现孩子对人类教师和运动 AI 的教学关注度基本相当,而对运动 AI 的教学关注度显著高于静止 AI^[9]。后来,研究者精心打造了类人机器人罗博维(Robovie)^[17]和知名机器人软银老子(SoftBank NAO)进课堂担任教师^[18]。有专门的研究表明,几乎所有 AI 教师都具有显著的社交特性,都有类人特征,如头、眼睛、嘴、胳膊或腿,这就设

定了人们对机器人具有社交能力的期望^[19]。华南师范大学团队经过调查和论证,挑选了国内研发的两款教育机器人进课堂任教,分别为阿凡达 i 宝和城市漫步小 E(二代)。

AI 教师的社会行为必须结合交互环境和任务精心加以设计,以便强化教育互动。大量的研究集中在针对特定使用者的个性化交互上,使用动态贝叶斯网络、模糊决策树和隐性马尔可夫模型(Hidden Markov Models)等计算技术对学生的知识和学习进行建模^[20]。实际上,挑选适宜的 AI 进课堂任教后,不少研究都对 AI 教师进行了专门的技术开发。例如,今井(Imai M)等人通过研究人机交互中情境话语的生成,设计了一个语音生成系统 Linta-III。通过联合注意机制,Linta-III 可以在话语描述中省略情景中明显的信息^[17]。麦克唐纳(McDonald S)和豪威尔(Howell J)把学生组织起来一起开发 AI 教师,探索出了“建模—试用—评价”三阶段开发模式^[21]。笔者团队经过几年摸索,厘清了人工神经网络深度学习(Artificial Neural Network Deep Learning, ANNDL)技术开发路径,选择了增值式概念模仿学习建模(Incremental Learning of Concepts by Imitation, ILoCI)和 GPU 增强型脉冲神经网络(GPU-enhanced Neural Network, GeNN)代码生成平台。事实上, AI 教师的教学能力开发,已广受关注,并凸显神经计算路径。有人指出, AI 教师在课堂环境中所遇不可预知,从而开发了“用于 AI 运动轨迹学习与再现的混沌元启发式算法”,并进行了实验验证^[22]。总之, AI 教师教学能力开发面临着严峻的技术挑战。

(二) 双师课堂课程开发

课程开发历久弥新, AI 教师的诞生催生了双师课堂课程开发的崭新课程。对此,研究者们已经分别或综合地开展了许多研究工作,获得了一批成果,主要涉及双师课堂人机交互、课堂课程开发、深度学习和课目学习知识研究。

双师课堂人机交互主题(Human-Robot Interaction, HRI)在过去、现在乃至将来,均为研究热点。最早的一项双师课堂专门研究努力尝试以一种适宜的方式,让 AI 教师与孩子进行个性化的、生动的社会性交互。研究者进行了为期两周的实地测试发现,在第一周之后, AI 教师没能让大多数孩子保持兴趣,然而,在第一周后与 AI 教师保持交互的孩子的英语水平有所提高^[9]。于是, AI 教师与儿童的“持续交互”(Long-Term Interaction)研究兴起。有学者专门进行了一项“关于促进持续交互的社交性机器人研究”,明确提出 AI 教师应该具备的主要特征为“持续吸引使用

者”,并概括了AI教师持续互动研究的主要发现,提出了持续互动领域未来的研究方向^[23]。事实上,在双师课堂里,师生交互与人机交互共在。有研究综述了2005年至2016年间发表的专题研究文献,凸显了“技术与师生互动”主题,技术显著促进了师生交互,提升了师生协作^[24]。有研究考察了AI教师促进课堂教学中的师生交互、生生交互与学生专家交互^[25]。研究者深入地聚焦“机—生—师交互(Interactions between the Robot, Children and Teachers,IRST)”主题,研究了AI教师NAO走进三所幼儿园课堂所提供的启示,考察了AI教师、学生和真人教师之间交互所取得的成功和面临的挑战^[26]。

双师课堂生—机—师交互需要课程开发,也就是所谓的课程创新(Curriculum Initiative)。在课程开发过程层面,已经形成了丰硕的成果。其中,广为引用的有“‘三阶段十四环节’的课程研制过程原理”^[27]。有研究直接关注到了双师课堂的课程开发,结果表明,人们欢迎AI作为一种工具,在课堂上配合课程要求,满足学生的学习与发展需要^[26]。还有研究指出,引进AI教师需要开发课程,并进行了系统的课程开发,所开发出的资源包括课程方案、教育材料、STEM课程、编程课程、AI课程以及STEM工具箱^[28]。

