

河南省高等教育教学成果奖

附件材料

成果名称 教师信息化教学素养“金课”集群体系构建与创新应用

第一完成单位 河南师范大学

主要完成人 朱珂、刘清堂、梁云真、王春丽、冯小燕、
叶海智、衡书鹏、赵慧臣、邢海风、张新华、
赵明富、赵呈领

推荐序号 □□□□□□

附件目录：

- 一、《教学成果总结报告》（附查新查重证明）。
- 二、国家级和省级教学项目、奖励。
- 三、国家级和省级科研项目、奖励。
- 四、教育教学类论文、论著。
- 五、其他奖励及荣誉。
- 六、省级及以上新闻媒体报道。
- 七、教学成果校外推广应用及效果证明材料。

一、《教学成果总结报告》

《教师信息化教学素养“金课”集群体系构建与创新应用》

(一) 研究背景与解决问题

1. 研究背景

在 2018 年初，教育部在《中共中央国务院关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》文件中指出当下新时代教师队伍建设的要求。信息化时代的教师应该积极主动适应、掌握学习人工智能等新兴技术，并将新技术工具与教学进行有机融合，提高教学质量与效率。教育部于 2018 年上半年颁发了《教育信息化 2.0 行动计划》文件，对教师的信息技术运用能力提出明确的要求，教师自身的信息化教学素养应得到有效地提升。

教师的信息化教学素养成为教师职业的基本生存技能之一。信息化教学素养对教师来说是至关重要的，这要求教师需要信息意识、信息能力、信息伦理与文化等多维度的支撑。信息化教学素养较高的教师不仅需要掌握扎实的信息技术知识，还需要具备将信息技能与学习科目进行有效融合的能力，信息化教学素养需要多维能力和多层次综合素质的有力支撑，仅依靠一两门体系单一的课程无法完成。因此，信息技术教育多维能力和多层次综合素质方面的高要求则需要优质的信息化教学素养“金课”集群的有力支撑。

《教育部关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知》文件进一步指出要对高校课程中的教学内容进行严格把控，去其糟粕，取其精华。合理提高课程教学的深度难度，建设“金课”，提高教学质量。对于“金课”的建设，要注重课程内容的深度与高度，同时要注重创新性。因此，从信息化教学素养“金课”集群的知识逻辑体系、学习者的能力等级体系、教学的目标层次体系等进行整体规划与设计，明确课程集中各课程的形态，建设

共融贯通的教学资源，设计优势互补的教学模式，打造优质、高效、共融、互通、动态优化的教师信息化教学素养“金课”集群，是提高新教师信息化教学素养的有效途径。

2.本项目解决的主要教学问题

根据前期研究铺垫和实践现状发展需求，如何建设优质的信息化教学素养“金课”集群以提升教师的信息化教学素养，是本研究着力解决的主要问题。

(1) 如何以课程集群功能与学生能力培养目标相适应为切入点，对课程体系、课程内容与课程资源进行设置、优化与重构，从而形成旨在增强学生实践能力、适应能力和创新意识的较为完整的课程群建设内容与体系；

(2) 如何在五维“金课”形态的基础上，建立起形态、内容、目标相适应的多维教学模式，激起学生的兴趣与动机，提高教学质量至关重要。

(二) 成果内容

教师的信息化教学素养成为教师职业的基本生存技能之一。信息化教学素养的提升则需要优质的信息化教学素养“金课”集群的有力支撑。项目组在多年教学改革探索、研究的基础上，以教师信息化教学素养的全面提升为目标，以“金课”建设标准为指导，系统开展一系列的课程设计开发和教学改革，主要取得了以下成果。

1.设计开发“金课”集群课程结构模型

本部分主要解决知识与能力的架构问题，实现能力分级分类，精准定位高阶能力，即知识点的聚类及能力的映射，优化教学内容，突出教师信息化教学应用与实践能力的培养。图1显示了教师的信息化教学素养分为六类知识聚类(K1-K6)，分别是政策和远景、课程和评估、教学法、信息和传播技术、组织和管理、教师职业发展。对于每类知识，又细分了三类子知识。例如课程和评估就包括了基础知识、知识的应用以及21世纪技能，也就是说教师的课程目

标应该包括基本学科知识的掌握,让学生在一定程度上学会应用知识。整体上,

图 1 包括了教师信息化教学素养六大类 18 子类的知识聚类。



图 1 教师信息化教学素养知识图谱

以上述六类知识为基础,本项目试图建立知识点聚类以及能力之间的映射,如表 1 所示。以五个课程群,(研究发展课程群、能力拓展课程群、教学技能课程群、应用能力课程群、通识能力课程群)与教育体制的六个组成部分相结合(政策、课程和评估、教学法、信息和传播技术、组织和管理、教师职业发展),交叉组合成了一个矩阵,从而得到《教师信息化能力目标》。该矩阵有三个部分,一是教育体制的六个组成部分。二是为提升教师信息化素养所构建的五个课程群。三是针对教育体制的不同组成部分,不同课程群对应要培养的能力目标。

表 1 教师信息化教学能力目标体系

课程群 能力目标	通识能力课程群	应用能力课程群	教学技能课程群	能力拓展课程群	研究发展课程群
K1 政策和远景	K11 技术扫盲	K41 基本工具	K12 知识深化	K13 知识创造	K13 知识创造
K2 课程和评估	K21 基础知识	K22 知识应用	K22 知识应用	K23 21 世纪技能	K23 21 世纪技能
K3 教学法	K31 综合技术	K32 复杂问题 解决	K32 复杂问题 解决	K51 标准课堂	K33 自我管理
K4 信息和传播技术	K41 基本工具	K42 复杂工具	K42 复杂工具	K43 流行技术	K43 流行技术

K5 组织和管 理	K51 学习组 织	K52 合作小 组	K52 合作小 组	K51 标准课堂	K33 自我管 理
K6 教师职业 发展	K33 自我管 理	K11 技术扫 盲	K61 数字扫 盲	K62 管理沟通	K63 榜样示 范

2.构建层次化、构件化课程体系

层次化、系统化的课程体系结构是课程顶层设计的核心内容。课程体系的构建既要体现“以人为本、多元文化和自主选择”的课程核心价值观，体现课程体系基础性、实践性、选择性、整合性和时代性的构建原则。树立信息化教学素养“金课”大课程观，通过建设信息化教学素养“金课”集群，形成基础知识、应用能力、素质拓展等分层级、分模块的课程集群。目前“金课”集群建设的概念和内容以及方法体系的构建设没有统一标准，在一定的程度上影响课程集群的建设质量。项目以立德树人为根本任务，培养满足教学标准的具有高阶能力、高阶思维的创新人才。“金课”课程体系以能力等级为依据，探索知识逻辑体系与能力逻辑体系相统一的统整式课程集群，从研究发展、能力拓展、教学技能、应用能力、通识能力这五级层次进行构建，并设置课程单元，对课程结构进行优化重组、内容整合更新、教学方法革新，以提升教师信息化素养的目标以及人才培养规格以构件化的教学形式具体化，构建层次化、系统化的课程体系，课程体系如下图所示。

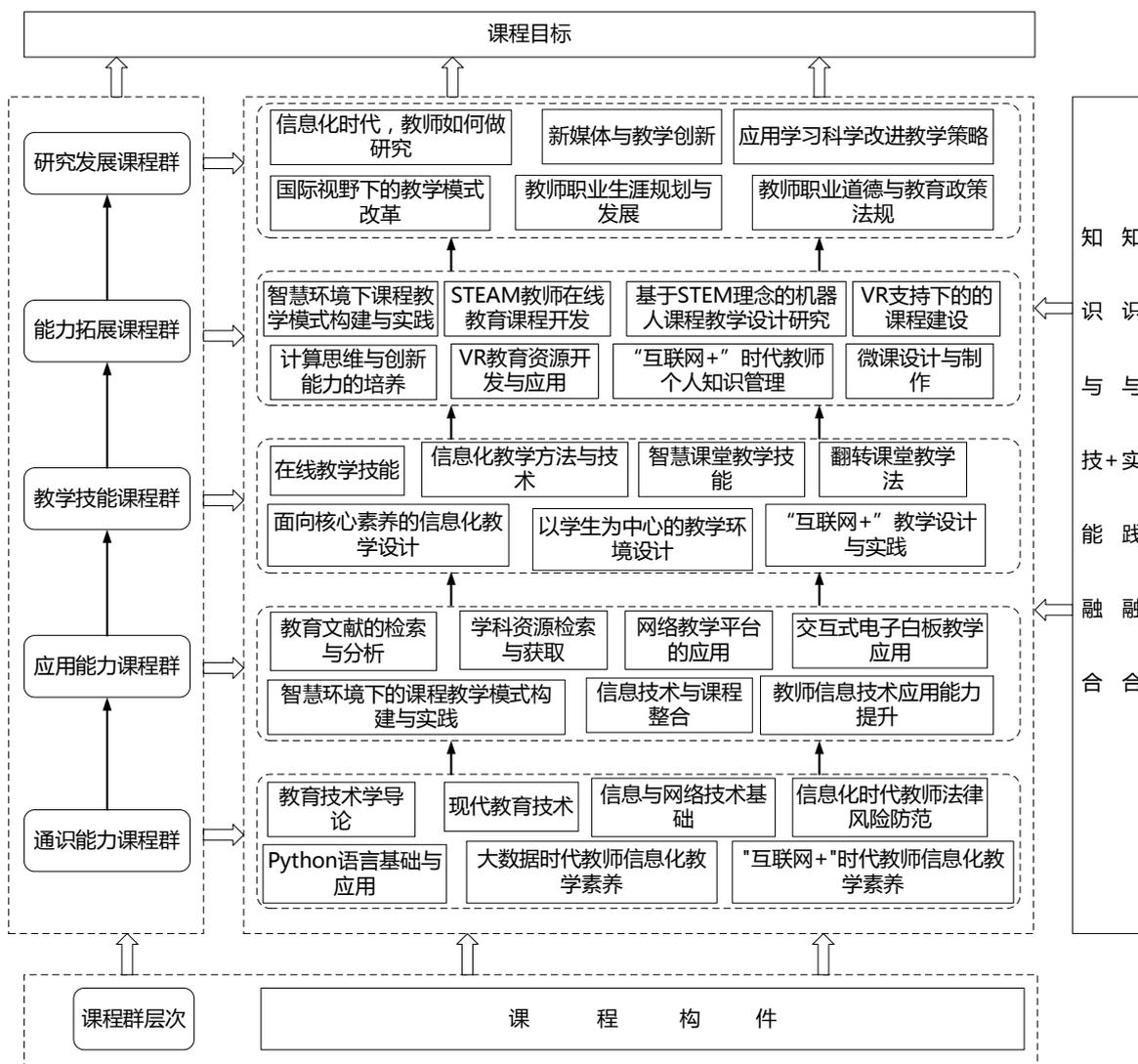


图 2 教师信息化教学素养课程体系

3. “金课” 集群课程设计与开发

拟结合知识、能力与课程群的映射关系，从“金课”的五大维度，优选最适合的“金课”集群教学模式进行开发与创新应用。“金课”集群课程秉持“知识、能力、素质有机融合”的课程建设理念，不断丰富课程内容、扩展教学资源、探索教学实践、开展教研教改。在教师信息化教学素养“金课”课程群的建设探索中，注重教育教学主体信念的整合，充分考虑教师和学生主体作用和需求，激发“金课”建设内生动力，形成信息化教学素养“金课”课程群建设强有力的推动力量。“金课”集群课程的设计开发以构建融合性课程体系为基础，重构课程体系理念定位，重新认识课程价值取向，重新定位课程目标，重新整合课程结构，搭建以提升教师信息化教学素养为主要目的的课程结构体系，力

