基于元宇宙和生成式人工智能的教师实训成效研究

王　龚[1]　顾小清[2]　胡碧皓[3]

（1. 上海师范大学 教务处，上海 200234；2. 华东师范大学 教育信息技术学系，上海 200062；
3. 华东师范大学 计算机科学与技术学院，上海 200062）

［摘要］ 面对快速发展的元宇宙、大模型、数字人等人工智能技术和日益复杂多样的教学场景，传统的教师实训已难以应对未来教育的挑战。本研究提出结合元宇宙技术与微格教学实训的元宇宙数智微格实训模式，即通过搭建多样化的虚拟教学场景、构建定制特征的数字人学生、生成模拟真实学生的问答、分析过程性实训成长数据、构建虚拟助教协助教学技能学习，为教师提供强体验、富交互、高拟真、生成性的低风险教学实训环境。实践表明，职前教师在元宇宙实训场景中，能够反复尝试和试错，并与数字人学生互动反馈，促进其对教学过程进行反思与改进，获得的教学经验可有效迁移到教学实践中，应对未来教育的新需求。

［关键词］ 职前教师培养；数智微格实训；元宇宙技术；数字人学生；强体验教师学习

［中图分类号］ G650　　**［文献标识码］** A　　**［文章编号］** 1007-2179(2024)03-0074-13

一、引言

在人工智能、5G、区块链、虚拟数字人、混合现实等底层技术的组合驱动下，元宇宙技术正快速应用于工业生产、新媒体直播、高风险环境技能培训等场景（清华大学新媒体研究中心，2022）。在教育领域，元宇宙技术被认为可以为学习者提供更加真实的学习情境，使其通过解决复杂问题的实践体验，感知世界、理解知识和发展自我（郭全中，2022；顾小清等，2023b）。教育元宇宙作为虚实交织、人机联结的智慧教育高阶形态（刘革平等，2022），正逐步塑造更加互动、开放和沉浸式的教与学环境（Hwang et al., 2022; Wu et al., 2022）。研究者针对教育元宇宙开展了理论探讨，如建立教育元宇宙生态理论框架（Wang et al., 2022）、形成双向数据流标准（García et al., 2022），并将元宇宙技术应用于自然科学、数学和工程等高等教育领域。学生可以在元宇宙中通过数字化身，即虚拟数字人形象进行交流和学习（Tlili et al., 2022）。

面对未来教育场景愈加多样化（吴茵荷等，2021），以及“人机协同、虚实融合”的高阶教学技能需求（李政涛等，2019；张琪等，2022），《中国教育现代化 2035》（国务院，2019）提出，“强化职前教师培养，推动教师终身学习和专业自主发展”。工信部、教育部等（2023）部门联合印发的《元宇宙产业创新发展三年行动计划（2023-2025 年）》指出，

［收稿日期］2024-03-15　　**［修回日期］**2024-04-30　　**［DOI编码］**10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.03.008

［作者简介］ 王龚，副研究员，上海师范大学教务处副处长，研究方向：教育信息化、智慧教育、数据驱动学习（swan@shnu.edu.cn）；顾小清，教授，博士生导师，华东师范大学教育学部教育信息技术学系，研究方向：人工智能教育、学习科学与技术设计、技术支持的教学创新（xqgu@ses.ecnu.edu.cn）；胡碧皓，博士研究生，华东师范大学计算机科学与技术学院，华东师范大学上海智能教育研究院，研究方向：人工智能教育、教师教育元宇宙。

［引用信息］ 王龚，顾小清，胡碧皓（2024）. 基于元宇宙和生成式人工智能的教师实训成效研究［J］. 开放教育研究，30（3）：74-86.

“推进构建虚拟教室、虚拟实验室等教育教学环境”。许多职业院校利用元宇宙虚拟实训平台,培养学生的高综合素质和强职业技能(刘革平等,2022)。已有研究者将元宇宙技术融入教师培训,如利用元宇宙平台提升职前教师对知识内容的感知与理解(Chen, 2023);从教学法、技术、参与者等维度,构建元宇宙环境的语言教学跨学科指导框架(Wu et al., 2023),以及开展基于元宇宙的情境式教学设计(Guo et al., 2022);结合人格发展规律,在元宇宙中构建虚拟学生,模拟真实学生的发展状态,提供真实的师生交互体验(Sergeyeva et al., 2022)。

师范院校的教师培养实践模式包括微格教学和入校实习(Masali et al., 2021)。微格实训模式因指导教师有限、训练空间不足、真实场景还原度低等问题,一直未得到重视(Hamidi et al., 2024; 张家华等, 2021; Ferguson et al., 2022),致使职前教师在入校实习前难以有效整合技能与理论(Ye et al., 2021)。元宇宙技术的引入,为解决上述难题提供了可能。教育元宇宙能提供低风险的“试错”场景(Zhang et al., 2024),允许新教师在元宇宙技术搭建的教学场景中开展各种教学演练,实现“走进过去与未来的体验学习”(顾小清等, 2023b; McGarr, 2021)。但利用元宇宙技术培养教师的深度应用面临挑战,包括顶层设计尚不完备、系统方案仍不充分、元宇宙师资培训资源匮乏(Cai et al., 2022; Alam et al., 2022),以及硬件设施亟待改造(Kaddoura et al., 2023)等。本文旨在将元宇宙技术融入职前教师培养,构建基于元宇宙和生成式人工智能等前沿技术的数智微格实训环境,设计强体验式的教师学习实训模式,推动教师教育的数字化变革,回应数智时代教师培养的新需求。

二、文献综述

(一)常规微格实训

在教师教育领域,并非所有教学实践都能在真实课堂开展,微格教学作为一种可控实验环境下的教学实践模式应运而生(Allen et al., 1967)。微格教学为职前教师提供了在接近真实课堂实践场景演练教学技能的路径,对提升教师自信、积累教学经验、管理课堂和设计教学过程等有积极作用(Masali et al., 2021)。尽管在入校实习期间,职前教师将进入多样化且复杂的真实课堂环境,但这一过程不能完全取代微格实训。未来教师培养仍需要利用微格模式提供模拟的教学环境,帮助教师理论联系实践(Chen, 2022)。

随着配套技术设备的日益丰富,模拟录播微格教室正逐步向智慧微格教室迭代升级。现有智慧微格教室集成了实训表现分析、实训信息管理、智能教学辅助工具、录播点播回看等功能(张慧等,2018),为职前教师提供了数字化实践训练场所,但仍存在难以还原真实课堂情境、模拟师生交流互动等局限。

从构成要素看,现有的微格教室空间结构较为单一、难以提供多样化的教学场景体验(张俍等,2018)。参与主体方面,学生多由同伴“扮演”,真实性低、互动有限,且实训教师易受干扰,难以获得接近真实课堂的教学体验。实训课程内容偏重教育学知识,对教学技能的讲授固化陈旧(吴焕庆等, 2018),加上课时有限,难以开展大规模、长周期的实训演练(洪玲等, 2023)。其评价方式包括试讲者自评、同伴评议、导师点评(田秋华等, 2013),多依赖于追踪摄像头的录制和主观评判,缺乏客观实训数据的佐证。同时,同伴评议对观察者的观察技能和教学水平提出了较高要求,限制了试讲者获得深度反馈的机会(Prilop et al., 2023)。尽管智慧微格教室的智能分析系统可弥补这些缺陷,但分析维度尚不全面,尤其缺乏对试讲教师与学生互动的分析(黄予等, 2014)。从学习体验看,实训教师习惯于将教学视为固定活动序列,按部就班地复制熟手教师的教学过程,精准到某一时刻该干什么,并产出提前界定好的“学习结果”(刘云杉, 2023),而不是通过反复尝试和试错来理解和体验教学(朱宁波等, 2021)。在这样的实训模式下,职前教师难以设计创新的教学方法,获得应对复杂教学情境的实践机会。对此,有研究者尝试优化微格场景下的教学技能实训模式,提升教师的灵活组织能力(李祖民等, 2023)。