已有研究触及了深度学习与课目教育学知识研究。在科学课堂教学中与表层学习方式进行的比较研究^[29],揭示了深度学习方式的五大特征,分别为生成性思维、本质性解说、本质性提问、元认知活动和任务型方法。一项围绕创新性博客制作任务开展的研究表明,引进AI能显著地促进深度学习效果^[30]。大学里的研究亦表明,将社交媒体整合到大学课程中可以支持深度学习方式^[31]。笔者团队引进学习神经科学所揭示的学习的神经介导机理,提出了深度学习的文化介导作用模型^[32]。

而双师课堂课程开发中的课目教育学知识研究,涉及课堂课程、教师教育创新与课目教育学知识及其复杂关系^[33]。有研究深入考察了美国创建的课目教育学知识(Pedagogical Content Knowledge, PCK)和德国建立的课目教学论(Fachdidaktik),并加以整合提出了课目教育学知识研究(PCK Study, PCKS)的功能整合性模型,尝试观照好教学论三角(Didaktik Triangle)的教师、课目和学生^[34]。有研究者在此基础上提出了教学与教师教育的识知原理,建构了研究性教学与教师教育建构整合模型^[35]。还有学者遵循新世纪“学习中心”转向,创新了“课目学习知识”(Learnable Content Knowledge, LCK)概念,提出了课目学习知识研究(LCKS)新领域^[36]。

(三)双师课堂课程开发的学习效应

人们对AI教师如何提升人类学习一直兴趣盎然。研究表明,AI辅助学习比其他媒体更友好,在激励学生学习方面尤其有效^[6]。人们开展的有关研究涉及学习效应的许多方面,分别考察了学习动机效应^[37]、学习投入效应^[38]和学习结果效应^[39]。

对已有相关研究的深入考察表明,AI教师对学生学习动机具有显著积极的影响^[39]。已有研究数据显示,学生对AI教师充满好奇^[26]。有专题研究通过对教师的访谈,表明了AI教师对学生学习动机的积极贡献^[38]。实验研究结果表明,在基于AI教师的学习系统中,学生更富有学习动机,对四种动机因子注意力、相关性、自信心以及满意度进行测量显示,满意度和相关性是最高的动机因素^[37]。

研究者对AI教师的学习投入效应研究有两个聚焦点,分别为“有哪些学习投入”和“如何促进学习投入”。专门对师范生使用AI教师的学习投入进行的研究分析表明,师范生主动而用心地参与AI教师的教学活动,学习投入得到了总体改善,情感投入(如兴趣、享受)显著提高,进而促进行为和认知投入^[40]。有研究者开发了一个六阶段建构主义教学模型,有效促进了学生的多元学习交互^[25]。有文献综述系统汇集了促进学生投入的AI教师的主要特征,如外貌、持续性与增值行为、情感交互与同理心以及记忆与调适^[23]。还有研究表明,AI教师借由促进学习投入而显著提升了学生的学习结果^[6]。

AI教师在课堂教学中促进学生的学习结果,是众多研究都加以考察的主题。有研究结果表明,AI教师显著地促进了学生基础知识或专业知识的习得^[30]。有研究文献用真实数据阐明,AI教师有效改善了学生的学习态度^[6]。有研究探讨了AI教师促进学生心智发展的效果,结果显示,显著促进了学生的计算技能、科学思维和自我效能感的发展,有效促进了学生的认知发展,包括观念、想象、记忆以及问题解决能力的发展^[41]。

四、双师课堂课程开发的新型方法

双师课堂课程开发研究是一个新兴领域,需要开发新型适切性方法。透视上述已有研究成果所触及的新型问题,里面酝酿着一系列的研究课题,迎接这些新型共性问题的挑战,需要采纳超学科哲学范式(Transdisciplinary Philosophy-of-Science-Paradigm),采取整体主义行动研究方法,采用融通性混合方法(Integrated Mixed Methods, IMMs),结合逻辑分析、技术建模、行动研究、量化方法和质性深描技术等。