求让每门课程充分展现"金课"的“六度”特性，进而建设"金课”集群。本项目紧密结合教师信息化教学的知识能力特点，充分利用“金课”集群，精心设计和选择探究学习、协作学习、个性化教学等模式与方法，突出教学内容为“王”、优质视频为“核”、创新生动为“引”，加强教学目标、教学内容、教学结构、教学资源、学习支持服务与评价等方面的整体设计。在“金课”集群课程的设计开发过程中，以科学性与实效性作为主线贯穿始终，把教师信息化教学素养的提升作为课程体系开发建设的核心，按照模块化、系统化的思路，一体化设计专业知识课程、实践课程和教学过程。通过智能认知引导、智能资源推荐、智能路径规划等方式，培育新时代的杰出教师，提升人才培养品质。

4. “金课”集群创新应用策略

“金课”集群教学模式充分能体现在其五大维度的教学应用方面。认知引导、资源推荐、路径规划，综合运用人物设定、情境代入、任务驱动、模拟教学等方法。根据课程类型的不同采取不同类型的场景教学方法，如理论课程以项目教学和案例教学为主，实践课程以虚拟仿真为主，以实际问题为导向，并遵循突出技术应用特色的原则，注重技术的应用能力、转换能力和创新能力的培养，着力着重培养教师综合运用专业知识和技术技解决复杂问题的能力以达到提升教师信息化教学素养目标。“金课”集群课程体系中分别创设了生活、学习和工作场景的卡通男女主角，以情景代入的方式引导学习者进入特定的检索情景，把知识点变身为一个个接地气的具体任务，让学习者跟随男女主角“身临其境”地进行模拟操作，通过实际操作总结归纳理论知识，轻松学会各类信息检索，将能力培养和实践导向落实到具体的课堂中。

5. “金课”集群成果应用与示范

通过“金课”课程群建设，加强课程之间的关联，形成立体化的教师信息化教学素养培养生态化培养体系，发挥协同效应培养教师信息化教学素养。项目从顶层设计、课程集群设计、制度支撑等系统化、统领式、完整性等角度对“金课”集群成果进行应用。通过建立学校试点，设计相匹配的教学环境，制定相适应的教学策略，进一步明确教师信息化教学素养“金课”课程集群的设

置制度，实施路径，师生主体地位等方面的规范和要求，激励师生的主动性和创造性，进而形成高效、优质培养教师信息化教学素养的创新教育教学模式。构建以校为本、基于课堂、应用驱动、注重创新、精准测评的教师信息素养发展新机制，全面促进信息技术与教育教学融合创新发展。从智能认知引导、资源智能推荐、知识路径规划等方面进行“金课”集群的创新应用。以价值引领为核心、以创新教学形式为突破口，围绕课程内容、知识图谱、能力目标、学习测评、多样化的技术工具、差异化无障碍设计、技术性教学环境、参与式教学策略等教学要素开展实证研究。改进完善发展路径及优化策略，并进行系统示范应用，总结教师信息化教学素养助推教师专业发展运行模式的实证经验。

（三）研究成果

1.最终研究成果

- （1）构建了教师信息化教学素养知识图谱和教学能力目标体系；
- （2）设计与开发了教师信息化教学素养课程体系；
- （3）项目主持人在 CSSCI、核心期刊等权威期刊发表教学研究论文 10 篇；
- （4）项目主持人主编著作 1 部；
- （5）项目主持人获得省、厅级成果奖励 8 项；
- （6）项目主持人主讲的课程被认定为河南省省级一流本科课程 2 门；
- （7）项目主持人指导学生在专业技能比赛中获得省级以上奖励 4 项；

2.成果特色与创新

课程作为教育信息化的根基，建设“金课”是强化本科教育的关键环节。以信息化教学素养建设的“金课”集群提升教师的信息化教学素养，关乎教育教学质量的提升和教育改革发展的进程。该成果以“金课”集群建设为主要内容，在课程体系的结构创新、课程内容内在逻辑关系整合创新、课程形态与教学内容的适配创新三方面实现成果的创新之处。

- （1）“金课”集群课程体系的结构创新。

以学习者为中心，探索设计“层次化、构件化”课程体系，改变了长期以来碎片化、低阶知识传授为主的课程体系，让学习者在逻辑清晰、难度适

宜、目标明确的场景下获取方法和技能。

(2) “金课” 集群课程内在知识逻辑关系整合的创新。

为在课程内容上体现互补性、相关性以及渗透性，本项目以“金课”建设目标为指导，充分分析学习者特征及认知起点等方面，将教师信息化教学素养若干门课程在知识、方法和目标等方面有逻辑联系的课程加以整合，有效地提高课程教学品质及学生专业程度。

(3) “金课” 集群课程形态与教学内容的适配创新。

充分发挥在线课程、线下课程、混合课程、虚拟仿真课程和社会实践课程的各自优势，将五类“金课”建设形态与课程集群中各课程的教学内容、教学目标科学适配，实现内容与形式的和谐统一。

(四) 成果应用与推广

本课题经过两年的研究和实践，相关研究成果已在河南师范大学第四、五、六期专任教师信息化教学培训中应用，从参加的 220 名教师的培训实施情况来看，培训教师的信息化教学能力、教学实践能力得到了提升，成效显著。目前，该成果已在西华师范大学、河南科技学院等校本教师培训、国培教师培训、骨干教师培训等进行应用推广。应用单位一致认为教师信息化教学素养“金课”课程体系、教学模式与方法效果显著，教师的信息化教学能力、实践能力得到大幅提升。

项目组成员在《中国电化教育》《现代教育技术》《远程教育杂志》等 CSSCI、核心期刊发表研究论文 20 余篇，获得省厅级教学奖励 10 余项，主编著作 1 部，主讲的课程被认定为河南省省级一流本科课程 2 门，对提高教师的信息化教学素养具有重要的意义。课题组将继续开展研究成果的推广和应用，在信息化教学素养提升的指导下，继续加以修改和完善，争取为我省教师的信息化教学素养提升和培养创新型专业人才贡献更多的力量。

查重报告


中国知网
www.cnki.net
中国知识基础设施工程

文本复制检测报告单(简洁)

№:ADBD2021R_2019040308060120211009151728217936705712 检测时间: 2021-10-09 15:17:28

检测单位: [REDACTED]

检测文献: [REDACTED]-教师信息化教学素养“金课”集群体系构建与创新应用

作者: [REDACTED]

检测范围: 中国学术期刊网络出版总库
中国博士学位论文全文数据库/中国优秀硕士学位论文全文数据库
中国重要会议论文全文数据库
中国重要报纸全文数据库
中国专利全文数据库
图书资源
优先出版文献库
互联网资源(包含贴吧等论坛资源)
英文数据库(涵盖期刊、博硕、会议的英文数据以及德国Springer、英国Taylor&Francis 期刊数据库等)
港澳台学术文献库
互联网文档资源
源代码库
CNKI大成编客-原创作品库

时间范围: 1900-01-01至2021-10-09

检测结果

去除本人文献复制比: 1% 跨语言检测结果: 0%

去除引用文献复制比: **1%** 总文字复制比: **1%**

单篇最大文字复制比: **1%** (信息素养通识教育的理论创新及其实践探索)

重复字数:	[40]	总段落数:	[1]
总字数:	[3813]	疑似段落数:	[1]
单篇最大重复字数:	[40]	前部重合字数:	[0]
疑似段落最大重合字数:	[40]	后部重合字数:	[40]
疑似段落最小重合字数:	[40]		

指 标: 疑似剽窃观点 疑似剽窃文字表述 疑似自我剽窃 过度引用 疑似整体剽窃

表格: 0 公式: 没有公式 疑似文字的图片: 0 脚注与尾注: 0

1. [REDACTED]-教师信息化教学素养“金课”集群体系构建与创新应用 总字数: 3813

相似文献列表

	去除本人文献复制比: 1%(40)	文字复制比: 1%(40)	疑似剽窃观点 (0)
1 信息素养通识教育的理论创新及其实践探索			1.0% (40)
潘燕桃;李龙渊; - 《图书馆杂志》- 2017-12-15			是否引证: 否

说明: 1.仅可用于检测期刊编辑部来稿,不得用于其他用途。
2.总文字复制比:被检测文章总重合字数在总字数中所占的比例。
3.去除引用文献复制比:去除系统识别为引用的文献后,计算出来的重合字数在总字数中所占的比例。
4.去除本人文献复制比:去除作者本人文献后,计算出来的重合字数在总字数中所占的比例。
5.指标是由系统根据《学术期刊论文不端行为的界定标准》自动生成的。
6.本报告单仅对您所选择比对资源范围内检测结果负责。
7.Email: amlc@cnki.net  <http://e.weibo.com/u/3194559873>  http://t.qq.com/CNKI_kycx

  <http://check.cnki.net/>

二、与成果相关的国家级和省级教学项目、奖励

1. 全息课堂：基于数字孪生的可视化三维学习空间新探



2. 基于深度学习的智慧教学模式构建及应用研究



3. 全息课堂：基于数字孪生的可视化三维学习空间新探



4. 国际视野中 STEM 教育的理论与实践



5. 国际视野下 STEM 教育的理论与实践



三、与项目相关的国家级和省级科研项目、奖励

1. 国家社科一般项目：人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究

全国教育科学规划领导小组办公室

教科规办函[2019]05号

国家社会科学基金“十三五”规划2019年度 教育学一般课题立项通知书

朱珂同志：

经全国教育科学规划领导小组学科规划组评审，全国教育科学规划领导小组审批，您申报的课题《人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究》已被列为国家社会科学基金“十三五”规划2019年度教育学一般课题，课题批准号BGA190050。

根据《全国教育科学规划课题管理办法》有关规定，接受立项后的《全国教育科学规划课题申请·评审书》即为有约束力的协议，您及所在单位须承担相应责任并执行以下规定：

1. 接此通知后，请于2019年11月30日之前完成开题，并按照研究周期将开题报告、中期报告、研究成果等及时报送我办（格式文本可通过我办网站<http://onsgep.moe.edu.cn>下载）。

2. 课题实行分级管理，重要活动、重要变更和重要成果均须及时报送我办和所在单位科研管理部门。

3. 课题组必须坚持科研的公益性，不得利用课题名义从事任何经营性活动。

4. 课题总经费20万元，分期拨付。根据《国家社会科学基金项目经费管理办法》，项目负责人接到立项通知书后，按批准的资助金额编制项目预算，并根据要求填写回执（在我办网站下载），于一个月内存列有预算的回执寄送我办，同时发送电子稿到我办邮箱。凡无特殊原因逾期不寄回执者，视为自动放弃资助，不再办理拨款手续。

5. 课题研究成果发表须独家注明“国家社会科学基金教育学一般课题+课题名称+课题批准号”；著作成果实行先鉴定后出版，结题时须同时提交书稿和出版合同；出版后的著作需提交2套给我办存档。研究成果具体要求参见《全国教育科学规划课题成果鉴定结题细则》。