上述局限导致职前教师所学的教育理论领先于微格实训体验(贺文洁等, 2023)。传统微格实训难以提供课本理论所描述的课堂场景、设备条件、学生反馈,致使“教什么”与“如何教”脱节,师范生难以满足基础教育的新要求。面对未来教学

情境多样化的挑战,教师角色的新定位和技能素养的新需求日益明晰(路海萍,2022)。为了适应教师教育的转型升级,现有微格教室和实训模式亟需革新升级。因此,本研究利用新兴技术创建下一代微格实训场景(Ye et al., 2021),创新微格实训方式。

(二)基于元宇宙+生成式人工智能的强体验教师实训

在元宇宙、生成式人工智能、数字人等技术的支持下,新的微格教室能够为实训教师提供沉浸式、具身化、生成性的教学模拟场景,减轻备课负担,提供个性化资源(乐惠骁等,2022)、精细化的反馈指导和职业发展规划。实训教师可以在逼真的场景中与虚拟学生、虚拟助教、远程学生互动,反复演练、反思,并不断改进教学内容,将教育理论落实到教学实践。

基于元宇宙等技术的教师实训分为数字模拟实训、混合现实实训、虚拟现实实训(Frei-Landau et al., 2022)。数字模拟实训以 SimSchool、ClassSim 为代表。教师通过与在线平台的 2D 虚拟学生互动,练习课堂管理与沟通技能,提升教学自我效能感(Christensen et al., 2011; Abouelenein et al., 2024)。研发人员提前设定了这些虚拟学生的认知水平、情感状态、学习风格特征(Badiee et al., 2015)。混合现实实训以 TeachLivE 和 Mursion 为代表。教师通过与电子大屏中的 3D 虚拟数字人互动,体验沉浸式教学模拟情景,如辅导学生小组讨论、召开家长会(Dalinger et al., 2020)。这些虚拟数字人由真实学生控制或由计算机预先配置,但真实感仍有待提升。虚拟现实实训指教师通过佩戴虚拟显示设备,在全景虚拟教室中演练和模拟授课(杨健等,2019; 李小平等,2018)。元宇宙技术支持的教师实训提供了拟真的教学环境与接近真实的师生交互体验,可以有效减少新教师的心理焦虑和工作压力(Xie et al., 2023),帮助他们获得更现实的教学经验,从而更好地为教学作准备(Theelen et al., 2020)。

基于元宇宙的实训体验真实感是许多研究关注的焦点(Zhang et al., 2024)。目前,基于数字人的技术主要用于医学教育,如医学生通过与数字人互动,学习人体器官结构(袁艺标等,2020),但真人与数字人的互动空间与方式仍由开发人员预先设定。相较于真实教育场景中的自然人,数字人的内核尚未达到真人的水平,尤其是存在反应延迟等现象,真人难以与数字人流畅交流,容易让真人体验者感到交互割裂(翟雪松等,2023)。为此,研究者提出从数字人的行为保真度、课堂环境保真度、试讲者自主性、师生交互性等维度,提升体验的真实感(Delamarre et al., 2021)。大语言模型等生成式人工智能技术可用于弥补数字人只能根据预设内容被动回应、难以主动提问等不足(Liao et al., 2023)。例如,研究者创建了聊天式教师培训工具(如 GPTeach),让新手教师与 GPT 模拟的学生进行交流,并利用 GPT 生成不同个性的回复,模拟多样化的师生互动情境(Markel et al., 2023);利用生成式人工智能生成适用于小学课程的教学图片材料(Lee et al., 2023);将“人教人”扩展到“人教机器”“机器教人”“机器教机器”的多种教学组合(刘凯,2023),丰富元宇宙中教师与学生的关系(田爱丽等,2023);提出基于具身理论的沉浸式实训、人机跨地域的协同实训(杨丹等,2021),以及教师教育元宇宙的基本架构(洪玲等,2023)。

上述研究利用元宇宙、生成式人工智能等技术开展教师实训,为职前教师带来了沉浸式学习体验,并能有效记录教师教学活动和学生反应。然而,现有研究在提供拟真教学环境、真实师生交互体验等方面缺乏系统设计,尤其是元宇宙实训场景、实训模式和实训评价机制还有待探索(李艳等,2023)。为了应对上述问题与挑战,本研究结合未来教师培养需求、微格教室的技术特征,以及元宇宙、生成式人工智能等前沿技术,搭建强体验、高交互的元宇宙教师实训场景,提出职前教师元宇宙微格实训模式,以回应未来教师培养与能力提升的诉求。

三、研究架构

(一)实训场景架构

鉴于元宇宙等技术为教师教育开辟了新的实训空间,支持教师以虚拟身份进入虚拟场景开展教学演练,但也受软硬件设备、成本和空间等限制(顾小清等,2023b)。本研究搭建了更易实现的混合现实场景,即人类教师在实体微格教室中,以真实身份与虚拟数字人高度交互的元宇宙数智微格实训场景。该场景的功能架构包含数据层、模型

层、平台功能层和场景层。其中,数据层为模型层提供数据基础,场景层是数据层的数据来源,模型层构成功能层的核心,功能层支持教师开展元宇宙模拟实训(见图1)。

1. 数据层与场景层

数据层涵盖教师实训数据与数字人数据。教师实训数据既包括往期的录课视频、教学技能考评、真实学生的回答等显性非结构化数据,又包括基于学习分析、教育数据挖掘等技术分析得到的教师知识结构、教学能力、素养指标等隐性结构化数据。这些数据能为教育大模型提供丰富的教学数据语料(吴砥等,2023),引导大模型生成符合师生身份的交互问答和教学指导资源。数字人数据将记录数字人学生的课堂学习行为,包括课堂行为触发事件、与实训教师的交互问答;记录不同数字人学生的预设特征,如学习风格、学习能力水平、知识遗忘阈值等配置信息。利用向量数据库存储和更新这些特征数据,可拓展大模型的记忆和检索能力,从而动态更新大模型提示语,生成定制化内容,为教师提供同一教学行为下不同数字人学生的个性化学习反应。关联对齐教师实训数据与数字人数据,可形成“教师—课程—学生—事件”的个人化实训数据链。

场景层旨在为不同专业的教师提供个性化场景(陈淑洁等,2018),即搭建元宇宙微格实训教室,集成微训空间、沉浸式虚拟实训室、曲面环绕实训空间、智能录播教室等功能。本研究利用Unity3D和Unreal Engine 5等工具搭建虚拟教学场景,包含黑板、讲台、学生桌椅、体育用具等教学元素,为教师提供常规课堂教学、机房与实验室教学、班级家长会、多人小组讨论指导、学困生辅导、学生心理辅导、学生社团指导、室外运动指导、教师教研、教师资格申请面试等模拟情景(奚骏等,2022);改造升级实体微格教室,配备由多块显示器拼接而成的高清视频墙、一体化演录播教学终端、智能云台摄像头等。先进的录制、显示设备和智能分析工具可用于采集实训教师试讲环节的数据,允许教师和数字人学生在不同预设场景中互动,体验更加真实的教学实践过程(见图2)。