(一)超学科哲学范式

21世纪以来,超学科范式与哲学联姻,创生了超学科哲学范式。众所周知,科学技术发展应用,形成了流行的学科范式。数不胜数的学科的发展与局限,相继催生了跨学科、多学科与超学科。进入新世纪,超学科范式越来越繁荣,不断超越跨学科范式(Interdisciplinary Paradigm)和多学科范式(Multidisciplinary Paradigm)。随着超学科范式的哲学基础、元理论基础和方法论基础的持续夯实,年轻而著名的科学哲学家婁亚娜(Uher J)率先彰显个体研究领域(Research on Individuals),提出了超学科哲学范式^[42]。

在双师课堂课程开发中,需要超学科哲学范式。课程与教学研究,从严格意义上讲,属于一种特殊的个体研究。因为是个体研究,又受到科学传统的客观性限制,所以超学科哲学旨在引领双师课堂课程开发研究者超越传统局限。婁亚娜指出:“探索个体的科学家,因为本身就是个体,因而并不独立于研究对象,从而遇到了深刻的挑战;特别是人类中心主义、民族中心主义和自我中心主义偏见以及各种推理谬误的高寒风险。”^[42]对此,个体研究的超学科哲学范式(Transdisciplinary Philosophy of Science Paradigm for Research on Individuals, TPS-Paradigm),竭力张扬批判性,旨在通过探索和明确正在形成的哲学预设,以及该领域所使用的元理论和方法论,来应对这些挑战。

在唯心主义与唯物主义对立哲学浸淫中,教育学和心理学期长期流行“脑心”二元论。大脑是心理的物质基础,心理是大脑的精神功能,教育是培养人的社会活动。在这样的传统推理中,物质、精神与社会割裂了,大脑、心理与教育割裂了,神经科学、心理学和教育学亦各有城池,老死不相往来。这对于教育学特别是课程与教学论,是一个根本性的偏见和推理谬误的高寒风险。超学科哲学彰显出了“大脑—心智—教育(Brain-Mind-Education)”的融合实在(Hybrid Reality)。双师课堂课程作为具体化的学习经验,并不是一种抽象割裂的社会活动,而是个体“知识习得—行为养成—心智发展—大脑成长”相继相融的特殊生命活动。

事实上,生命现象是由不同层面现象(如形态、生理、行为和和心理)的事件之间紧密相互作用的可证实功能发展而来。而各种现象事件的相互作用如此错综复杂,以至我们的意识思维都无法将其直接表征出来。当然,意识思维本身并不是有机体生命发展的重要前提,相反,它只出现在高度复杂的有机化自组织层面。现象出现在个人感知和日常思维中的方式是针对它们对个人生活的功能,而不是针对科学意义上准

确的区分和分析。我们想要科学地探索双师课堂课程开发中的这些现象,面临着特别的挑战。对此,婁亚娜指出:“要把握这些挑战,三个元欲求是首要的。”^[43]

第一个元欲求是充分认识到元理论属性就是所研究的不同种类的现象。应用超学科哲学范式,可以清理和确立双师课堂课程开发研究的三个元理论标准:在内在于/外在性意义上的空间定位(例如课堂教学环境)、时间延伸(包括课程设计、实施与评价)及其物质性—非物质性(如AI教师的结构与功能),进而可以定义并区分所探索的七种现象:形态、生理、行为、心灵、符号表征、人工修饰的外观和情境。这些元理论属性像闪烁的繁星,可以构思为不同种类的现象,细节化为系列特特点,既让双师课堂课程开发的感知获得认识它们的路径,又让它们的信息转换为其他种类现象获得机会,进而让双师课堂课程开发研究获得科学的方法论。

第二个元欲求是将方法论与所研究现象的元理论属性相匹配。采用超学科哲学加以分析,可以阐明任何科学研究所通用的一般原则。事实上,对某些特殊现象的元理论性质的深入分析和考虑,亦可用于新方法论和新方法的有针对性的开发之中。毫无疑问,在交叉融合创新中的教育研究,尤其是双师课堂课程开发,需要能够对个体进行有效调查的工具。只有当被研究的现象和事件的性质以及它们在被研究个体的现实生活中共同出现的模式被了解和系统化时,才能设计出能够进行有效调查的工具。教育学者流行的思辨范式与心理学家所遵从的标准化测验方法,融入神经科学的“个体化”实验范式和人工智能的设计范式,由此生成的新方法论和新方法,就需要与元理论属性相匹配了。