若对以上规定持有异议可以不接受，并请来函说明，立项协议自行废止。

全国教育科学规划领导小组办公室
二〇一九年七月八日

2. 教育部中国高校产学研创新基金

教育部科技发展中心

2021年中国高校产学研创新基金—康赛信息项目 立项课题批复通知

教技发中心函[2021]25号

中国高校产学研创新基金立项高校科技/科研处：

经资格预审和专家审核，你校朱珂申报的“中国高校产学研创新基金—康赛信息项目”列入资助计划予以立项。

接此通知后，请督促课题负责人按照《中国高校产学研创新基金—康赛信息项目资助课题计划书》确定的课题研究内容和进度安排，及时开展研究工作，严格遵守资助课题管理、财务等各项规定。如未能按照规定开展相应工作，我中心将依据相关规定随时中止课题的执行。

附件：立项课题批复表



附：立项课题批复表

课题名称	数据应用分析技术在智慧校园数据门户建设中的应用研究		
课题编号	2021KSA05006	依托学校	河南师范大学
课题负责人	朱珂	执行时间	2021年12月15日至2022年12月14日
资助经费	20万元（包括10万元的课题经费和10万元的科研软硬件平台）		

3. 大规模在线学习情境下优化协同学习的机制与策略研究



4. 河南省教育信息化资源整合问题研究

结项证书

课题类别：河南省教育科学规划 重大招标课题

课题名称：河南省教育信息化资源整合问题研究

主持人单位：河南师范大学

课题批准号：2017-JKGHZDZB-07

课题主持人：朱珂

结项证书号：2021ZBJ0006

课题组成员：刘清堂 梁存良 黄宏涛 孔维梁 邓敏杰 李海龙 杨冰

此项课题已完成，经审核准予结题，鉴定等级(良好)，特发此证。

河南省教育科学规划领导小组办公室

2021年9月1日

ZB06

5. 个人学习空间支持教师专业成长的生态模型及进化机制研究



四、教育教学类论文、论著

(一) 论文

1. 朱珂, 徐紫娟, 陈婉旖. 国际视阈下计算思维评价研究的理论和实践, 电化教育研究, 2020, (12) (CSSCI 源期刊, 核心)

ISSN1003-1553
CN62-1022/G4

电化教育研究[®]

e-EDUCATION RESEARCH

中文核心期刊(教育类) CSSCI 来源期刊 RCCSE 中国权威学术期刊 AMI 核心期刊

Donview
东方中原

Sonnoc
索诺克

为教育而生

为孩子的视力保驾护航
东方中原智慧白板

激光高清超短焦投影机
SNP-AH340UT & SNP-AH360UT

北京东方中原教育科技有限公司 服务热线: 400-898-5393 www.donview.cn

Dianhua Jiaoyu Yanjiu

第41卷/vol.41
2020.12

理 论 探 讨

- 5 人工智能时代的教师发展:特质定位与行动哲学
李 栋
- 12 促进理解的图示:结构模型和设计原则
金玉宏 肖龙海
- 20 国际视阈下计算思维评价研究的理论和实践
朱 珂 徐紫娟 陈婉婧
- 28 大数据时代中学生数据素养:内涵、价值与构成维度
贾 璞 宋乃庆

网 络 教 育

- 35 “互联网+”条件下“五位一体”协同教研模式研究
郭绍青 沈俊汝 张进良 贺相春
- 43 网络研修中教师研修需求的差异性研究
——基于研修计划的认知网络分析
吴林静 张少帅 刘清堂 李 晶 杨炜钦 贺黎鸣

学 习 环 境 与 资 源

- 50 虚拟教具对实体教具的替代和超越:基于具身认知的视角
王辞晓
- 59 智慧学习资源进化框架、模型研究
——基于多目标优化视角
赵玲朗 范佳荣 唐烨伟 庞敬文 钟绍春

课 程 与 教 学

- 65 “双师教学”共同体模式构建:要素与结构关系分析研究
乜 勇 高红英 王 鑫

国际视阈下计算思维评价研究的理论和实践

朱珂, 徐紫娟, 陈婉琦

(河南师范大学 教育学部, 河南 新乡 453007)

[摘要] 计算思维评价是计算思维教育领域中一项非常重要且十分复杂的活动。鉴于计算思维评价研究的重要性、抽象性和多因素性,其在国际上受到了高度关注。计算思维已纳入我国高中信息技术新课程标准之中,成为学科四大核心素养之一,如何科学评价计算思维素养水平已成为国内发展计算思维的迫切需要。研究通过梳理国际上计算思维评价理论研究的发展脉络、目标内容及内在逻辑,分析典型计算思维评价工具功能类型及适用范围,结合应用案例明晰不同教育情境中计算思维评价的实施情况,阐明和探讨计算思维评价各要素的概念、内涵及素养水平评价的分级与实施,并结合国内计算思维的发展现状提出建议:重视国内计算思维教育的发展、构建计算思维评价的理论框架、自主研发计算思维评价工具、开发计算思维评价的实践案例。

[关键词] 计算思维; 计算思维评价; 计算思维教育; 三维框架; 评价工具

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 朱珂(1982—),男,河南南阳人。副教授,博士,主要从事学习分析、STEM教育和计算思维研究。E-mail: ezhuke@qq.com。

一、引言

自2006年周以真提出计算思维^[1]后,计算思维教育逐渐受到了国际教育领域的广泛支持和关注。美洲、欧洲和亚洲的许多国家为了在K-12阶段开展计算思维教育,先后发布了有关计算思维的政策文件。2011年,美国将计算思维纳入《CSTA K-12标准(2011修订版)》;2013年,英国将计算思维纳入“新课程计划”;2015年,澳大利亚将计算思维作为“新课程方案”的重要内容^[2];2017年,我国制定的《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》将计算思维作为学科核心素养^[3]。

评价作为计算思维教育中的重要环节,能够让学生的计算思维的学习成果得到及时监控和评估,从而促进计算思维教学的有效发生。计算思维评价如果得不到充分重视,那么计算思维在K-12教育中进行扩展的机会就很渺茫。范文翔等人通过文献综述发现,对于计算思维的应用研究层面,国内主要聚焦于计算思维的培养策略,国外则主要聚焦于计算思维教育的

工具以及计算思维的评价^[4]。尽管目前各国已相继推出有关计算思维的政策文件,但仅从评价这一角度而言,由于其自身的复杂性,将计算思维真正融入学校教育仍面临着诸多问题和挑战:(1)计算思维评价的理论基础是什么,评价内容和评价体系是什么;(2)计算思维评价的典型工具有哪些,其功能和应用如何体现,是否可以综合起来对计算思维进行评价;(3)计算思维评价过程是如何具体实施的^[5]。

为此,文章通过梳理国际上计算思维评价的理论研究及发展脉络,分析典型计算思维评价工具的功能类型及适用范围,结合应用案例进行分析,意在进一步阐明和探讨计算思维评价各要素的概念、内涵及不同维度的设计与实施,以为计算思维能力水平评价的理论框架构建、评价量表设计、评测工具开发等提供参照。

二、计算思维评价的理论基础及发展演变

(一)理论基础

迄今为止,国内外学者对计算思维的定义尚未统

基金项目:2019年度全国教育科学规划国家一般课题“人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究”(课题编号:BGA190050)

一,但其观点大致可分为三种。第一种观点认为,计算思维是解决问题的过程,可以简称为“过程思维”。该观点以周以真的表述为核心,她认为计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类的行为^[4]。第二种观点认为,计算思维是一种重要的表达形式,强调了在现代数字媒体背景下,信息主要通过视觉媒体表达,因此,该观点将计算思维称之为“可视化思维”^[6]。第三种观点是 Brennan 和 Resnick 提出的计算思维三维框架,该框架将计算思维描述为一种由概念、实践和观念组成的三维能力^[7]。

如果对计算思维的定义或对一个全面的计算思维框架没有达成共识,那么顺利地开展计算思维评价的可能性就会比较低。这是因为计算思维评价必须与计算思维定义或理论框架相一致。例如:Chen 等采用计算机科学教师协会(CSTA)标准,开发了23项测量内容,通过五个方面来评价五年级学生的计算思维^[8]; Marcos Román-González 等基于计算思维的运算定义,构建了28项CTI(计算思维测试)^[9]。每种计算思维定义都有其优势或不足,即使有了全球统一的定义,因知识结构和关注焦点不同,大家对它的理解也未必相同。但鉴于第三种定义不仅强调计算思维的过程,而且在教育实践中具有较强的可操作性,所以,国际上诸多研究将 Brennan 和 Resnick 提出的计算思维三维框架作为计算思维评价的理论基础。该框架具体包括三个维度:计算概念、计算实践和计算观念,如图1所示。

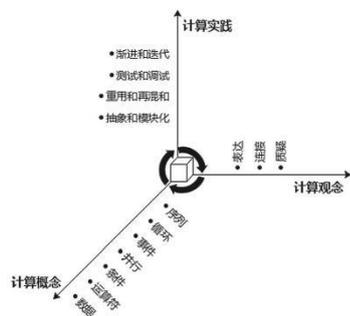


图1 计算思维三维框架

计算概念是指学习者在编程过程中所涉及的概念。当学习者使用Scratch设计交互式媒体时,他们会采用编程语言中常见的一组计算概念来映射到Scratch编程块,包括序列、循环、事件、并行、条件、运算符、数据这七个概念元素。计算实践是指学习者在

涉及计算概念时开发的实践,即采用哪些策略和方法来开发交互式媒体,包括渐进和迭代、测试和调试、重用和再混合、抽象和模块化四种形式。计算观念表示的是学习者围绕他们自身和周围环境所形成的观念,这与学习者和他人的关系以及周围世界的不断发展有着密切的关系,包括了表达、连接和质疑三种方式。关于计算思维三维框架的组成要素及描述见表1。

表1 计算思维三维框架组成要素及描述

维度	组成	描述
计算概念	序列	一个特定的活动或任务被表示为一系列可由计算机执行的单步步骤或指令
	循环	表示一系列重复指令
	事件	一件事导致另一件事发生(触发机制)
	并行	指令序列同时发生
	条件	根据特定条件作出决策
	运算符	提供数学、逻辑以及字符串表达式
	数据	存储、检索和更新变量
计算实践	渐进和迭代	方案的不断修改、完善、发展
	测试和调试	项目实施过程中问题的测试和调试
	重用和再混合	建立在他人工作基础之上的创新与实践
	抽象和模块化	复杂问题的分解
计算观念	表达	把计算看作是一种不同于其他事物的媒介,用于表达自我
	连接	通过接触新的人、项目和观念,与他人合作等
	质疑	用技术提出问题的能力

(二)发展演变

Catherine 等通过文献综述发现,在已有的计算思维评价研究中,Brennan 和 Resnick 的计算思维三维框架是被引用最多的,该框架不仅得到了许多国内外研究人员的认可,还有了演变和发展^[10]。2016年,Zhong 等对 Brennan 和 Resnick 的三维框架进行了探索,设计了三维综合评价(TDIA)框架,扩展并阐明每个维度的能力,并特别强调了计算观念维度^[11]。2017年,Shute、Sun 和 Asbell-Clarke 对文献进行了元回顾,他们认为 Brennan 和 Resnick 提出的框架有着一定的局限性,只是关注了一个特定主题领域,所以,他们构建了一个分层的三维框架^[12]。该框架支持并可以通过各种 K-12 学科领域来证明,包括数学、科学、英语和艺术等。2018年,借鉴英国计算学校的实践结论,Grover 和 Pea 提出了一个基于能力的计算思维框架,该框架包括六个计算概念和五种计算实践^[13]。在此框架中,Brennan 和 Resnick 的计算观念主要包含在计算实践