2. 模型层与功能层

模型层涵盖虚拟学生、虚拟助教、教育大模型、教学资源生成与推荐系统、教师专业成长档案等模块。从数字人外观看,虚拟数字化身代表着自然人在虚拟世界中的再现,既包括真实世界在虚拟世界的模拟投影,又包括在虚拟世界智能创建的虚拟身份,涉及虚拟助教、虚拟学生、远程学生等。目前数字人已能精细模拟真人的面部表情和肢体行为动作(简圣宇,2023),但基础教育阶段的学生在生理、认知、情感与社会性方面相较于成人更具独特性。在认知发展层面,学生会经历前运算、具体运算和形式运算阶段(杨小微等,2024)。对此,数字人需精准模拟不同阶段学生的行为动作和表情等特征。大模型和智能语音等技术让数字人显得更自然。大模型可以理解人类语言并给出反馈,这为数字人增添了更加逼真和人性化的交互效果。

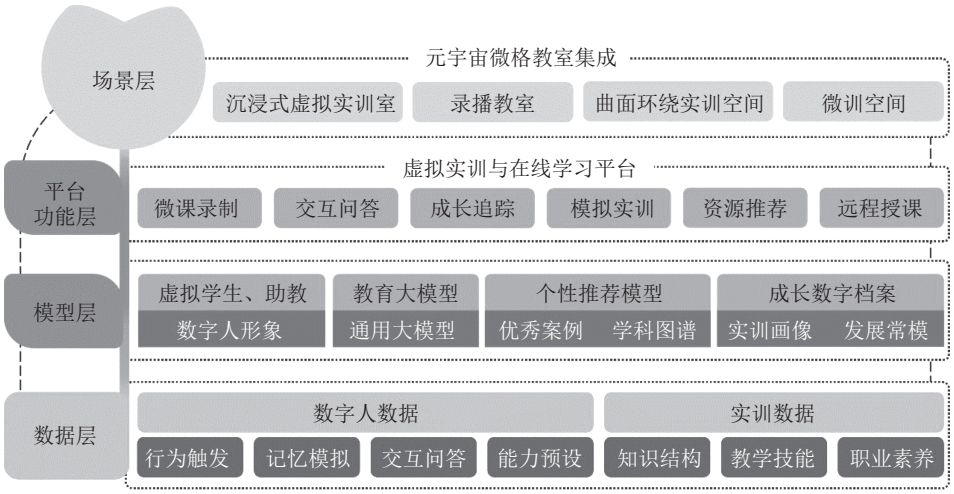

图1 元宇宙数智微格实训场景架构

图 2 元宇宙微格实训教室概念示意图

考虑到基础教育阶段的学生仍处在形成形象思维和抽象思维的关键时期,本研究利用向量数据库、语音生成等技术模拟学生的记忆、迷思、遗忘等认知过程,模仿学生的语音语调和惯用语,真实地还原学生的学习行为;调控数字人学生在同规格场景、同预设特征条件下的学习表现,对比分析不同教师的教学能力和构建教师成长发展常模,形成实训数字档案与画像。

除模拟不同阶段学生的认知和行为特征,数字人还能扮演教师助手和虚拟助教(Jeon et al., 2023),协助教师答疑解惑,生成试题和教学提纲(Latif et al., 2023),协同开展跨学科教学与分层教学(奚骏等, 2022; 谢新水, 2022)。GPT-4V 等多模态大模型(OpenAI, 2023)扩展了自然语言与其他模态数据的交互形式,能够执行诸如根据文字生成图片、观看视频并发表“观点”等任务。但通用大模型并非专为教育而设计的,教育领域需要利用前期积累的专有数据,如学科知识图谱、教学案例等,对大模型进行微调等训练优化,以开发专门用于教育领域的多模态大模型,进而辅助教师设计教案和课件,生成与教学主题相关的音视频和图文材料,降低教师重新检索资源的时间和精力成本,为教师带来生成式的人机协同教学实训体验。

最后,功能层指在模型层的基础上构建元宇宙微格实训平台。在各种教学实训场景中,平台将提供教学情景模拟、微课录制、远程授课、专项技能训练和成长追踪等服务,为教师带来多向互动、过程记录、智能评价、技能演练等全方位的学习体验(朱孝平等, 2021)。

(二)实训模式设计

本研究构建的职前教师元宇宙数智微格实训模式旨在通过采集数字成长轨迹、推进虚实混合实训环境中人机融合的协同教学,推动职前教师培养与专业发展(见图 3)。

1. 由实向虚发展虚拟教学实训

微格教学基于体验式情境学习理论和反思性实践范式,将实践置于教师学习的核心,促使教师通过“身体力行”的方式在模拟场景中自我反思(Ferguson, et al., 2022),获得对教学知识的理解(许芳杰, 2023)。在元宇宙数智微格教学中,最显著的变化是元宇宙带来的沉浸式学习体验。实体教学场景被转移到虚拟环境,教师通过与定制的数字人学生互动,沉浸式地演练教学技能。在这种更加可控和可定制的低风险的学习实践空间中,教师可以自由地“试错”和尝试不同的教学思路,深入理解学生的学习需求和行为模式。

元宇宙实训模式适用于多种场景,包括常规教学实训、专项教学技能实训、模拟教师资格面试等。依据教师发展常模,元宇宙实训平台能实现教学场景与教学事件的自适应与定制化生成,并生成相应特征的虚拟学生。面对各类虚拟学生与模拟情景,教师需练习如何有效地与虚拟学生互动、管理和

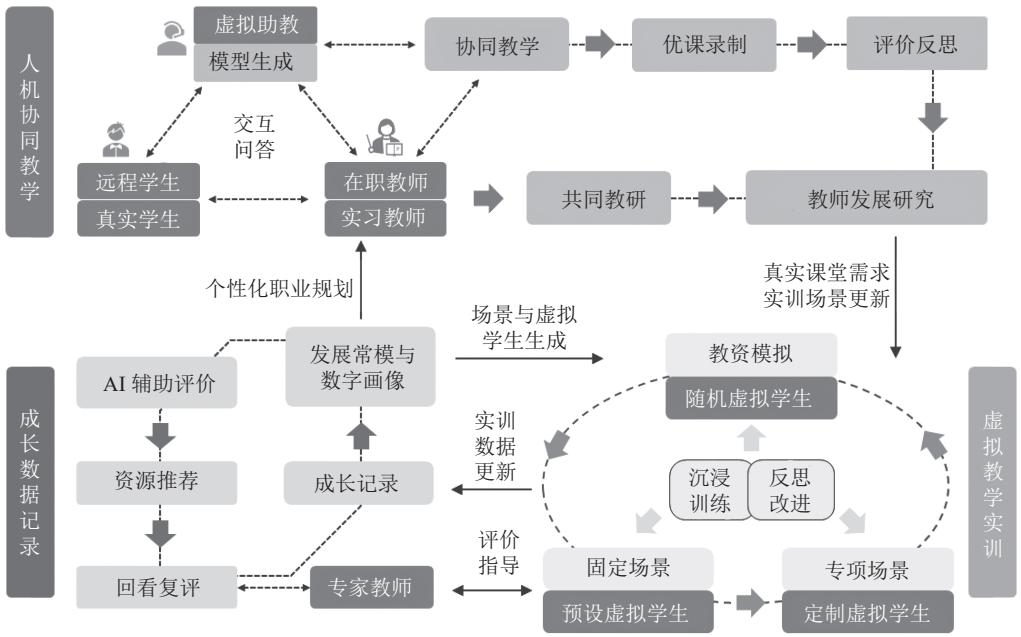

图 3 元宇宙数智微格实训模式

激励虚拟学生,提升处理教学事件和应对疑难问题的综合能力,以实现从新手到熟手,再到业务能手的身份转变(李祖民等,2023)。

然而,这种由实向虚发展的实训模式同样面临挑战:一是在元宇宙中复现自然人学生的真实性问题。尽管数字人建模、通用大模型等技术使虚拟学生的言语行为和反应接近真实课堂的学生,但拟真度有待提升。二是教师需适应从现实课堂过渡到在元宇宙中使用教学工具和资源。不熟悉元宇宙和虚拟技术的教师的学习体验可能会受影响。