第三个元欲求是不断地对研究的既定标准和所选显性与隐性前提提出批判性的质疑。研究的词法结构是“研—究”,意思是“对探究进行研磨”。研究的英文是“Research”,词法结构为“re-search”,意思是“对探索进行再探索”。所以,无论英文还是中文,研究亦即再次探索。这就意味着,研究必然包括错误和失败。超学科哲学的视角有助于澄清和更好地理解许多谬误的起源,这些谬误深深扎根于我们的日常思维,也广泛存在于当代教育学,特别是课程与教学论对个体及其“性格”的研究中。认识并避免这些谬误,需要我们不断地思考自己的信仰和思维模式。在双师课堂课程开发中出现什么新见解,我们都应该深刻检查自身探索现象的想法和方法是否确实有助于恰当地表达所要探索的现象。

(二)整体主义行动研究方法论

行动研究孕育于20世纪初期,历经百年而形成整体主义行动研究方法论。最早使用“行动研究(Action Research, AR)”一词的是莫雷诺(Moreno J L),1913年,他采用集体参与和合作研究方式在维也纳开展了社区开发研究^[44]。1939年,美国社会心理学家勒温(Lewin K)在帮助一家新的制造厂解决产量低下的问题时也采用了将自己变成工厂员工的“行动研究”^[45],并将行动研究用于探索解决民族问题^[46-47]。1990年,“行动研究”发展成为变革社会、帮助解决实际社会问题以及促进个人专业发展的有效方法,至今几乎渗透到了所有研究领域。行动研究拒绝人本主义的覆辙,不再满足于仅作为批判自然主义、科学主义思潮的文化产物,而是进一步在汲取了科学主义合理内涵、继承了已有研究方法论的基础上进行文化创新,从而走上整体主义道路,逐步成长为研究方法论的当代形态^[48]。于是,整体主义行动研究方法论就孕育出来,它以文化哲学为理论基础,消解了曾经的行动研究与量化研究和质性研究的割裂与对立,将行动研究、文献研究、量化研究与质性研究融会贯通。

整体主义行动研究方法论因应用的研究主体、理论基础和技术工具的不同,见诸文献的不同行动研究范式已经有几十种^[49]。使用行动者网络理论作为逻辑框架进行的文献综述研究,清理和建构了新世纪行动研究八大范式的文化谱系。这八大范式,分别为协作式行动研究(Collaborative AR, CAR)、参与式行动研究(Participatory AR, PAR)、局内人行动研究(Insider AR, IAR)、生活理论行动研究(Living Theory AR, LTAR)、系统性行动研究(Systemic AR, SAR)、预见式行动研究(Anticipatory AR, AAR)、人种志行动研究(Ethnographic AR, EAR)和网络化行动研究(Network AR, NAR)^[50]。

被誉为当今科学知识社会学巴黎学派旗手的拉图尔(Latour, B.),建立了“事物为本哲学(Object-oriented Philosophy)”,提出了“行动者网络”的新世界观,形成了“行动者网络理论(Actor-Network Theory, ANT)”^[51]。凡是通过制造差别而改变事物状态的造物都是行动者,世界上有人类、自然/环境、技术以及观念/理论四类行动者,世界实际上就是行动者相互作用着的网络。这就建立起了行动者网络理论的行动者类型学。在用以观照不断兴起与发展的多种行动研究范式时,可以有三种视角:一是对应于“人类行动者”的“学者—实践者关系”视角,二是对应于“观念行动者”的“多样理论化”视角,三是对应于“技术行动者”

的“技术方法开发”视角。使用这三种视角来梳理行动研究八大范式,可将其分为三组。第一组是从“学者—实践者关系”视角形成的主体地位差异组,包括学者主导的“协作式行动研究”、学者与实践者平等的“参与式行动研究”和实践者主导的“局内人行动研究”;第二组是从“多样理论化”视角形成的理论依据差异组,包括以生活世界理论为依据的“生活理论行动研究”、以系统复杂性理论为依据的“系统性行动研究”和以未来学为依据的“预见式行动研究”;第三组是从“技术方法开发”视角形成的技术开发侧重组,包括基于人种志方法的“人种志行动研究”和基于信息通信技术的“网络化行动研究”。这就形成了一个清晰的行动研究范式文化谱系,如图1所示^[50]。