中,而 Brennan 和 Resnick 的某些计算实践(如抽象)在 Grover 和 Pea 框架中则作为计算概念出现。2019年, Catherine 等对先前学者们提出的诸多框架进行了分类与整合,针对各种框架的优缺点,提出了一个混合计算思维三维框架,该框架涵盖了更广泛的内容与应用领域^[6]。

三、计算思维评价工具

(一)计算思维评价工具的类型

考虑到计算思维评价的重要性和可操作性,近年来,从计算思维评价角度出发,国外已经开发了多种评价工具。这些评价工具大致可分为诊断工具、总结性工具、形成性迭代工具、数据挖掘工具、技能转移工具、感知态度量表与词汇评价七大类。

诊断工具。该类工具的目的在于测量受试者的计算思维能力水平变化,可用于教育干预前后进行前测和后测。常见的计算思维诊断工具有 CTt^[8]、基本编程能力测试^[14]和交换评价测试^[15]。

总结性工具。该类工具主要用于测试后,它们的目标是评价学习者在接受一些计算思维技能方面的指导或培训后能否获得足够的学科知识,或者是否能够正确地将学习内容应用于实践。例如 Quizly^[16]和 The Fairy Assessment^[17]。

形成性迭代工具。该类工具主要在学习过程中使用,目的在于为学习者提供自动反馈,以便发展和提高学习者的计算思维技能。从已有的文献中可以找到以下几种:Dr.Scratch^[18]、Ninja Code Village^[19]、Code Master^[20]、CTP-Graph^[21]、REACT^[22]。

数据挖掘工具。该类工具也是针对学习过程的,可以实时地检索和记录学习者的活动,并提供有价值的学习和分析。例如:Shuchi 和 Grover 团队在基于块的编程环境中所做的研究^[23],以及 Eguluz 团队使用 Kodetu(具有细粒度记录功能的在线平台)所做的研究^[24]。

技能转移工具。该类工具的目的是评价学习者在多大程度上能够将他们的计算思维技能转移到不同类型的问题、背景和情境中,特别适用于干预前后。例如:Bebras Tasks^[25],重点测量计算思维能力向现实问题的转移;CTP-Quiz^[26],评价计算思维能力如何转移到科学问题和模拟环境中。

感知态度量表。该类工具的目的在于评价受试者对计算思维的感知(如自我效能感)和态度。在这类工具中,有 CTS^[27](计算思维量表)、CTSS^[28](计算思维技能量表)和 CPSES^[29](计算机编程自我效能量表)。这些

量表工具可以在计算思维教育干预前后使用。

词汇评价。该类工具用于评价受试者口头表达的计算思维元素,这些口头表达可以视为是一种计算思维语言。正如 Lye 所言,“为了更好地研究包括计算实践和计算认识在内的深度学习,可以通过记录学习者在编程时口头表达的思维过程,捕捉和分析他们的编程过程”^[30]。

每种类型的工具都有其相对固定的特点,这使得它们都以特定的方式对计算思维进行评价。例如,诊断和总结性工具是基于学习者对预先确定的计算思维项目或问题的回答,而形成性迭代和数据挖掘工具分别依赖于学习者编程创作和学习者在开发计算思维时的活动分析。因此,只有将不同类型工具提供的信息加以协调和三角化,才能对个人的计算思维进行全面的评价。

(二)计算思维评价工具的综合应用

为了更好地利用计算思维评价工具辅助计算思维教育,从而实现对学生的综合评价, Marcos Román-González 等对 CTt、Bebras Tasks 和 Dr.Scratch 这三种评价工具能否综合应用进行了探索,为计算思维评价工具的综合应用提供了一种思路和方法^[31]。

表 2 各类评价工具在计算思维三维方面的适用程度

工具类型	计算概念	计算实践	计算观念
诊断工具	c	a	-
总结性工具	c	a	-
形成性迭代工具	b	c	a
数据挖掘工具	b	c	a
技能转移工具	b	a	b
感知态度量表	-	a	c
词汇评价	-	a	c

注:a 不足,b 适度,c 优异,-完全不,下同。

表 3 各类计算思维评价工具应用的时间顺序

工具类型	干预前 (预测试)	干预中 (进展)	干预后 (测试后)	干预后的某 个时间(保 留和转移)
诊断工具	c	-	b	a
总结性工具	a	-	c	b
形成性迭代工具	-	c	b	-
数据挖掘工具	-	c	b	-
技能转移工具	a	b	b	c
感知态度量表	c	-	c	a
词汇评价	a	-	c	b

研究结果表明,CTt、Bebras Tasks 和 Dr.Scratch 之间的相似度非常小^[31]。这在一定程度上说明了不同类

型的评价工具之间只有很少的关联性,在教育实践中应综合应用。同时, Marcos Román-González 等结合各类计算思维评价工具的特点以及 Brennan 和 Resnick 的三维框架,进一步总结出各类评价工具在计算思维各维度方面的适用程度和应用于计算思维教育不同阶段的时间顺序,分别见表2、表3。

此外, Marcos Román-González 等还总结了每种类型的评价工具在布鲁姆认知目标分类法中的水平,帮助研究者从认知层面更好地把握评价工具的应用,如图2所示。诊断工具提供关于学习者如何“识记”和“理解”一些计算概念的信息;技能转移工具可以帮助学习者在不同的情境中“运用”和“分析”他们的计算思维技能;形成性迭代工具允许学生“评价”自己和别人的项目,以及“创造”更好、更复杂的项目;总结性工具和词汇评价工具充当分类法中低级和中级之间的转换工具;数据挖掘工具则在中级和高级之间进行转换。尽管如此,仍可能存在一些计算思维问题,如可用性、原创性、界面设计等,这些问题不可能用工具来衡量,是要用人的敏感性来衡量。最后,感知态度量表不评价认知过程,而评价非认知过程,因此,这类工具针对的是布鲁姆认知目标分类法以外的计算观念。

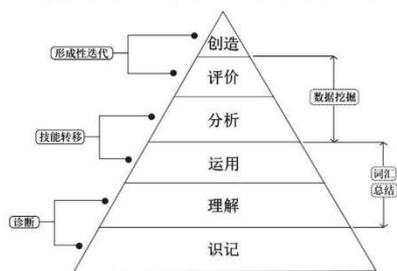


图2 计算思维评价工具在布鲁姆认知目标分类中的分布层级

四、计算思维评价活动的典型案例

(一)基于可视化编程环境下的计算概念评价

编程是美国 K-12 教育中计算机科学入门课程的关键要素。为了使计算机科学课程的学习能够满足 K-12 学习者应对未来学习和工作的需求,学习者需要学习编程中解决计算问题的基本概念。Grover 等发现,学习者在基于文本编程背景下对诸如变量、表达式和循环等计算概念的理解面临若干挑战^[23]。因此,他们探究了学习者在基于块的编程环境下对计算机科学课程中的关键计算概念(变量、表达式、循环,简称 VEL)的理解。案例采用以证据为中心的设计

(ECD)原则设计评价项目,从领域分析、领域建模到形成概念性评价框架,对通过 Scratch 平台完成了与本案项目无关的入门编程和计算机科学课程学习的 100 名中学生进行试点研究,从而获取学生对 VEL 理解的整个过程。此外,通过收集到的数据,研究者还讨论了如何对评价项目进行修订的问题。

案例在一定程度上给出了计算思维与 STEAM 学科融合的方向。在评价方面,采用以证据为中心的设计(ECD)原则,为计算概念评价以及计算思维其他维度的评价应用研究提供了一种新的思路和方法。

(二)基于任务场景下的计算实践评价

计算实践是评价中需要测量的一个很重要的方面,它反映了其他领域(如科学和工程)的转变情况,从测量实际知识转向应用知识和技能解决问题。Basu 等发现,过去很少有人了解计算实践的有效评价,尤其对于低年级来说,这些评价更为稀少^[23]。因此,他们探究如何为计算实践设计有效的评价工具,并使其可以在香港 4~6 年级的学生中大规模使用。案例采用以证据为中心的设计(ECD)流程来开发评价任务。在 Brennan 和 Resnick 描述的框架基础上,选择“重用和再混合”“算法思维”“抽象和模块化”“测试和调试”作为评价内容。对这四种计算实践进行阐述和定义,并在每个模块下定义参与计算实践的学习者应具备的重点知识、技能和能力(FKSA)。

案例中,研究者描述了一项有效、可靠的计算实践评价工具的设计流程,其中至关重要的是清楚地阐明了评价目标和内容。此外,案例针对香港 4~6 年级学生提供了一项评价研究的结果,并且该评价工具已在香港约 15000 名学生中使用,这对研究者开展大规模计算思维教学、开展多轮研究具有较大的参考价值^[24]。

(三)基于非正式环境下的计算观念评价

《构建计算思考者》是一项为期三年的研究,探讨教育工作者和设计师们如何最有效地支持计算思维能力的发展,以及如何将这些学习经验制定成项目以满足不同学习者的需求。作为《构建计算思考者》研究的一部分,该案例由 Mesiti 等在非正式学习环境(波士顿科学博物馆)中开展,研究集中在三种具体的展品设计方法上,展品介绍了皮克斯创新电影背后的计算机科学、数学和科学,以传达“皮克斯背后的科学”中的问题分解内容。整个研究分为两个阶段:第一阶段调查了如何支持新手学习者与展品互动,并理解解决问题的策略,以应对复杂的、创造性的计算机编程挑战;第二阶段调查这些展品对中学生分解问题内容

的能力、效能感和兴趣的影响^[9]。

计算观念更多关注的是学习者的非认知能力,相对于认知能力而言,在测评方面存在更大的难度,因此,以往对于计算观念评价的研究并不多。该案例与其他研究的不同之处在于,研究环境是在博物馆这类非正式环境中开展,采用观察、访谈等形式,研究学习者对特定展品的理解和学习情况。评价和发展学习者的计算观念能力,不仅可以激发学习者对计算思维的兴趣,而且有利于学习者创造性思维的形成。案例为研究者对学习者在非正式环境下计算观念方面的评价提供了新的探索方向。