2. 由虚向实进阶,追踪成长数据轨迹

在元宇宙微格实训模式下,教师教学互动和决策的轨迹会被系统化地追踪记录。这些数据经由智能算法模型分析,呈现出教师在不同情景下的知识水平、互动效果、教学技能等具有教育语义的评价结果(张茂元等,2023),形成个性化的职前教师成长画像,增强实训成长过程的可视性和可量化性(Ye et al., 2022)。教师进而可以更清晰地认识自身优势和需要提升的技能(李祖民等,2023)。依据评价结果,实训平台还能推荐与教学任务紧密相关的学习资源和案例示范,生成提升特定技能的建议,制定更精准的职业发展计划(周永胜等,2022),进而帮助教师面对新的教学挑战(张慧等,2018),及时有效地调整教学方法,促进教学知识的内化、教学方法的建构和教学行为的反思。

元宇宙实训模式的核心在于对实训数据的全过程捕获与分析反馈(张俍等,2018)。它不仅关注教师的实训表现,而且记录教师在元宇宙中的互动设计、教学方法抉择、失误与失范行为,以及对数字人学生反馈的回应(Kimaro et al., 2021)。这种包含师生交互数据的多维分析也可供专家教师回看和评价,助力建立“人在回路”实训评价机制。除帮助教师自我提升,分析结果还能为入职教师的后续培训和职业发展提供参考。汇聚海量实训分析结果形成的职前教师发展常模,可用于揭示职前教师群体的共性问题,推动职后培训的改进优化,以制定合理均衡的教师教育整体发展规划。

然而,这种由虚向实进阶的成长评价模式同样面临挑战。首先,当前的元宇宙实训评价体系缺乏过程性评价标准,尤其是缺乏师生互动的评价指标,这可能导致评价结果的泛化和不精确。其次,数字人学生的反馈随机且不可预测,这对教师的应对能力提出了更高要求,也增大了实训评价的难度。最后,从元宇宙实训的海量数据中提炼有价值的教育数据,对硬件资源、隐私安全和数据传输存储提出了更高要求。

3. 虚实相融的人机协同教学

元宇宙实训模式强调虚拟环境实训与真实教学实践之间的互补性,促使教师面对模拟的复杂教学问题情境时,不断地自发行动,以及与先前行动结果的对比,形成反思和改进策略。实训平台通过监控和分析教师教学轨迹,识别和标记异常教学行为,如标记教师未能及时发现的由系统随机生成的课堂教学突发事件(李祖民等,2023)。在这种情况下,虚拟助教可充当关键的实训辅助角色,通过及时提醒教师关注并引导学生,确保实训过程的有效性和包容性。虚拟助教还能协同教师开展跨学科教学、互动答疑、学习数据分析和教学反思。多智能体研究的进展极大地推动了虚拟助教参与人机合作教学的可能。基于大模型的多智能体赋能的虚拟助教可支持数学问题求解、动态群聊问答等复杂教学任务场景(Wu et al., 2023),还能模拟不同层次水平学生的反应,甚至生成有特定迷思概念的学生回答(Kieser et al., 2023),带来更加贴近真实课堂情境的学生反馈。借助智能语音技术,教师可以在元宇宙实训教室中通过语音与虚拟助教互动。虚拟助教引导教师学习如何识别特殊学生(识别学生的言语、情绪、行为等异常表现)、优化教学话语,将教学理论知识转化为实际教学能力。这种人机协同教学实训方式能提升教师学习的互动性和应对能力,也提供了与未来人机协同教学接轨的学习和实践机会。

基于以上实训模式,本研究开展了初步应用:1)初步实现了数字人学生的听讲、举手发言、小组讨论、课文跟读等课堂学习行为模拟;2)通过细致的提示指令设计与大模型微调技术,实现了数字人学生与教师间的语音和行为交互,如支持教师对数字人学生课堂行为和知识理解的适时指导和反馈;3)通过设置阈值,调控数字人学生课堂负面行为(如打瞌睡、交头接耳等)发生的概率,并借助提示指令,调整数字人学生的课堂参与度,如模拟低年级学生积极主动举手的真实情景;4)利用智能语音识别与生成技术,在实训场景界面提供师生对话的实时转写,显示数字人学生当前学习状态,如回答、追问、知识总结等,并语音提示教师及时关注异常学生,调整教学决策(见图4)。

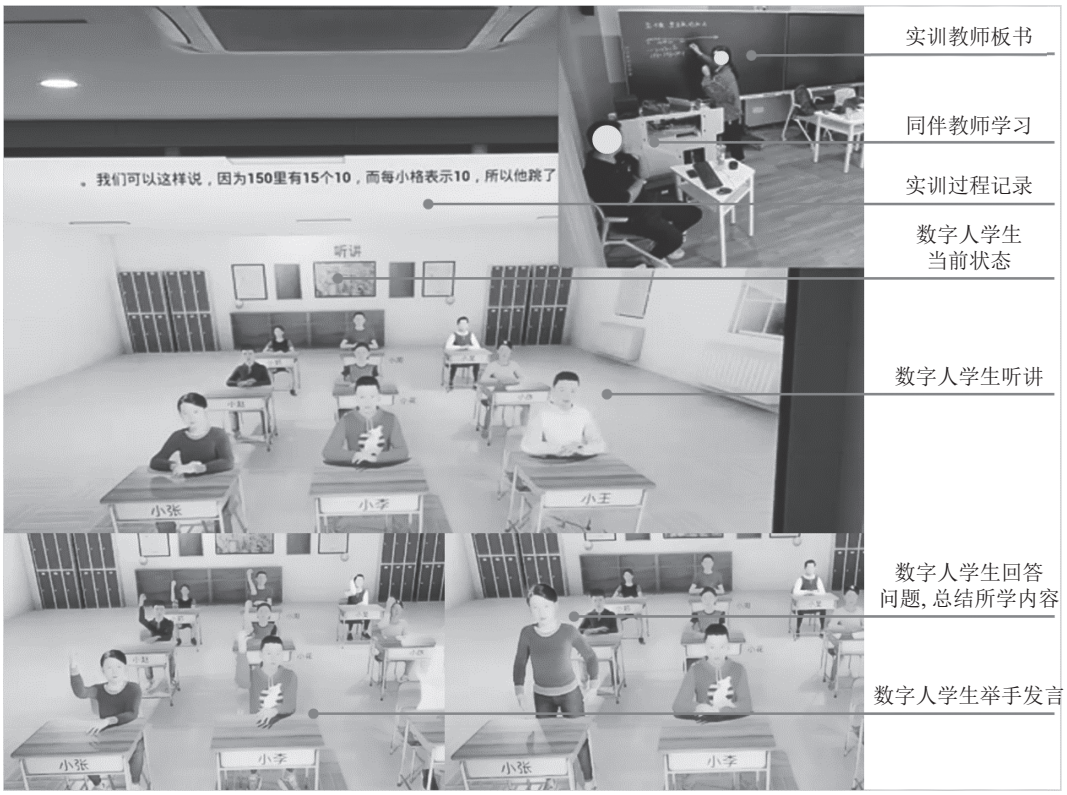

图4　元宇宙数智微格实训的初步实现示例

职前教师的实训流程包括:1)基于教学设计内容,开展无声试讲预演,回顾预设的教学过程;2)学习与数字人学生互动的教学指令(如保持安静、开始讨论、请坐等),上传教学内容(如古诗词、文言文等教学材料),并配置数字人学生的能力水平;3)开展15分钟以上的实训演练,邀请同伴教师观摩;4)反思并修改教学设计(见图5)。