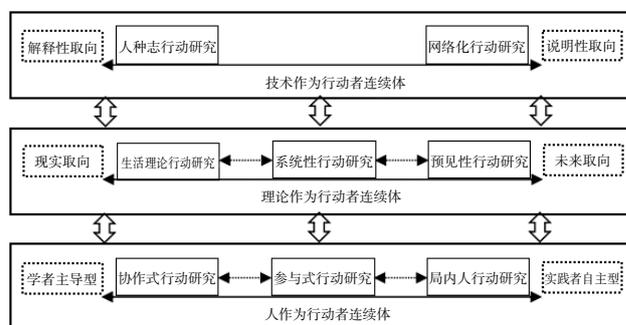


图1 行动研究范式文化谱系

双师课堂课程赋予真人教师研究者与实践者的统合身份,因此,我们选择局内人行动研究范式开发AI任教的双师课堂课程。双师课堂课程实质是一种“智能课程”^[7],即双师课堂是具有学习价值创造功能的新一代人工智能教学系统。AI教师应用于学科教学,并非完全取代教师,而是与教师、学生协同合作,扮演着教师和学生的双重角色,超越以往人工智能仅对教学某一个环节进行系统辅助的局限,以全方位、全流程的姿态渗透到教学系统中,推动和深化人工智能与学科教学的深度融合^[52]。AI教师成为主讲教师,还会扮演学生的学伴,成为教学活动的介导者;学生成为自主学习者;而真人教师将成为课程创新者与支持者,有效融合教学设计、课堂教学实践、教学活动反思、深化总结等环节,从局内的实践者视角出发改进行动和生成知识,从而创造出智能学校双师课堂的新颖教育风景,如图2所示。



图2 双师课堂教学现场

(三) 融通性混合方法

超学科范式作为视角,彰显了学科交叉、融合、生成的“新型共性问题”(New Common Issues)。它们之所以是新的,是因为从已有的学科范式、跨学科范式和多学科范式的视角是看不到或者悬置了这样的“共性问题”。这些“新型共性问题”一直在盼望着开发适宜的研究方法。针对社会科学和行为科学中长期存在的定性研究传统与定量研究传统的分离问题,最近出现了混合方法以融通两种传统^[53]。因此,我们尝试建构和应用融通性混合方法。

融通性混合方法旨在发现和探究超学科“新型共性问题”,是将已有的文献综述、量化研究、质性研究和行动研究等融会贯通而成的一套动态化方法群^[54]。融通性混合方法的设计和 implement,首先是使用行动研究方法,发现超学科领域的实际问题并将其转化为科学问题形态,同时,提出解决问题的新型方式及其理论与概念知识的构型;进而采取专题文献综述方法,阐明拟解决的问题体系、拟建构的新型方式及其理论与概念知识的进展;再使用量化方法和质性方法,发现问题解决的方法及新型方法的理论与概念知识,展示

成功或失败了的问题解决方法,确定并阐明问题解决的新型方法及其理论与概念知识;再进一步使用行动研究方法,依据所获新型方法及其理论与概念知识,开发出解决所在超学科领域尚未解决或新生实际问题的探究方案。这样循环往复,螺旋上升。于是,融通性混合方法的设计与使用,就生成了超学科行动与研究的文化演进模型。

五、结 语

探究双师课堂课程开发,有重要的学术价值和实践意义。一方面,能够创新双师课堂、双师课堂课程开发、双师课堂深度学习、AI 教师教育和双师专业发展等新概念,研发 AI 教师的选用标准与开发技术,丰富双师课堂课程开发与深度学习、AI 整合性课目学习知识研究的理论与模型,深入理解智能课程促进学习的作用机制,为深入认识学习、教学、课程、教师与人工智能的交互关系提供一个新立场;另一方面,相关研究可为智能课堂课程与教学方式创新,师德高尚、教学能力卓越的 AI 教师研发,双师课堂发展的体制建立与政策创新,提供科学的理论指导。

[参考文献]