(四) 游戏化教学情境下面向计算思维的综合评价

近几年来,包括英国在内的许多国家都将编程纳入了小学课程,这使人们对教孩子如何编码产生了兴趣。计算机游戏设计是一种有趣而有效的引入编程学习的方法。因此,英国伦敦大学学院 Yasemin Allsop 选择来自伦敦一所小学的 30 名 10—11 岁的学生,让他们使用 Scratch 和 Alice 2.4 平台参加了为期八个月的游戏制作项目,从而回答“游戏化教学情境下评价计算思维能力的最佳方法是什么”这一研究问题。整个研究过程分三步:第一步,定义模型。评价模型从计算概念、元认知实践和学习行为三个方面进行构建。因为评价是在游戏制作环境中实施,所以计算机游戏设计也被纳入评价模型中。第二步,选择方法。评价方法基于民族志研究方法,具体包括对参加者的观察和非正式对话、半结构化访谈、提供日记和问题解决表以及检查学生在平台上所完成的游戏。第三步,过程实施。第一阶段,30 名学生在 9 月至次年 1 月期间使用 Scratch 平台进行了四个月的学习,每周一次,每次 1 小时,作为他们每周计算课程的一部分,总共进行了 14 小时的学习。第二阶段,30 名学生在 1 月至 4 月期间使用 Alice 平台进行游戏,课程安排与第一阶段一致。第三阶段,课程结束后,分析学生的问题解决表、完成的游戏、访谈数据和现场笔记等^[9]。

该案例探索了游戏化教学情境下计算思维的构成要素,并使用多种方法收集学生完成游戏项目过程中的数据,进而深入理解游戏化教学情境下计算思维的构成要素和评价这些要素的方法。研究结果证明了评价计算思维各方面内容应该采用多元化的评价方法,并提出在该环境下的最佳评价方法组合。评价方法的选择与评价工具的选择在一定程度上是不谋而合的,都要将研究对象、研究目的、研究内容和环境等多方面因素考虑在内。因此,该案例在评价方法和评

价工具方面为计算思维能力的综合评价提供了重要参考。

五、启示与建议

(一) 重视国内计算思维教育的发展

世界上大部分发达国家已经在政策和资金的支持下,开展了计算思维教育的各类研究计划和项目。然而,目前国内的计算思维研究还不够成熟,尤其对计算思维教育还不够重视。因此,我国应从多角度出发加强对国内计算思维的人才培养。首先,从国际层面做好沟通协作,政府应加强与重要的国际投资者,包括外国政府、工业界、学术界和其他机构联盟的互动,以便在计算思维研发方面进行国际交流和合作^[7]。其次,从国家层面做好计算思维教育应用的顶层设计,注重发挥政府各部门优势,通过协作为教育部门解决困难和实现发展提供指导性框架^[7]。最后,从学校层面做好计算思维的科研和人才培养工作,成立计算思维研究院和实验室等,加强计算思维相关领域课程的内容建设^[8],重点培养计算思维、人工智能、大数据等方面的人才,开展计算思维领域的科学研究和技术研发。

(二) 构建计算思维评价的理论框架

计算思维评价作为计算思维教育中非常重要且十分复杂的一项活动,需要通过构建完善的计算思维评价理论框架来更好地开展和实施。首先,应从计算思维的定义出发,确定计算思维评价的维度和要素。目前国外学者对计算思维的定义尚未统一,但已提供了很大的参考价值。因此,对于国内研究者而言,可以通过对比和学习国外研究成果,确定本土化的计算思维定义,确定计算思维的评价维度和要素。其次,要分析每个维度包含要素的内涵,并对各要素进行详细的描述,从而有利于研究者在后期课堂教学中观察和记录学生的计算思维外显行为表现。同时,也便于教师在实际教学中按照各要素提出的标准去评价学生的计算思维水平。最后,教师或教育研究者要在实践中根据研究对象、研究目的等对构建的框架进行修改和完善,对框架中包含的元素进行灵活的调整和科学的权重分配。

(三) 自主研发计算思维评价工具

良好的计算思维评价工具可以为计算思维教育营造有益的教学环境。目前,国内尚缺乏科学权威的 K-12 阶段学生计算思维能力评价工具^[9],部分研究也是直接采纳和编译国外的评价工具。基于此,我国在评价工具的自主研发方面存在着很大的发展空间。

首先,要客观看待国外研发的计算思维评价工具。由于国内外教育理念不同,在课程设置方面也有诸多差异,因此,从国外直接编译的评价工具并不能很好地适应国内计算思维教育的发展。其次,要扎实地进行计算思维评价的理论学习与研究,对当前国际上计算思维教育教学理论进行细致梳理和分析,以前沿的科学本质和科学探究作为工具开发的参照,从而更加科学高效地开展计算思维评价工具的研发工具。最后,开发者应从多角度、多方位出发,拓宽思维,充分发挥想象力和创新精神,自主研发更具针对性的评价工具,进而促进中小学计算思维教育的发展^[9]。

(四)开发计算思维评价的实践案例

开展计算思维教育不仅需要大量的教育政策支持,还需要诸多优秀的案例和评价手段支撑。目前,我

国需要一些计算思维评价的实践案例来推动计算思维教育的发展。首先,从教师角度而言,教师的计算思维能力水平直接影响计算思维教育的质量,对计算思维教育的发展起着十分关键的作用。因此,教师应具备计算思维方面的知识和评价能力。其次,从学校角度而言,一方面要大力支持计算思维评价案例的开发工作,另一方面做好教师培训工作的投资和安排,寻找合适的培训课程和资源,如通过邀请讲师讲解计算思维评价的理念和方法,引进成功且成熟的案例,以观摩和实地学习的形式,使教师把握计算思维评价的整体流程^[10]。最后,从研究者角度而言,可以将优秀的国外计算思维评价实践案例与我国现有的学校资源相结合,选择合适的试点学校进行研究,待研究效果成熟后再进行普及。

[参考文献]

- [1] WING J M. Computational thinking[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(3): 33-35.
- [2] 肖广德,高丹阳.计算思维的培养:高中信息技术课程的新选择[J].现代教育技术,2015,25(7):38-43.
- [3] 任友群,黄荣怀.高中信息技术课程标准修订说明 高中信息技术课程标准修订组[J].中国电化教育,2016(12):1-3.
- [4] 范文翔,张一春,李艺.国内外计算思维研究与发展综述[J].远程教育杂志,2018,36(2):3-17.
- [5] 米珂,贾彦玲,冯冬雪.欧洲义务教育阶段发展计算思维的理论与实践研究[J].电化教育研究,2019,40(9):89-96,121.
- [6] National Research Council. Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking [R]. Washington D C: National Academies Press,2010.
- [7] BRENNAN K, RESNICK M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking [C]/Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association. Canada;Vancouver, 2012: 25.
- [8] CHEN G, SHEN J, BARTH-COHEN L, et al. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming[J]. Computers & education, 2017, 109(6):162-175.
- [9] ROMAN-GONZALEZ M, PEREZ-GONZALEZ J C, JIMENEZ-FERNANDEZ C. Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test[J]. Computers in human behavior, 2017, 72(7):678-691.
- [10] ADAMS C, CUTUMISU M, LU C. Measuring K-12 computational thinking concepts, practices, and perspectives: an examination of current CT assessments[J]. Interactive learning environments, 2019, 26(3): 386-401.
- [11] ZHONG B, WANG Q, CHEN J, et al. An exploration of three-dimensional integrated assessment for computational thinking[J]. Journal of educational computing research, 2016, 53(4): 562-590.
- [12] SHUTE V J, SUN C, ASBELL-CLARKE J. Demystifying computational thinking[J]. Educational research review,2017,22:142-158.
- [13] GROVER S, PEA R. Computational thinking: a competency whose time has come [J]. Computer science education: perspectives on teaching and learning in school, 2018, 19:19-38.
- [14] MÜHLING A, RUF A, HUBWIESER P. Design and first results of a psychometric test for measuring basic programming abilities[C]//Proceedings of the workshop in primary and secondary computing education. New York: ACM, 2015:2-10.
- [15] WEINTROP D, WILENSKY U. Using commutative assessments to compare conceptual understanding in blocks-based and text-based programs [C]/Proceedings of the eleventh annual International Conference on International Computing Education Research. New York: ACM, 2015:101-110.
- [16] MAIORANA F, GIORDANO D, MORELLI R. Quizly: a live coding assessment platform for App Inventor [C]/2015 IEEE Blocks and Beyond Workshop (Blocks and Beyond). Atlantan: IEEE, 2015:25-30.
- [17] WERNER L, DENNER J, CAMPE S, et al. The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school

- [C]/Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education. New York: ACM, 2012: 215–220.
- [18] MORENO-LEÓN J, ROBLES G, ROMÁN-GONZÁLEZ M. Dr. Scratch: automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking[J]. *Revista de Educación a Distancia*, 2015 (46): 1–23.
- [19] OTA G, MORIMOTO Y, KATO H. Ninja code village for scratch: function samples/function analyser and automatic assessment of computational thinking concepts [C]/2016 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC). Cambridge: IEEE, 2016: 238–239.
- [20] Von WANGENHEIM C G, HAUCK J C R, DEMETRIO M F, et al. Code master—automatic assessment and grading of app inventor and snap! Programs[J]. *Informatics in education*, 2018, 17(1): 117–150.
- [21] KOH K H, BASAWAPATNA A, BENNETT V, et al. Towards the automatic recognition of computational thinking for adaptive visual language learning [C]/2010 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing. Leganes: IEEE, 2010: 59–66.
- [22] KOH K H, BASAWAPATNA A, NICKERSON H, et al. Real time assessment of computational thinking[C]/2014 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC). Melbourne: IEEE, 2014: 49–52.
- [23] GROVER, SHUCHI, et al. A Framework for using hypothesis-driven approaches to support data-driven learning analytics in measuring computational thinking in block-based programming environments[J]. *ACM Transactions on computing education*, 2017, 17(3): 1–25.
- [24] EGUÍLUZ A, GUENAGA M, GARAIZAR P, et al. Exploring the progression of early programmers in a set of computational thinking challenges via clickstream analysis[J]. *IEEE transactions on emerging topics in computing*, 2017, 8(1): 256–261.
- [25] DAGIENDE V, FUTSCHEK G. Bebras international contest on informatics and computer literacy: criteria for good tasks[C]/International Conference on Informatics in Secondary Schools—evolution and Perspectives. Berlin: Springer, 2008: 19–30.
- [26] BASAWAPATNA A, KOH K H, REPENNING A, et al. Recognizing computational thinking patterns [C]/Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education. New York: ACM, 2011: 245–250.
- [27] KORKMAZ Ö, ÇAKIR R, ÖZDEN M Y. A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS)[J]. *Computers in human behavior*, 2017, 72: 558–569.
- [28] DURAK H Y, SARITEPECI M. Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model[J]. *Computers & education*, 2018, 116: 191–202.
- [29] KUKUL V, GÖKÇEARSAN S, GÜNBATAR M S. Computer programming self-efficacy scale (CPSES) for secondary school students: development, validation and reliability[J]. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 2017, 7(1): 158–179.
- [30] LYE S Y, KOH J H L. Review on teaching and learning of computational thinking through programming: what is next for K–12?[J]. *Computers in human behavior*, 2014, 41: 51–61.
- [31] ROMÁN-GONZÁLEZ M, MORENO-LEÓN J, ROBLES G. Combining assessment tools for a comprehensive evaluation of computational thinking interventions[M]. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2019: 79–98.
- [32] GROVER S, BASU S. Measuring student learning in introductory block-based programming: examining misconceptions of loops, variables, and boolean logic [C]/Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. New York: ACM, 2017: 267–272.
- [33] BASU S, RUTSTEIN D, XU Y, et al. A principled approach to designing a computational thinking practices assessment for early grades[C]/Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education. New York: ACM, 2020: 912–918.
- [34] 梁云真, 朱珂, 赵呈领. 协作问题解决学习活动促进交互深度的实证研究[J]. *电化教育研究*, 2017, 38(10): 87–92, 99.
- [35] MESITI L A, PARKES A, PANETO S C, et al. Building capacity for computational thinking in youth through informal education[J]. *The journal of museum education*, 2019, 44(1): 108–121.
- [36] ALLSOP Y. Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach [J]. *International journal of child-computer interaction*, 2019, 19: 30–55.
- [37] 袁利平, 陈川南. 美国人工智能战略中的教育蓝图——基于三份国家级人工智能战略的文本分析[J]. *比较教育研究*, 2020, 42(2): 9–15.