四、研究结果与思考

(一)研究结果

为了深入探讨元宇宙数智微格实训对职前教师的影响,本研究采用目的性抽样方法,从参与元宇宙数智微格实训的职前教师中选取12位访谈对象,小学和初高中学段各6人,涵盖语文、数学、物理和化学等学科。6位有师范生教学技能比赛经历,参与过2次及以上的元宇宙实训;另6位未有教学技能比赛经历,且首次参与元宇宙实训。本研究通过半结构化访谈,内容包括数字人学生的反应、教师专业发展的自我反思、教学策略的选择、与常规微格实训感受的比较和局限性等维度,并采用ATLAS.ti 24软件对访谈文本进行编码(编码示例和各维度词频统计见表1和表2)。两位独立编码员编码结果的一致性系数(Krippendorff's alpha)为0.743>0.7,表明编码结果的一致性较高。对编码不一致的节点,两位编码员经过协商达成一致,确保编码的质量和可靠性。

从词频分析结果看,在数字人学生的反应方面,受访教师认为,数字人学生的回答和课堂讨论比较真实,接近真实课堂学生的表现,但部分回答超出所教学段学生的能力。与常规微格实训相比,受访教师认为元宇宙实训能带来更真实的教学体验,有助于提升提问互动和把控课堂节奏等能力。还有教师指出,以前只专注于教学讲解,现在需要关注学生回答。在教学策略选择方面,受访教师认为,数字人学生的回答会影响教学过程,当学生回答正确和较完整时,教师会跳过相关教学。对于错误回

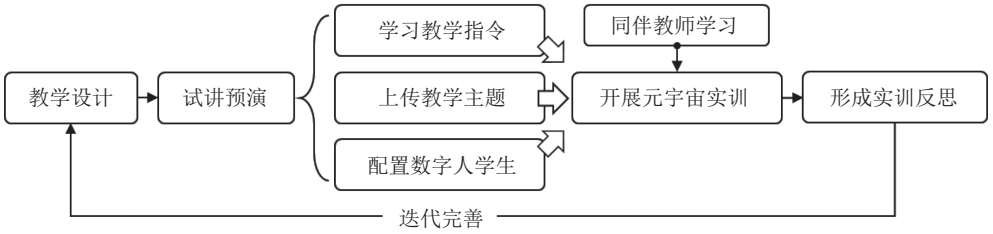

图5 实训流程

表1 编码示例

编码维度	编码示例
数字人学生的反应	1)数字人学生的回答有时很深奥,有时又不理解某个知识点,不是我期待它说出来的内容。 2)部分数字人学生的回答太超前和完整,感觉像真实课堂中的好学生,当然也有数字人学生无法回答问题。
与常规微格实训感受的比较	1)这种课堂更贴近真实,但讲课进度常会被打断,数字人学生的回答可能不是我想讲的内容。它们会提到别的内容,但我不能把数字人学生晾在那里,继续讲我的内容。 2)教学是基于我自己设想进行的无声试讲练习,进入学校试讲的机会太少了。
教学策略的选择	1)数字人学生的回答,有时太偏,我重新描述问题后,大部分回答能得到改善,有些回答如果得不到改善,我会请它坐下,然后按照我的节奏,继续下一个环节(的教学)。 2)有个数字人学生的回答,一下就说到后面要讲的知识点,那我就顺着它的话,讲后面的知识点。
教师专业发展的自我反思	1)(如果)数字人学生回答很深奥,我就会思考自己的教学能力是不是跟它不匹配,下一步我要怎么丰富知识。我下次备课时,会做得更详细,理解更深层次的内容,去应对它的回答。 2)没有学生的情况下,我的注意力都在自己的教学上,除了所教的内容,我还要关注数字人学生的回答。
局限性	1)今天上课的过程中,我感觉因为等待数字人学生的回答耽误了很多时间,所以没有办法衡量整堂课的时间分配,如果这堂课的时间超出预定时间,我可能会觉得原因是因为它们。 2)如果希望数字人学生准确接收我的指令,需要我规范地说出指令,比如,保持安静或停止讨论等,但这样说指令,语气可能会有点生硬。

表 2 各维度词频统计

维度	词语(词频加权百分比 %)
数字人学生的反应	回答(18.81),学生(18.51),问题(10.75),比较(5.97),真实(5.07),课堂(4.18),教学(3.88),办法(3.58),答案(3.28),内容(3.28),反应(2.99),讨论(2.99),情况(2.69),全面(2.39),能力(2.09),之后(2.09),知识(2.09),超出(1.79),思路(1.79),应对(1.79)
与常规微格实训感受的比较	回答(17.05),学生(16.48),真实(8.52),问题(6.82),上课(5.68),比较(5.11),教学(4.54),模拟(2.84),超出(2.27),情况(2.27),设想(2.27),以前(2.27),出现(1.70),错误(1.70),方向(1.70),更好(1.70),过程(1.70),讲解(1.70),节奏(1.70),训练(1.70)
教学策略的选择	学生(16.58),回答(16.04),问题(11.23),内容(5.35),办法(4.28),讨论(4.28),错误(3.74),答案(3.21),后面(3.21),教学(3.21),全面(3.21),上课(3.21),实验(3.21),知识(3.21),操作(2.67),过程(2.67),环节(2.67),描述(2.67),思考(2.67),应对(2.67)
教师专业发展的自我反思	学生(14.72),回答(9.82),老师(9.20),内容(6.75),教学(4.91),能力(4.91),上课(4.91),真实(4.29),之后(4.29),更好(3.07),全面(3.07),问题(3.07),知识(3.07),备课(2.45),过程(2.45),思路(2.45),提前(2.45),训练(2.45),应对(2.45),教案(1.84)
局限性	回答(10.26),学生(9.40),问题(7.69),办法(6.84),语言(6.84),答案(5.13),教学(5.13),描述(5.13),知识(5.13),实验(4.27),动手(3.42),活动(3.42),识别(3.42),思考(3.42),板书(2.56),操作(2.56),符号(2.56),设计(2.56),生硬(2.56),指令(2.56)

答,教师会临场思考应对方法,如让数字人同学间展开讨论或重新回答,及时调整预设。教师的教学反思指出,通过元宇宙实训发现,自身知识储备和教学能力有待提升,希望有更多使用该实训模式的机会,演练多种教学思路,完善教案,更好地应对未来真实课堂可能出现的各类提问与回答。需改进之处在于,受访教师希望开发科学实验教学的专门功能与场景,并优化课堂教学互动指令。

实践表明,相较于传统微格实训中由同伴扮演学生,元宇宙数智微格实训的数字人学生更贴近真实课堂,师生互动教学体验更逼真。教师与数字人学生的互动对话更自然,有助于教师重新思考教学内容设计,以及即时调整和创新教学方法。然而研究也发现,数字人学生的回答偶尔会超出预期,这说明需要调整和规范针对大模型的提示指令,以确保学生回应的适宜性和教育价值。同时,本研究采集的师生互动数据,如“教师提问—学生生成回答—教师追问—学生生成再答”的活动序列,可用于分析与理解实训教师行为,更准确地描绘教师在不同教学情境的反应和教学风格,进而为教师的持续成长提供定制化建议。这种强学习体验的教学实践空间,展现了元宇宙和生成式人工智能技术教育应用的巨大前景,为下一代教师微格实训的转型升级提供了宝贵的经验和改进方向。