- [1] EDWARDS A, EDWARDS C, SPENCE P R, et al. Robots in the classroom: differences in students' perceptions of credibility and learning between "teacher as robot" and "robot as teacher"[J]. *Computers in human behavior*, 2016, 65(12): 627-634.
- [2] National Science and Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan[EB/OL]. (2016-11-24)[2019-11-12]. http://www.360doc.com/content/16/10/15/20/37334461_598685262.shtml.
- [3] 国务院.新一代人工智能发展规划[EB/OL].(2017-11-28)[2019-11-12].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [4] 国务院.中国教育现代化 2035[EB/OL].(2019-06-29)[2019-11-12].http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm.
- [5] DRAPER T W, CLAYTON W W. Using a personal robot to teach young children [J]. *The journal of genetic psychology*, 1992, 153(3): 269-273.
- [6] VERNER I M, POLISHUK A, KRAYNER N. Science class with RoboThespian: using a robot teacher to make science fun and engage students[J]. *IEEE robotics & automation magazine*, 2016, 23(2): 74-80.
- [7] 尹睿,黄甫全,曾文婕,等.人工智能与学科教学深度融合创生智能课程[J].*开放教育研究*,2018,24(6):70-80.
- [8] EDWARDS B I, CHEOK A D. Why not robot teachers: artificial intelligence for addressing teacher shortage [J]. *Applied artificial intelligence*, 2018, 32(4): 345-360.
- [9] MITNIK R, NUSSBAUM M, RECARBARREN M. Developing cognition with collaborative robotic activities [J]. *Journal of educational technology & society*, 2009, 12(4): 317-330.
- [10] SAADATZI M N, PENNINGTON R C, WELCH K C, et al. Small-group technology-assisted instruction: virtual teacher and robot peer for individuals with autism spectrum disorder[J]. *Journal of autism and developmental disorders*, 2018, 48(11): 3816-3830.
- [11] PARK I W, HAN J. Teachers' views on the use of robots and cloud services in education for sustainable development [J]. *Cluster computing*, 2016, 19(2): 987-999.
- [12] TOH L P E, CAUSO A, TZUO P W, et al. A review on the use of robots in education and young children [J]. *Educational technology & society*, 2016, 19(2): 148-163.