- [38] 马玉慧, 柏茂林, 周政. 智慧教育时代我国人工智能教育应用的发展路径探究——美国《规划未来, 迎接人工智能时代》报告解读及启示[J]. 电化教育研究, 2017, 38(3): 123-128.
- [39] 白雪梅, 顾小清. K12 阶段学生计算思维评价工具构建与应用[J]. 中国电化教育, 2019(10): 83-90.
- [40] 梁云真, 曹培杰. 我国基础教育信息化融合指数的调查研究——来自 12 省 2500 余所学校的数据[J]. 电化教育研究, 2019, 40(11): 41-47.
- [41] 孙立会, 刘思远, 李曼曼. 面向人工智能时代儿童编程教育行动路径——基于日本“儿童编程教育发展必要条件”调查报告[J]. 电化教育研究, 2019, 40(8): 114-120, 128.

Theory and Practice in Evaluation of Computational Thinking from An International Perspective

ZHU Ke, XU Zijuan, CHEN Wanyi

(Department of Education, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007)

[Abstract] Evaluation of computational thinking is a very important and complex activity in the field of computational thinking education. In view of the importance, abstraction, and multi-factors of the evaluation research of computational thinking, it has received great attention internationally. Computational thinking has been incorporated into the new curriculum standards of high school information technology in China and has become one of the four core literacies of the discipline. How to scientifically evaluate the level of computational thinking has become an urgent need for the development of computational thinking in China. This study sorts out the development, target content and internal logic of international theoretical research on the evaluation of computational thinking, analyzes the functional types and application scope of typical computational thinking evaluation tools, clarifies the implementation of computational thinking evaluation in different educational contexts with application cases, expounds the concepts and connotations of each element of computational thinking evaluation and the grading and implementation of literacy level evaluation, and makes recommendations in light of the current status of development of computational thinking in China: pay attention to the development of domestic computational thinking education, constructing a theoretical framework for computational thinking evaluation, independently developing computational thinking evaluation tools, and developing practical cases of computational thinking evaluation.

[Keywords] Computational Thinking; Computational Thinking Evaluation; Computational Thinking Education; Three-dimensional Framework; Evaluation Tools

2. 朱珂, 张莹, 李瑞丽. 全息课堂: 基于数字孪生的可视化三维学习空间新探, 远程教育杂志, 2020 (4). (CSSCI 源期刊, 核心)

The image shows the cover of the Journal of Distance Education, Volume 40, Issue 4, published in 2020. The cover features a light yellow background with a large, stylized graphic of a staircase or path leading upwards. The title '远程教育杂志' is written in large, bold, black Chinese characters. Below it, the English title 'JOURNAL OF DISTANCE EDUCATION' is printed in a smaller, black, sans-serif font. The issue information '2020/4' is displayed in a dark grey box. On the left side, there is a red vertical bar containing the journal's name in Chinese and the issue information. The right side of the cover contains a list of accolades and a QR code.

全国高校社科精品期刊
CSSCI中国权威学术期刊
「复印报刊资料」重要转载来源期刊
中国人文社会科学(A刊)核心期刊
「中文核心期刊要目总览」之核心期刊
日本科技振兴机构数据库(JST)入选期刊
中文社会科学引文索引(CSSCI)来源期刊
中国国际影响力优秀学术期刊
世界学术影响力(WAIC-Q2)期刊

http://deji.zjhu.edu.cn
http://weibo.com/2099335400

邮发代号: 32-126
国际标准刊号: ISSN 1672-0008
国内统一刊号: CN 33-1304/G4

二〇二〇年第四期
总第259期

JOURNAL OF DISTANCE EDUCATION
2020/4



远程教育杂志

双月刊
2020年第4期
(第38卷总第259期)
1983年创刊

专家委员会

(按姓氏笔画为序)

王小雪 美国佛罗里达湾岸大学教授/博导
任友群 华东师范大学教授/博导
刘革平 西南大学教授/博导
刘清堂 华中师范大学教授/博导
吕林海 南京大学教授/博导
吴伟斌 浙江广播电视大学教授/博士
张海 东北师范大学教授/博导
张伟远 北京师范大学教授/博导
张宝辉 陕西师范大学教授/博导
李艳 浙江大学教授/博导
杨浩 美国纽约州立大学教授/博导
汪琼 北京大学教授/博导
沈书生 南京师范大学教授/博导
陈丽 北京师范大学教授/博导
胡小勇 华南师范大学教授/博导
钟志贤 江西师范大学教授/博导
郭绍青 西北师范大学教授/博导
顾小清 华东师范大学教授/博导
黄健 华东师范大学教授/博导
焦建利 华南师范大学教授/博导
董玉琦 上海师范大学教授/博导
韩锡斌 清华大学副教授/博导

主管 浙江省教育厅
主办 浙江广播电视大学
编辑 《远程教育杂志》编辑部
出版 远程教育杂志社
社长 叶宏
主编 顾葆熙
副主编/编辑部主任 陶侃
责任编辑 陈媛 吕东东
英文编辑 吕东东

本刊已与中国知网、万方、维普、超星等国内多家数据库及网络新媒体合作。文章一旦刊发,如无电子版方面的特殊声明,即视作同意网络传播,网络版稿酬折合成样刊赠送。

目 录

本期特稿

疫情之下全球教与学面临的挑战与应对之策

——OECD《2020 应对 COVID-19 教育指南》解析与思考

田蕊 熊梓吟 Normand Romuald 03

LAK 十周年:引领与塑造领域之未来

——2020 学习分析与知识国际会议评述

吴永和 程歌星 刘博文 朱丽娟 马晓玲 15

前沿探索

数智融合:数据驱动下教与学的演进与未来趋向

——兼论图形化数据智能赋能教育的新形态

郑思思 陈卫东 徐物忆 袁凡 褚乐阳 27

全息课堂:基于数字孪生的可视化三维学习空间新探

朱珂 张莹 李瑞丽 38

AI 时代人工智能商数(AIQ)的内涵、能力框架与提升之策

——基于高校“人工智能+教育”的认知调查分析

赵燕 宛平 尹以晴 朱丽莉 柳晨晨 王佑钰 48

专题论坛

教育信息化何以引领教育现代化?

——中国教育信息化 25 年回眸与展望

陈琳 陈耀华 毛文秀 张高飞 文燕银 56

教育信息化 2.0 视域下的首席信息官(CIO)

——核心内涵、能力模型与专业发展策略 葛文双 白浩 64

学术视点

数据驱动的教师网络研修社区数字画像构建与应用

——基于“浙江名师网”的数据分析

王永固 陈俊文 丁继红 王会军 莫世荣 74

计算思维该如何评? ——基于国内外 14 种评价工具的比较分析

惠恭健 兰小芳 钱逸舟 84

学习新论

面向在线学习协同知识建构的认知投入分析模型及应用

张思 何晶铭 上超望 夏丹 胡泉 95

智能技术赋能自我调节学习的内涵转型、制约瓶颈与发展路径

刘红霞 李士平 姜强 赵蔚 105

全息课堂:基于数字孪生的可视化三维学习空间新探*

朱珂^{1,2} 张莹¹ 李瑞丽¹

(1.河南师范大学 教育学部,河南新乡 453007;

2.河南师范大学 河南省教育大数据分析与应用工程技术中心,河南新乡 453007)

[摘要] 随着5G+XR+AI等新技术不断影响并渗透学习空间,突破了以往平面视觉的极限感知,全面开启着三维体验与交互新阶段,逼真的三维虚拟动态呈现与沉浸式体验逐步成为一种常态。数字孪生技术作为一种在信息虚拟世界刻画物理世界、仿真物理世界、优化物理世界、可视化物理世界的全新技术,将AR、VR和MR三者之间的界限打破,并进行有效融合,它集5G、大数据与智能技术于一体,带来了全新的即生式、移动式、智能化、镜像化、全息态等体验模式。随着算力、连接和显示技术的革命性升级,推进着数字世界和物理世界的相互融通并不断进阶,共同打造具有“可视化三维学习空间”形态特征的全息课堂。基于全息课堂的发展脉络及技术构成,初步勾勒了全息课堂的模型框架,归纳其特征形态。并通过当前一些相关应用案例的分析,可进一步探究未来全息课堂的应用场域和发展趋势。基于全息课堂的前瞻性研究,对有效促进“智能+”时代新技术赋能下的学习空间、学习方式的变革与重构,具有重要意义。

[关键词] 全息课堂;数字孪生;学习空间;5G;XR;大数据;智能计算;数智融合

[中图分类号] G420 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-0008(2020)04-0038-10

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.04.004

一、引言

近年来,物联网、虚拟现实、人工智能、网络通信技术等的快速发展与应用,极大地改变了人们与世界相处的方式。随着5G技术的不断成熟与应用,5G+AI+大数据的数智融合态势正在加快,使得数字孪生技术(DT, Digital Twin)、全息投影技术、XR等的应用,正在变成现实并不断涌现。其在塑造人的感知方式变革的同时,也在重塑教与学空间和环境,并加速推进智能化教育的到来^[1]。换言之,深度融合了物联网、XR、5G及智能计算的数字孪生和全息技术,正赋能于教育,助推教育生态、教育环境的重构,引发学习空间、学习场域与学习方式的颠覆性变革。

搭载VR、AR、MR等技术的全息技术,提供着更具多元化、拟真态、交互性的教学场景和多元体验。3D全息投影增强了课堂教学中的虚幻效果和立体视觉感受,给学习者以身临其境的体验^[2]。正如全球首个6G报告中所提出的,通过XR设备产生感知幻

觉^[3],利用实时捕捉或图形化身,实现着不同区域的人位于同一位置的体验;基于全息通信的XR充分调动人体各类感官和情感,不断扩展并提升了人们的交互体验。当前,基于全息投影的直播课堂已经不断涌现^[4,5]。由于其具有的“面对面”全新交互、即时传输等特点,重新定义了“在场”,为教学活动的跨时空开展提供了可能。在未来,具有高保真仿真、可视化、动态交互和伴随生命全周期等特点的数字孪生技术^[6],将其赋能于学习空间时,将塑造全新形态的学习环境,带来更为舒适的教与学体验。

特别是数字孪生技术,其在物理空间的基础上完成学习空间在虚拟世界的映射,并实现了无缝融合,它与全息技术共同打造出全新的学习空间形态——可视化三维学习空间,以虚映实、以虚控实、虚以实用,不断优化教与学环境,提高学习者的具身化体验,满足学习者多元化学习场景的需求,使其在教育中的应用有了更多可能,并创造出难以亲历的

*基金项目:本文系全国教育科学规划国家一般课题“人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究”(项目编号:BGAI90050)之研究成果。