(二)思考

教育是面向未来的,需要为未来社会输送人才。面对快速变化的教育环境和日益增长的技术革新速度,教育领域应体现超前性(顾小清等, 2023a),不仅要重塑教师角色、提升师生数字素养能力和改进教学方法,还要体现在职前教师培养的源头——全面革新教师实训场景与模式。本研究结合元宇宙数智微格实训场景与模式的初步应用成效,从未来教师学习和教师培养的视角提出相关反思与建议。

1. 简要反思

1)人类教师的角色转变。从技术—社会关系的角度而言,新技术的出现和普及会对旧技术体系下的教师培养模式产生替代效应(吕健等, 2023)。传统的知识传递者角色会向着学习引导者、教学创新者和教育提示工程师的角色转变(喻国明等, 2023)。在元宇宙微格实训模式下,教师从仅关注自身教学转向同时关注如何引导数字人学生发现问题、解决问题,激发学生的创造力和批判性思维。2)教师学习内容升级。除学习传统的教学方法和课堂管理等教学技能,教师还需学习如何通过语音提示语,与接入教育大模型的虚拟学生和虚拟助教开展教学互动;学习如何通过文字提示语的设计,查找备课资源,生成教学课件和视频(吴砥等, 2023)。3)伦理思考。数字人学生的引入,在带来接近真实课堂互动体验的同时,也挑战了真实学生在教育过程中的独特地位。这种变化会引发教师对教育本质的思考,即育人中“人”的涵义。教育产品研发者在保证数字人学生的失范行为体现真实性的同时(Ye et al., 2021),也应确保数字人学生不含性别、种族等刻板印象(McGarr, 2021)。随着大模型、向量数据库等技术的发展,数字人学生将能更好地模拟真实学生的学习情绪、认知负荷、知识加工过程,甚至模拟和还原学生的记忆、遗忘等认知过程(Aher et al., 2023),消除教师对元宇宙实训缺乏真实感的疑虑(Dalinger et al., 2020)。此外,

利用大模型生成的学生回答具有随机性(Tlili et al., 2023),对同一教学行为生成的回应,需要稳固在可接受范围内。4)虚拟助教的教学辅助。虚拟助教能为教师学习提供许多潜在优势,如适时的课堂管理提醒和方法指导等。但现有的教学辅助大多为智能教学工具。虚拟助教的研发和应用尚处于起步阶段,缺乏足够、可参考的实践案例。引入虚拟助教可能会改变教师的主体地位,教师需重新设计课程内容。对于虚拟助教的功能定位是侧重于辅助教学,还是帮助职前教师学习和提升教学技能(黄荣怀等,2023),仍需要更多的应用探索。

2. 政策与建议

1)建立更加灵活和创新的教师培养框架。虽然职前教师学习了大量学科内容知识与教学法知识,但教学实践不足日益凸显(朱宁波等,2021)。职前教师的培养应注重专业性、职业性、师范性(路海萍,2022),避免过度理论化和讲授式的教学技能传授,需改善“纸上谈教”现象(李祖民等,2023)。未来的教师实训应更加灵活,以创新的方式培养具有21世纪技能的教师。2)促进教师教育实训的数字化转型。这包括借助人工智能、元宇宙和数字人等技术,促使传统的微格实训向基于具身认知理论的元宇宙微格实训发展,即通过在元宇宙中搭建高度还原的多样化教学场景,为教师提供发展个性潜能的实训空间。教师可根据自身教学风格和专业特长,与数字人学生双向建构,借助教育大模型获取教学资源,创新教学活动思路,开展强体验、富交互、生成性的教学实践训练。3)完善教师实训的过程性评价体系。教学是由多个“可教时刻”组合而成的,教师需认识到哪种教学经验对哪类学生最为有效,并非对优秀教学案例“照葫芦画瓢”(吴刚等,2023)。这需要教师在教学实训中充分“试错”,以获得个人化的教学经验与理解。本研究建议在传统微格实训评价标准的基础上,建立过程性评价体系,并加入教师与数字人学生、虚拟助教互动协作等评价维度,基于教师的日常实训实践评价其学习效果。

[参考文献]

[1] Abouelenein, Y. A. M., Selim, S. A. S., & Elmaadaway, M. A. N. (2024). Impact of a virtual chemistry lab in chemistry teaching on scientific practices and digital competence for pre-service science teachers[J]. Education and Information Technologies, 29(3): 2805-2840.

[2] Aher, G. V., Arriaga, R. I., & Kalai, A. T. (2023). Using large language models to simulate multiple humans and replicate human subject studies[C]//International Conference on Machine Learning. PMLR: 337-371.

[3] Alam, A., & Mohanty, A. (2022). Metaverse and Posthuman animated avatars for teaching-learning process: Interperception in virtual universe for educational transformation[C]//International Conference on Innovations in Intelligent Computing and Communications. Springer, Cham: 47-61.

[4] Allen, D. W., & Clark, R. J. (1967). Microteaching: Its rationale[J]. The High School Journal, 51(2): 75-79.

[5] Badiee, F., & Kaufman, D. (2015). Design evaluation of a simulation for teacher education[J]. SAGE Open, 5(2): 2158244015592454.

[6] Cai, S., Jiao, X., & Song, B. (2022). Open another door to education—Applications, challenges and perspectives of the education metaverse[J]. Metaverse, 3(1): 12.

[7] Chen, C. Y. (2022). Immersive virtual reality to train preservice teachers in managing students' challenging behaviours: A pilot study[J]. British Journal of Educational Technology, 53: 998-1024.

[8] Chen, H. J. (2023). Gather in the Metaverse: Learning outcomes, virtual presence, and perceptions of high-and low-achieving pre-service teachers of English as a Foreign Language[J]. Education and Information Technologies, 1-29.

[9] 陈淑洁,仇星月,叶新东(2018).基于虚拟现实技术的微格教学系统设计 [J]. 实验技术与管理,35(4):121-125.

[10] Christensen, R., Knezek, G., Tyler-Wood, T., & Gibson, D. (2011). SimSchool: An online dynamic simulator for enhancing teacher preparation[J]. International Journal of Learning Technology, 6(2): 201-220.

[11] Dalinger, T., Thomas, K. B., Stansberry, S., & Xiu, Y. (2020). A mixed reality simulation offers strategic practice for pre-service teachers[J]. Computers & Education, 144: 103696.

[12] Delamarre, A., Shernoff, E., Buche, C., Frazier, S., Gabbard, J., & Lisetti, C. (2021). The interactive virtual training for teachers (IVT-T) to practice classroom behavior management[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 152: 102646.

[13] Ferguson, S., & Sutphin, L. (2022). Analyzing the impact on teacher preparedness as a result of using mursion as a risk-free microteaching experience for pre-service teachers[J]. Journal of Educational Technology Systems, 50(4): 432-447.

[14] Frei-Landau, R., & Levin, O. (2022). The virtual Sim(HU)lation model: Conceptualization and implementation in the context of distant learning in teacher education[J]. Teaching and Teacher Education, 117: 103798.

[15] García, Á., Bregon, A., & Martínez-Prieto, M. A. (2022). Towards a connected Digital Twin Learning Ecosystem in manufacturing: Enablers and challenges[J]. Computers & Industrial Engineering, 171:

108463.