- [13] BROADBENT E, FEERST D A, LEE S H, et al. How could companion robots be useful in rural schools? [J]. *International journal of social robotics*, 2018, 10(3): 295–307.
- [14] 陈思宇,黄甫全,曾文婕,等.机器人可以教知识无法培育价值观吗[J].*中国电化教育* 2019(2):29–35.
- [15] 刘三女牙,柴唤友,刘盛英杰,等.人工智能驱动教育技术发展的中德视角——2019年中德双边研讨会综述[J].*电化教育研究*, 2019,40(8):105–113.
- [16] 黄甫全,左璜.当代行动研究的自由转身:走向整体主义[J].*教育学报*,2012,8(1):40–48.
- [17] IMAI M, ONO T, ISHIGURO H. Physical relation and expression: joint attention for human– robot interaction[J]. *IEEE transactions on industrial electronics*, 2003, 50(4): 636–643.
- [18] BELPAEME T, VOGT P, VAN DEN BERGHE R, et al. Guidelines for designing social robots as second language tutors[J]. *International journal of social robotics*, 2018, 10(3): 1–17.
- [19] BELPAEME T, KENNEDY J, RAMACHANDRAN A, et al. Social robots for education: a review [J]. *Science robotics*, 2018, 3(21): 1–9.
- [20] BAXTER P, ASHURST E, READ R, et al. Robot education peers in a situated primary school study: personalisation promotes child learning[J]. *Plos one*, 2017, 12(5): 1–23.
- [21] MCDONALD S, HOWELL J. Watching, creating and achieving: creative technologies as a conduit for learning in the early years[J]. *British journal of educational technology*, 2012, 43(4): 641–651.
- [22] MITIC M, VUKOVIC N, PETROVIC M, et al. Chaotic metaheuristic algorithms for learning and reproduction of robot motion trajectories[J]. *Neural computing and applications*, 2018, 30(4): 1065–1083.
- [23] LEITE I, MARTINHO C, PAIVA A. Social robots for long–term interaction: a survey [J]. *International journal of social robotics*, 2013, 5(2): 291–308.
- [24] HARPER B. Technology and teacher–student interactions: a review of empirical research [J]. *Journal of research on technology in education*, 2018, 50(3): 214–225.
- [25] JUN W. A study on development of robot–based teaching–learning model for improving creativity [J]. *Journal of internet computing and services*,2015,16(5):99–105.
- [26] CROMPTON H, GREGORY K, BURKE D. Humanoid robots supporting children’s learning in an early childhood setting [J]. *British journal of educational technology*, 2018, 49(5): 911–927.
- [27] 黄甫全.现代课程与教学论[M].北京:人民教育出版社,2014:183–202.
- [28] TAKACS A, EIGNER G, KOVACS L, et al. Teacher’s kit–development, usability, and communities of modular robotic kits for classroom education[J]. *IEEE robotics & automation magazine*, 2016, 23(2): 30–39.
- [29] CHIN C, BROWN D E. Learning in science: a comparison of deep and surface approaches [J]. *Journal of research in science teaching*, 2000, 37(2): 109–138.
- [30] PEGRUM M, BARTLE E, LONGNECKER N. Can creative podcasting promote deep learning? The use of podcasting for learning content in an undergraduate science unit[J]. *British journal of educational technology*, 2015, 46(1): 142–152.
- [31] SAMUELS–PERETZ D, CAMIEL L D, TEELEY K, et al. Digitally inspired thinking: can social media lead to deep learning in higher education? [J]. *College teaching*, 2017, 65(1): 32–38.
- [32] 黄甫全,李义茹,曾文婕,等.精准学习课程引论——教育神经科学研究愿景[J].*现代基础教育研究*,2018,29(3):5–14.
- [33] MATHERSON L H, WILSON E K, WRIGHT V H. Need TPACK? Embrace sustained professional development [J]. *Delta kappa gamma bulletin*, 2014, 81(1): 45–52.
- [34] VAN DIJK E M, KATTMANN U. A research model for the study of science teachers’ PCK and improving teacher education[J]. *Teaching and teacher education*, 2007, 23(6): 885–897.
- [35] 潘蕾琼.课目教育学知识研究的模型与主题——新兴教学与教师教育的认识论原理初探[J].*教育研究与实验*,2016,34(2):34–40.
- [36] 曾文婕.教学改革的中国逻辑[J].*全球教育展望*,2018,47(8):3–8.
- [37] CHIN K Y, HONG Z W, CHEN Y L. Impact of using an educational robot–based learning system on students’ motivation in elementary education[J]. *IEEE transactions on learning technology*, 2014, 7(4): 333–345.

- [38] OZDEMIR D, KARAMAN S. Investigating interactions between students with mild mental retardation and humanoid robot in terms of feedback types[J]. *Egitim ve bilim—education and science*, 2017, 42(191): 109–138.
- [39] CEJKA E, ROGERS C, PORTSMORE M. Kindergarten robotics: using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school[J]. *International journal of engineering education*, 2006, 22(4): 711–722.
- [40] KIM C M, KIM D, YUAN J. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching[J]. *Computers & education*, 2015, 91(12): 14–31.
- [41] JAIPAL–JAMANI K, ANGELI C. Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking[J]. *Journal of science education and technology*, 2017, 26(2): 175–192.
- [42] UHER J. Conceiving "personality": psychologist's challenges and basic fundamentals of the transdisciplinary philosophy-of-science paradigm for research on individuals[J]. *Integrative psychological and behavioral science*, 2015, 49(3): 398–458.
- [43] UHER J. Interpreting "personality" taxonomies: why previous models cannot capture individual-specific experiencing, behaviour, functioning and development. major taxonomic tasks still lay ahead [J]. *Integrative psychological and behavioral science*, 2015, 49(3): 600–655.
- [44] MCTAGGART R. Reductionism and action research: technology versus convivial forms of life [C]// BRUCE C, RUSSELL A. *Proceedings of the Second World Congress on Action Learning: Reflecting the Philosophy of Collaborative Change in Government, Industry, Education and the Community*. Brisbane: ALARPM, 1992: 47–61.
- [45] MARROW A. *The practical theorist: the life and work of Kurt Lewin*[M]. New York: Teachers College Press, 1969.
- [46] Lewin, K. Action research and minority problems[J]. *Journal of social issues*, 1946, 2(4): 34–36.
- [47] 库尔特·勒温,陈思宇,曾文婕,等.行动研究与民族问题[J].*民族教育研究*,2019,30(2):129–135.
- [48] 黄甫全,左璜.当代行动研究的自由转身:走向整体主义[J].*教育学报*,2012,8(1):40–48.
- [49] 陈思宇,曾文婕,黄甫全.人工智能时代教学行动研究抽样技术的三大基础[J].*电化教育研究*,2018,39(11):13–20.
- [50] CHEN S Y, HUANG F Q, ZENG W J. Comments on systematic methodologies of action research in the new millennium: a review of publications 2000–2014[J]. *Action research*, 2018, 18(4): 341–360.
- [51] LATOUR, B. *Reassembling the social: an introduction to Actor–Network–Theory*[M]. New York: Oxford University Press Inc, 2005.
- [52] 余胜泉,王琦.“AI+教师”的协作路径发展分析[J].*电化教育研究*,2019,40(4):14–22,29.
- [53] HAVERKAMP B E, MORROW S L, PONTEROTTO J G. A time and place for qualitative and mixed methods in counseling psychology research[J]. *Journal of counseling psychology*, 2005, 52(2): 123–125.
- [54] NASH D, MEMMOTT P, RESER J, SULIMAN S. We're the same as the inuit! : exploring Australian aboriginal perceptions of climate change in a multidisciplinary mixed methods study[J]. *Energy research & social science*, 2018, 45(SI): 107–119.