场景教学。全息课堂作为虚拟学习空间进化发展的突破口,逐渐成为业界研究热点,它对于新技术赋能下的教与学情境变革与重构,具有重要的现实意义。

二、数字孪生与全息技术重构新型学习空间

学习空间 (Learning Spaces) 也称学习环境 (Learning Environment), 它是一个复杂、多学科交叉的研究领域, 也是学校开展教学活动的重要基础设施^[7]。麻省理工学院的 Phillip D. Long 把学习空间界定为“要么是一间教室, 要么是一个物理场所, 它致力于为教学者和学习者提供面对面交流的空间^[8]”。在信息技术的不断推动下, “学习空间重构”一直是教育改革探索中重点关注的问题之一。重构学习空间的研究目的, 在于在数字化新技术的支撑下, 对物理教学空间进行多样化的设计与改进, 让环境为学习者的发展与成长注入新动力^[9]。

随着技术发展赋能、教学活动需求和学习空间自身的不断拓展, 学习空间的变革与发展, 大致经历了以下三个阶段:

(1) 以传统学校为依托的物理学习空间。依托于学校, 呈现于课堂的传统物理学习空间, 一般采用传统的总结性和形成性评价方式^[10], 以正式学习、教师教授为主, 学习资源和学习途径较为单一。这是自工业革命以来, 几百年标配的学习空间范式。

(2) 技术赋能的网络学习空间。它以实现增强学习效果为目的^[11], 既可以独立于传统课堂、实现完全在线学习, 也可以嵌入传统的学习空间。该学习空间包括教师、学生、服务终端和三个子空间部分——资源云服务、个人空间和教学空间^[12], 具有开放性、可控性和灵活性等特点。这是自计算机与网络诞生以后常见的学习空间样态。

(3) 虚实融合的混合学习空间, 这是当下应用较多的学习空间。该空间有三种存在形式: 第一种是“物理+资源+社区”三位一体的学习空间, 实现了学生学习、教师指导和系统分析的功能。第二种是依托于 VR、AR 等技术打造的多样化虚拟学习系统, 在智能化设备支持下实现半沉浸式学习^[13]。第三种是基于 5G 和全息投影技术的直播课堂, 实现身处异地的“面对面”教学。

上述三个发展阶段或三种存在形式, 呈现了技术赋能下学习空间层次的递增, 不断增强着教与学相辅相成的功能。而融合了 5G、XR、物联网、智能计算等技术于一体的数字孪生技术, 正在构建一种全新态的学习空间——可视化三维学习空间, 推动着

学习空间朝着自动化、数据化、智能化的方向发展。

(一) 数字孪生正重构新场域

1. 数字孪生概述

数字孪生自提出至今, 不同研究团队对其有着不同的理解和应用。NASA 提出的太空技术路线图 (OCT)^[14]、AFOSR 提出的机体数字孪生体^[15]、陶飞团队提出的五维模型^[16]以及褚乐阳团队提出的虚实共生^[17], 都从理论和实践层面对数字孪生技术进行了积极的探索。综合以上现有研究成果, 我们将数字孪生定义为: 利用物联网等技术在虚拟世界模拟创建一个与现实世界存在映射关系, 且二者可以进行深度耦合的高仿真数字模型, 即孪生体。在相关新技术的支持下, 该孪生体能够实现物理实体的驱动控制、运行维护和管理优化; 同时, 各孪生体间可进行交互式学习以改进决策, 使之具有可视化数据、实时动态交互、智能化管理的特點。

2. 数字孪生与全息映射空间

在现代通信网络 (5G)、人工智能物联网 (AIoT)、智能计算 (人工智能、大数据、云/边缘计算、区块链)、XR 技术等的共同助推下, 数字孪生技术在实现对物理世界全映射的同时, 还可以构建起现实并不存在的场景以满足多样化的教学需求。全息技术则定义了映射空间系统中存储和显示方式, 为学习者呈现更加立体直观的课堂体验和沉浸式学习方式。

(1) 全息拓宽并赋能, 实现具象表达。在映射空间中, 不仅仅是活动需求中场景的全息, 而且是全息可视化整个系统设备和数据, 进而实施虚拟场景的部署与下放、维护全息课堂的设备 (软硬件), 完成映射课堂的指令, 及时调整教学计划和指导这样一个全过程。全息课堂将成为基于数字孪生和全息技术创建的、可视化三维学习空间的一种具象化表现, 以推动智能时代整个学习空间的优化与改进。

(2) “5G+AIoT”打通空间, 深化融合。5G 不仅是移动技术的升级换代, 而且也是 AIoT 时代的关键性基础技术, 它通过构建全链接的生态系统, 切实赋能到学习空间中^[18]。AIoT 作为 5G 应用的关键领域, 将促进物理空间和孪生空间的深度融合, 创新物理世界与虚拟世界的交互方式, 并升级空间系统。“5G+AIoT”通过顶层设计, 向下打通映射空间, 向上对接整个三维学习空间系统, 促进并形成基于信息化、智能化和虚拟化的管理和全程动态服务, 为三维学习空间系统建立了基础性通信功能。泛在智能感知系统则进行信息和数据的收集与反馈, 使 AI 深度赋

http://dej.zjtvu.edu.cn



能,配合算法部署到边缘,实现智能化识别、定位、监管等,从而对信息和数据即时进行获取、传输和处理^[9]。

(3)“5G+XR+全息”,赋能沉浸式新生态。融合了虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、混合现实(MR)等多种形式于一体的扩展现实(XR)技术,打破了虚实世界的界限;同时,赋予全息映射空间以更高层次的功能:第一,全面提升数据的可视化程度。可将课堂各项数据进行三维立体呈现,并把数字化信息转化为可视甚至可触、可感、具有真实感的信息或者物体,完成虚拟场景与全息课堂的映射,进而创设出一个虚实结合、人机交互的新场景。在5G技术乃至未来6G技术的支持下,这种新场景将呈现前所未有的新体验。第二,实现高品质的沉浸感。“XR+全息互动技术”还原真实的课堂互动,改善了在线学习的枯燥乏味、内容传输不完整等问题,实现师生在线实时互动。它在原有物理场景的基础上叠加创建虚拟场景,结合基础设施和服务,实现全息虚拟全交互的沉浸式体验。第三,通过实时数据的输入输出,在AI和机器学习(ML)的作用下,实现对全息场景的自主孪生,不断完善XR生态。

(二)映射空间的全新体验

映射空间孪生于物理空间却高于物理空间,映射空间中的运行数据,反映了物理空间要素的性能、状态和迭代优化。作为一个全虚拟的空间,在全息技术的支持下,实现一切数据的可视化和设备的三维显现。全息化作为映射空间的主要表达形式,在多种技术的支撑下,将实现动态交互下的一切皆全息、一切皆可视的全新体验;同时,在AI和算法的支持下,对映射空间内容进行智能分析和决策。

1.双向动态交互

映射空间在AIoT的支持下,随着现实世界的发展而不断变化,实现模型验证、关联和映射,以更好地模拟物理世界、刻画物理世界。比特流作为虚实世界交流的媒介,在虚实之间不断进行高速度、高保真的实时传输以进行交互,从而输出最优策略、提高效率和维护管理。5G网络通信技术为实时传输提供动力,以实现映射空间中虚拟场景和教学主体的双向高互动,呈现三维立体、全息交互的“触手可及”。

2.全息化逼真呈现

全息化的特征主要表现为将抽象内容具象化、具象内容可视化。第一,硬件设备和报告数据即时全息呈现。学习空间中的硬件设备性能和状态,通过全息技术投射到某一介质中,可对设备状态进行实时查看;同时,对整个孪生系统的故障和性能参

数、指标进行三维展示。第二,全息投影将复杂难懂的逻辑空间内容以三维形式呈现,重塑更有趣味性和互动性的感知体验,深化人的具身认知。比如,通过三维的全息投影,认识人体构成、实施心脏手术实验等。第三,“5G传输+全息成像技术”可实现异地面对面的互动交流,将虚拟教学场景和人员等通过全息投影技术投射在特定的场景中,可极大满足远程教育中无法实现的“在场”教学活动。

3.可视化与易沉浸

基于XR和全息技术的自主探究环境、跨学科的学习空间,驱动着学生通过积极参与课堂展示、模拟实践、交流讨论等环节,自主协同构建内容,实现情景模拟,打破了情感认知障碍;并通过情感投入促进意义联系,实现共情。游戏化和叙事化的沉浸式虚拟场景,涉及了动作、人际、叙事因素和感官刺激,通过富有趣味的各种交互,推动着学生实现心理、感官、动作等各方面全方位沉浸式学习。逼真的三维场景将抽象的学习内容具象化,在抽象思维方法的指导下,透过现象溯本质,进而还原并加深认知^[10],帮助学生掌握重点、提升协作,有效防止认知过载;同时,学习者直接与可视化内容构建联系,提高了注意力和学习兴趣,实现与复杂结构的交互。

4.智能分析和数据决策

第一,全息课堂的教学活动和师生的各项行为,均可被记录、分析、评价、总结和反馈,机器学习赋能自主孪生并对新的孪生体进行统一性验证。通过对采集信息的分析,总结出影响学生学习和教师教学的各种因素,提供改善措施或进行智能决策,以提高教学质量和效率。第二,分析学习空间中的运行数据,对于产生的各种数字化信息通过大数据和智能计算,实现对各项系统性能或行为进行预测,以便更有效地进行故障检测和运行维护,及时解决问题,提高使用效率和各项软硬件系统的使用寿命及周期。

(三)从映射空间到全息课堂

全息课堂是可视化三维学习空间概念的细化和具象表达,实现了映射空间的全息化、全息空间的数据化,数据空间的智能化。即,它是由数字孪生和全息技术搭建的,包含整个物理和映射空间以及各种要素的新型教与学形态,并充分继承了映射空间可视化数据、实时交互、智能管理的特点。全息课堂并不是映射空间的过渡,而是其继承和发展。因此,具象化三维可视学习空间的全息课堂,将创新课堂交互的新模式、增强交互的无限可能。

1. 未来互动课堂从平面呈现走向立体化

通过将立体化教学情境上传到云端进行建模、仿真、渲染,由映射空间感知并在边缘进行计算和优化,最终可在课堂中呈现出立体的内容;知识就仿佛从书中“跳”出来一样,教育内容被最大程度、全方位地显现,更加生动直观。在教育内容的立体化上,“触角科技公司”结合新一代虚拟现实人机交互技术,开发了实训仿真的教学平台^[2],将教材的图文内容转换为三维图像,打造出“立体化互联网+教材”的模式,并与复旦大学、清华大学、北京大学、高等教育等多家出版社,联合开发数字教材和融合多种学科专业的终端APP。可以预见,数字孪生将基于此类应用,借助先进的技术支撑,与全息投影技术共同打造高度沉浸式、交互式的教与学模式。

2.5G+全息增强交互并带来无限可能

全息技术打破人为认知中虚拟世界与现实世界的界限,更加轻松直观地呈现虚拟场景,突破了时空限制,可实现瞬间“在场”与远程360度“面对面”的交流。在虚拟现实和建模仿真技术的支持下,还可以构建表达新场景,激发学生在栩栩如生的环境作用下形成具身认知^[22]。2019年,中国数字图书馆和影创科技公司共同合作,建设了以上海为中心的“XR全球数字内容中心”^[23],该中心基于5G、MR等技术,通过3D模型、虚拟人像等互动形式,实现虚拟世界与现实世界的完美融合,在对现有内容进行全息数字化呈现的同时,给用户带来更加立体、直观的全息新体验,可为远程教学空间提供无限交流的可能性。