[16] 工信部,教育部,文化和旅游部,国务院国资委,广电总局(2023).工信部、教育部等五部门联合印发《元宇宙产业创新发展三年行动计划(2023-2025 年)》[EB/OL].(2023-08-29)[2024-03-09]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202309/content_6903023.htm.

[17] Guo, H., & Gao, W.(2022). Metaverse-powered experiential situational English-teaching design: an emotion-based analysis method[J]. Frontiers in Psychology, 13: 859159.

[18] 郭全中(2022).虚拟数字人发展的现状、关键与未来 [J]. 新闻与写作,(7): 56-64.

[19] 顾小清,胡艺龄,郝祥军(2023a). AGI 临近了吗: ChatGPT 热潮之下再看人工智能与未来教育发展 [J]. 华东师范大学学报(教育科学版),41(7): 117-130.

[20] 顾小清,宛平,王龚(2023b).教育元宇宙:让每一个学习者成为主角 [J]. 华东师范大学学报(教育科学版),41(11): 13-26.

[21] Hamidi, N. B., & Kinay, İ(2024). Meta-thematic analysis of studies on micro teaching techniques for prospective teachers[J]. Journal of Qualitative Research in Education,(37): 139-171.

[22] 贺文洁,李琼,黄嘉莉(2023).实践场景中职前教师学习的主要矛盾分析 [J]. 教师教育研究,35(4): 81-87. .

[23] 洪玲,朱晓宏(2023).教师教育元宇宙:内涵、架构及愿景 [J]. 黑龙江高教研究,(9): 98-104.

[24] 黄荣怀,刘德建,阿罕默德•提利利,张国良,陈莺,王欢欢(2023).人机协同教学:基于虚拟化身、数字孪生和教育机器人场景的路径设计 [J]. 开放教育研究,29(6): 4-14.

[25] 黄予,莫永华,何良泉,伍艳兰(2014).基于 HTML5 的微格教学视频标注系统的设计与实现 [J]. 电化教育研究,35(4): 66-71.

[26] Hwang, G. J., & Chien, S. Y.(2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 3: 100082.

[27] Jeon, J., & Lee, S.(2023). Large language models in education: A focus on the complementary relationship between human teachers and ChatGPT[J]. Education and Information Technologies, 1-20.

[28] 简圣宇(2023).“虚拟数字人”概念:内涵、前景及技术瓶颈 [J]. 上海师范大学学报(哲学社会科学版),52(4): 45-57.

[29] Kaddoura, S., & Al Husseiny, F.(2023). The rising trend of Metaverse in education: Challenges, opportunities, and ethical considerations[J]. PeerJ Computer Science, 9: e1252.

[30] Kieser, F., Wulff, P., Kuhn, J., & Küchemann, S.(2023). Educational data augmentation in physics education research using ChatGPT[J]. Physical Review Physics Education Research, 19(2): 1-13.

[31] Kimaro, A. R., Mhagama, M., & Onyango, D.(2021). The influence of micro-teaching in enhancing teaching competences of pre-service teachers: A case of Saint Augustine University of Tanzania[J]. East African Journal of Education and Social Sciences(EAJESS), 2(1): 11-22.

[32] Latif, E., Mai, G., Nyaaba, M., Wu, X., Liu, N., Lu, G., Li, S., Liu, T., & Zhai, X.(2023). Artificial general intelligence(AGI) for education[J]. arXiv preprint arXiv: 2304.12479.

[33] Lee, S. H., & Song, K. S.(2023). Exploring the possibility of using ChatGPT and Stable Diffusion as a tool to recommend picture materials for teaching and learning[J]. Journal of the Korea society of computer and information, 28(4): 209-216.

[34] 乐惠骁,汪琼(2022).人机协作教学:冲突、动机与改进 [J]. 开放教育研究,28(6): 20-26.

[35] Liao, L., Yang, G. H., & Shah, C.(2023). Proactive conversational agents in the post-chatgpt world[C]//Proceedings of the 46th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. 3452-3455.

[36] 刘革平,高楠,胡翰林,秦渝超(2022).教育元宇宙:特征、机理及应用场景 [J]. 开放教育研究,28(1): 24-33.

[37] 刘凯(2023).人工智能与教育学融合的双重范式变革 [J]. 开放教育研究,29(3): 4-18.

[38] 刘云杉(2023).开放中的封闭:无界学习的教育危机 [J]. 中国远程教育,43(5): 1-12.

[39] 李小平,赵丰年,张少刚,张琳,许梦幻(2018). VR/AR 教学体验的设计与应用研究 [J]. 中国电化教育,(3): 10-18.

[40] 李艳,陈琳,朱福根(2023).国内虚拟仿真实训:现状、研究及启示 [J/OL]. 现代远距离教育: 1-13. [2024-03-09]. https://doi.org/10.13927/j.cnki.yuan.20231017.001.

[41] 李政涛,罗艺(2019).智能时代的生命进化及其教育 [J]. 教育研究,40(11): 39-58.

[42] 李祖民,陈楠楠,吴根洲(2023).“强师计划”下师范生教学技能提升的“4H”镜像模式研究 [J]. 黑龙江高教研究,(9): 154-160.

[43] 路海萍(2022).专业认证背景下职教师范生双师素质培养的现实审视和行动路径 [J]. 中国职业技术教育,(21): 21-27.

[44] 吕健,陆宣(2023). ChatGPT 为劳动者带来的机遇、挑战及其应对 [J]. 当代经济管理,45(12): 1-8.

[45] Markel, J. M., Opferman, S. G., Landay, J. A., & Piech, C.(2023). GPTeach: Interactive TA training with GPT-based students[C]//Proceedings of the tenth ACM conference on learning@ scale. 226-236.

[46] Masali, Z., & Kougiourouki, M.(2021). Does “Microteaching” meet pre-service teacher's expectations?[J]. European Journal of Education, 4(1): 40-50.

[47] McGarr, O.(2021). The use of virtual simulations in teacher education to develop pre-service teachers' behaviour and classroom management skills: Implications for reflective practice[J]. Journal of Education for Teaching, 47(2): 274-286.

[48] OpenAI.(2023). Gpt-4 technical report[EB/OL]. [2024-03-09]. 1-100. https://cdn.openai.com/papers/gpt-4.pdf.

[49] Prilop, C. N., & Weber, K. E.(2023). Digital video-based peer feedback training: The effect of expert feedback on pre-service teachers'

peer feedback beliefs and peer feedback quality[J]. Teaching and Teacher Education, 127: 104099.

[50] 清华大学新闻与传播学院新媒体研究中心(2022). 元宇宙发展研究报告 2.0 [R]. 北京: 清华大学新媒体研究中心.

[51] Sergeyeva, T., Bronin, S., Turlakova, N., & Iamnytskyi, S. (2022). Integrating educational components into the Metaverse[C]//The Learning Ideas Conference. Cham: Springer International Publishing: 412-425.

[52] Theelen, H., Willems, M. C., van den Beemt, A., Conijn, R., & den Brok, P. (2020). Virtual internships in blended environments to prepare preservice teachers for the professional teaching context[J]. British Journal of Educational Technology, 51(1): 194-210.

[53] 田爱丽, 王钰彪(2023). 元宇宙服务教育教学的技术潜能、现实挑战与困境突破 [J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 45(2): 51-58+77.

[54] 田秋华, 刘晖(2013). 合作互动微格教学模式的探索与构建 [J]. 电化教育研究, 34(2): 106-110.

[55] Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., Wang, H., Denden, M., Bozkurt, A., Lee, L-H., Beyoglu, D., Altinay, F., Sharma, R. C., Altinay, Z., Li, Z., Liu, J., Ahmad, F., Hu, Y., Salha, S., Abed, M., & Burgos, D. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: A combined content and bibliometric analysis[J]. Smart Learning Environments, 9(1): 1-31.