Introduction to Coupled AI–Teacher/Human–Teacher Classroom (CAITHTL): Origins, Themes and Methods

HUANG Fuquan, WU Xiaoqi, TANG Yuxi, CHEN Siyu, ZENG Wenjie

(The Lab for Neuroscience of and Artificial Intelligence in Moral Learning, South China Normal University,
Guangzhou Guangdong 510631)

[Abstract] The combination of AI teacher and human teacher produces a Coupled AI–Teacher/Human–Teacher Classroom (CAITHTL), which has become an important topic. From the three aspects of origin, theme and method, it is found that at present, the activities of CAITHTL at home and abroad mainly focus on "the selection and development of AI teachers" "the development of CAITHTL curriculum" and "the learning effect of CAITHTL". Together with logical analysis, technical modeling, action research, quantitative method and qualitative deep tracing technology etc., this study adopts the philosophy paradigm of super science, the holistic methodology of action research and the integrated hybrid method to

systematically explore and construct the following aspects: the selection model of AI teachers, the key technologies developed by AI teachers, the CAITHTL deep learning model, the holistic pattern of CAITHTL curriculum development, the approach to CAITHTL AI learnable content knowledge study (AI-LCKS), the effect of CAITHTL curriculum development on improving deep learning, and the internal mechanism of CAITHTL curriculum development to promote deep learning in order to provide new ideas for the effective development of CAITHTL curriculum.

[Keywords] AI Teacher; Incremental Learning of Concepts by Imitation; Coupled Teacher Classroom; Classroom Curriculum Development; Learning Improvement

(上接第98页)

learning essence and the law of education, the researchers focus on embedding artificial intelligent technologies such as machine learning, logical reasoning and natural language understanding into tools, systems, or platforms for teaching, learning and decision-making, to support the study on constructing experiential learning situations, standardizing learning behaviors, evaluating academic performance and ability structure, and formulating personalized learning paths and contents, etc., which aims to optimize the teaching methods and paths for providing personalized learning services for learners through human-computer cooperation. These researches results provide methodological guidance and referential research paradigm for developing artificial intelligence teaching products, understanding the nature of learning and exploring the principles of teaching, however, there are also some problems such as narrowing, fragmentation and microcosm in the research. Later researches need to be carried out from macroscopic and mesoscopic perspectives, including the relationship between artificial intelligence and teaching, key technologies in the application of artificial intelligence in teaching, the theoretical basis of artificial intelligence empowering teachers, the fusion form of artificial intelligence and teaching, and teachers' literacy under the background of human-machine collaboration.

[Keywords] Artificial Intelligence; Educational Application; Human-machine Collaboration; Research Review; Substitute Teacher; Empowering Teacher