[56] Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education[J]. Smart Learning Environments, 10(1): 15.

[57] Wang, M., Yu, H., Bell, Z., & Chu, X. (2022). Constructing an Edu-Metaverse ecosystem: A new and innovative framework[J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 15(6): 685-696.

[58] Wu, J. G., Zhang, D., & Lee, S. M. (2023). Into the brave new metaverse: envisaging future language teaching and learning[J]. IEEE Transactions on Learning Technologies, 17: 44-53.

[59] Wu, J., & Gao, G. (2022). Edu-metaverse: Internet education form with fusion of virtual and reality[C]//2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2022). Atlantis Press: 1082-1085.

[60] Wu, Q., Bansal, G., Zhang, J., Wu, Y., Li, B., Zhu, E., Jiang, L., Zhang, X., Zhang, S., Liu, J., Awadallah, A. H., White, R. W., Burger, D., & Wang, C. (2023). AutoGen: Enabling next-gen LLM applications via multi-agent conversation framework[J]. arXiv preprint arXiv: 2308.08155.

[61] 吴砥, 李环, 陈旭(2023). 人工智能通用大模型教育应用影响探析 [J]. 开放教育研究, 29(2): 19-25, 45.

[62] 吴刚, 袁蕾(2023). 教育的逻辑及人工智能的教育诱惑 [J]. 北京大学教育评论, 21(1): 2-26+187.

[63] 吴焕庆, 荆宝坤(2018). 基于知识建构的数字化微格教学模式构建研究 [J]. 电化教育研究, 39(5): 93-98.

[64] 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, 42(9): 27-34.

[65] Xie, Q., Lu, W., Zhang, Q., Zhang, L., Zhu, T., & Wang, J. (2023). Chatbot integration for Metaverse: A university platform prototype[C]//2023 IEEE International Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS). IEEE, 1-6.

[66] 谢新水(2022). 虚拟数字人的进化历程及成长困境——以“双重宇宙”为场域的分析 [J]. 南京社会科学, (6): 77-87, 95.

[67] 奚骏, 吴永和(2022). 教育数字人理论与实践探研 [J]. 现代教育技术, 32(8): 100-110.

[68] 许芳杰(2023). 具身理论视角下教师现场学习力的核心要义及提升路径 [J]. 教师教育研究, 35(5): 29-34.

[69] 杨丹, 眭碧霞(2021). “5G+XR”支持的实训教学变革: 模式、挑战与建议 [J]. 职业技术教育, 42(17): 43-47.

[70] 杨健, 杨刚, 叶新东(2019). 虚拟微格教学平台建设的实践与探索 [J]. 实验室研究与探索, 38(10): 218-220+241.

[71] 杨小微, 王珏(2024). ChatGPT 应用于基础教育的机遇、挑战与应对——“刷题式”教育、学生学习、“超级教师”及教育公平 [J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 45(2): 125-136.

[72] Ye, D., & Pennisi, S. (2022). Using trace data to enhance students' self-regulation: A learning analytics perspective[J]. The Internet and Higher Education, 54: 100855.

[73] Ye, X., Liu, P. -F., Lee, X. -Z., Zhang, Y. -Q., & Chiu, C. -K. (2021). Classroom misbehaviour management: An SVVR-based training system for preservice teachers[J]. Interactive Learning Environments, 29(1): 112-129.

[74] 袁艺标, 王觉进, 林茂辉, 高兴亚(2020). 基于功能数字人内核的虚拟仿真教学项目建设 [J]. 生理学报, 72(6): 730-736.

[75] 喻国明, 曾嘉怡, 黄沁雅(2023). 提示工程师: 生成式 AI 浪潮下传播生态变局的关键加速器 [J]. 出版广角, (11): 26-31.

[76] 翟雪松, 吴庭辉, 李翠欣, 仇婷婷, 李艳(2023). 数字人教育应用的演进、趋势与挑战 [J]. 现代远程教育研究, 35(6): 41-50.

[77] Zhang, J., Pan, Q., Zhang, D., Meng, B., & Hwang, G. -J. (2024). Effects of virtual reality based microteaching training on pre-service teachers' teaching skills from a multi-dimensional perspective[J]. Journal of Educational Computing Research, 07356331231226179.

[78] 张慧, 杨鑫, 查强(2018). 智慧微格教室精准反馈模型的构建研究 [J]. 远程教育杂志, 36(6): 92-100.

[79] 张家华, 邓倩, 周跃良, 石俊杰(2021). 基于人机协同的师范教育实践改革与平台设计 [J]. 教育发展研究, 41(1): 35-40.

[80] 张俍, 任友群(2018). 教师教育的智能变革何以可能: 智能课堂及其意义 [J]. 现代远程教育研究, (4): 15-21, 33.

[81] 张茂元, 黄芷璇(2023). 元宇宙: 数字时代技术与社会的融合共生 [J]. 中国青年研究, (2): 23-30.

[82] 张琪, 杨敏, 石磬, 王蓉蓉, 龙陶陶(2022). 虚拟现实赋能未来

教师培养：逻辑、场景与重塑 [J]. 中国远程教育，（8）：9-17.

[83] 国务院（2019）. 中共中央、国务院印发《中国教育现代化2035》[EB/OL]. （2019-02-23）[2023-12-18]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/201902/t20190223_370857.html.

[84] 周永胜，陈刚，宋祝，尹华玲（2022）. 智慧语言实验室的概念、架构与建设研究 [J]. 现代教育技术，32（8）：119-126.

[85] 朱宁波，严运锦（2021）. 新手教师学习机制解析：从“边缘”走向“中心”[J]. 教育理论与实践，41（19）：33-38.

[86] 朱孝平，张梦美，李静亚，李萌，陈桂涛（2021）. 虚实融合实训教学环境的基本特征、典型结构与主要功能 [J]. 职教论坛，37（9）：51-57.

（编辑：魏志慧）

Research on the Effects of Smart Micro-Teaching in Pre-Service Teacher Training Based on the Metaverse and Generative Artificial Intelligence

WANG Gong[1], GU Xiaoqing[2] & HU Bihao[3]

（1. *Academic Affairs Office*, *Shanghai Normal University*, *Shanghai* 200234, *China*；
2. *Department of Information Technology in Education*, *East China Normal University*, *Shanghai* 200062, *China*； 3. *School of Computer Science and Technology*, *East China Normal University*, *Shanghai* 200062, *China*）

Abstract: *In the face of rapidly developing technologies such as the metaverse, Large Language Models (LLMs), and digital humans, along with increasingly complex and diverse educational scenarios, traditional teacher training is struggling to meet the challenges for now and future education. This study proposes a metaverse smart digital micro-teaching training model that integrates metaverse technology with micro-teaching pedagogy for training. By creating diverse virtual teaching scenarios, developing digital students with customized features, generating simulated real-student Q&As, analyzing process-oriented training growth data, and constructing virtual assistants to aid in teaching skills development, this study offer pre-service teachers a richly interactive, highly realistic, generative, and low-risk teaching and learning environment. This supports pre-service teachers in metaverse training scenarios to repeatedly engage in teaching trials and interact with digital students for feedback, facilitating the effective transfer of acquired teaching experiences to real-world teaching. This study informs both educational researchers and practitioners how to better adapt to and address the new challenges of education for now and future.*

Key words: *pre-service teacher training*; *smart digital micro-teaching training*; *metaverse technology*; *digital human students*; *intensive experiential teacher learning*