三、数字孪生赋能下的全息课堂之构建

(一)全息课堂概述

英国科学家Dennis Gabor发明了全息投影技术,并在其1948年所发表的文章中,正式提出了全息技术的概念^[24]。简言之,全息投影技术利用干涉和衍射原理,记录并再现物体真实的三维图像^[25]。综合全息投影技术的概念及其当前在课堂中的应用来看,全息技术可赋能课堂场景存储和全息投影功能,并在数字孪生的支持下,实现课堂中设备全息、环境全息和教学活动全息等多种功能。

我们认为,全息课堂不仅仅局限于一间教室或者一方教育场所,而是一种全数据、超智能化的“学习空间”,在人工智能(AI)和机器学习(ML)支持下,实现自动化管理。全息课堂重新定义了数据、环境、人员等对象的显现方式,在给学习者带来全新沉浸式体验的

同时,赋能学习空间的存储与管理等功能,实现泛在全息可视及远程实时“在场”感与多元交互。

(二)全息课堂特征和应用形态

1. 全息课堂的主要特征

(1)全虚拟。全息技术增加了视觉的真实感,以极其逼真的效果呈现出虚拟事物,如同是裸眼3D效果,让人身临其境。学习者只需要借助简单的终端设备,就可以实现学习、交流和实验。如今,全息投影技术不需要任何穿戴设备就可以实现与虚拟世界的交互。如,美国伊利诺伊州“大屠杀博物馆”创造的全息影院体验^[26],通过全息系统保存大屠杀幸存者的故事,利用AI等技术通过全息投影重现逝者,并为游客叙述“二战”期间的故事。在精心设计的环境布置、声音处理、舞台效果等烘托下,给人以双重增强的现实感和逼真的视觉效果。

(2)全交互。通过全息捕获与投影系统,实现实物的全息变焦捕捉与色彩重现^[27],带来更强烈的现场感。特别是在远程直播教学中,师生、生生直接可以在5G通信网络技术支持下,实现“面对面”地答疑、探讨等互动;教师可以根据终端随意的对同学进行提问,不仅可以通过语言、音调,还可以通过神态和微表情等进行交流,真正实现极具现场感的远程“在场”互动。全息课堂提供给学习者全虚拟的学习场景,只需要具体化的手势就可以实现人机即时交互^[28];学习者可以像使用智能手机一样对场景进行各项操作。比如,多地可同时进行远程虚拟仿真实验,异地学生通过全息技术进行协同学习、同伴互助操作等。

(3)全动态。第一,内容动态更新。在人工智能、大数据等技术支持下,学习内容可实现动态的迭代优化,在满足教学和学习活动需要的同时,紧跟时代的步伐。第二,即时动态传输。传感系统布满整个全息课堂,活动开展和环境设备等信息被随时记录,即时传输到边缘端以数据的方式存储,并在算力赋能下,对课堂进行反馈,对云端进行更新优化;任何变化都被实时上传到云端,云端根据收到的信息对课堂备份、反馈和优化,以验证全息课堂的统一性。第三,空间开放流动。全息课堂是一个学习活动随时进行的开放性空间,在虚拟的“真实”世界中可对任何的学习内容进行操作;全息课堂还可根据需要即时变换场景,不断进行动态变换,以满足各学段、各类人群的需求。

2. 应用形态表征

根据上述分析,基于多种技术支持的全息课堂,将带来全新的学习体验和教学功能,其主要表现在

http://dej.zjtvu.edu.cn

以下四个方面:预设实验,变革教学;高保真仿真,深化具身认知;自主孪生,强化教学;机器学习,拓宽评价(具体如表1所示)。

表1 全息课堂应用功能的表征

教育功能	功能描述
预设实验 变革教学	教师根据反馈数据,设计实验进行模拟,完善教学。 设置社会无责场景,通过对学生行为分析进行心理健康检测。 开设虚拟仿真实践实验,节约资源,规避风险。
高保真仿真 深化具身认知	创建仿真模型,呈现全息立体环境,实现沉浸式体验,深化具身认知。 回顾教学环节,可视化呈现数据,增强交互,提供个性化智能学习服务。
自主孪生 强化教学	学习活动数据收集分析,课堂场景自主孪生,不断改进教学和学习策略,完善教学计划。 提供个性化教学方案。
机器学习 拓宽评价	机器学习支持课堂系统的更新与完善,细化评价维度,强化全息课堂。 通过算法计算和分析,预测学习者特征,协助教师开展隐性评价和对学习行为的预测。

(三)全息课堂的技术构成框架

随着技术发展和教与学需求的攀升,基于泛在智能、高互动性的全息可视化学习空间,将成为未来学习空间变革的主流趋势。而全息课堂所涵盖的技术构成,也是众多技术的综合体,需要AI、智能计算、XR、5G 通信网络等的支持,如图1。

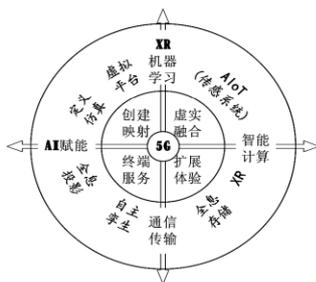


图1 全息课堂的技术构成框架

1.全息课堂的构建路径

全息可视化的学习空间可提供多情境、多学科混合的学习场景,组建全新的教学形态,并可根据学习或教学活动的需要,在最短时间内呈现相应的场景。所构建的虚拟场景从多维感官,给予学生充分的刺激,以弥补教育长期无法满足具身化体验的需求。全息课堂中的学习活动,也成为一种动态化的学习信息流。基于此,我们可通过以下逐次递进的路径,来构建全息课堂系统。

(1)路径一:创建平行体系,深化学习设计。数字

孪生的一个特点就是创建出现实世界的全映射,构建与现实世界体系相伴的平行体系。现实体系与孪生体系就像DNA的双链一样相生相伴,并呈现螺旋上升的结构,在算法与数据分析的助推下,使空间得到不断优化。在这个过程中,教师的职能就是为学习营造高效、轻松、愉快的环境,重点关注复杂的学习环境、学习过程和复杂学习环境中的学生数据分析;教师更多的是作为学习活动发生的设计者,在技术、工具和内容的支持下深化教与学设计,在孪生平行体系共同作用下,促进学习者学会深度学习和切实解决问题^[2]。

(2)路径二:虚拟与现实的深度融合,创造无限交互。教学资源、通信技术和移动终端的结合,在一定程度上使多场景的泛在学习成为可能。但由于网络虚拟世界和现实世界目前还存在一定界限,不管是心理距离还是实际距离,都阻碍着学习者实现深度沉浸以进行知识建构。即,不完全融合的虚拟世界,让学习者频繁的进入、切换学习场景或叙事情境,可能带来冗余的认知负荷。而利用现有新技术可完成虚拟与现实的深度融合,尤其是在AIoT支持下的数字孪生,充分利用传感系统实现动态实时传输、验证,弥合虚实交互的界限,使虚拟产生于现实并融于现实,创造无限交互,提供高沉浸感的学习场景,真正实现教育的连续性和学习的具身性。

(3)路径三:扩展多维刺激,增强环境的包容性。近期,Cell杂志发表了一篇“对视觉表层的动态刺激,可在有视力障碍人群中产生形式视觉”的研究文章^[3],即通过视觉皮质假体(VCP)绕过眼睛,可直接在脑海中呈现指定图像,形成对外部环境的感知。尽管目前这项研究仅通过刺激一小部分神经元实现简单的字母传递,但它拓宽了虚拟场景的用户范围,给虚拟环境增加了多维感官刺激的可能。未来的教育是趋向学生合作和自主学习的教育^[4],全息可视化的学习空间所提供的多功能场景,为自助式的学习创设了良好条件,可以帮助有沟通障碍或者有自闭症的人组织语言、缓解拒绝与人沟通的情绪,在良性干预的情况下,更好地实现学习和治疗,进而训练其社交技能^[5]。可见,通过即时实现多感官刺激,为全息态学习空间的使用提供了更多的可能性,进而增强其包容性。

2.技术赋能的功能实现

按照技术的功能、特点和实现方式,主要有四个部分:虚拟场景的呈现、远程直播或录播教学、对系统数据的查看和存储。从全息课堂的功能来看,则表现为:场景全息、活动全息、系统全息和数据全息四

个方面,进而实现教与学活动多场景变幻的需求,达成个性化适切服务目标,如表2所示。

表2 全息课堂功能实现以及关键技术

功能	实现描述	关键技术支持
场景全息	虚拟学习场景以全息投影的方式呈现,解决由于虚拟现实等可穿戴设备带来的不适,提升沉浸感。 复杂学习场景的实现,满足教学活动多样化学习场景的需求。	5G、VR\AR、XR、全息投影、边缘计算
活动全息	异地教学/学习的开展,实现远程“在场”。 复现教学活动,学习回顾、分析优化教学,增加动态评价。	5G、全息存储、全息存储、AI(ML)、AIoT
系统全息	可视化虚拟场景设备,便于人为干预(故障检测、优化操作等)。 系统内部各运行数据的即时全息可视,智能运行维护与决策干预,掌握情况。	区块链、5G、AI(ML)、AIoT、全息投影、XR
数据全息	教学活动等各数据通过全息技术进行存储,根据记录数据的一部分信息还原整个图像或场景,节省存储空间。	5G、区块链、全息存储、XR

3. 全息课堂的系统架构

全息课堂采用云服务中心和边缘部署,利用大宽带、高速低延的5G技术优势,提供无线、易管、共享的可移动的虚拟教育服务。主要采用虚拟的“云—边—端”三位一体模式,即云服务中心、边缘计算和终端访问服务,如图2所示。具体来说,它通过将课程内容上传到边缘进行虚拟设计、渲染、编码、计算、优化,重新编码并统一上传到云服务中心,保存在资源层和应用层。用户通过终端等设备对其进行访问,调用应用层的场景进行学习。AI算法通过智能识别和学习历史数据所表达的经验,通过边缘分析、预测和验证学习者体验,在实现深度沉浸学习的同时,对全息课堂进行有序的管理、分析和决策。



图2 全息课堂的系统架构

(四) 全息课堂的应用案例

当前,虽然全息技术在教育领域的研究非常广泛,但从业界的发展现状来看,全息技术在课堂中的应用还处于初步探索阶段,实践场景也以非正式学习和定制学习的形式呈现。为此,我们选取 Fernando Salvetti 和 Barbara Bertagni 所开发的增强现实实验室(e-REAL)作为案例,进行简要的应用分析。

e-REAL 是一款基于增强现实技术的强大工具,基于视觉叙事技术开发的简短案例并予以呈现,它将物理世界的各要素集成一个多维感官的场景中。该实验室提供了多种学科的实训场景,让学习者完全沉浸在这样一个以三维或全息形式呈现的拟真场景中,并可以通过自然的手势与内容互动,不受穿戴设备的限制,适用于探究学习、能力培训、创客活动、互动教育娱乐和沉浸式体验^[3]。可以说,它重新定义了 STEM 教育和技能培训。

传统的翻转课堂虽然有很多优点,但是随着技术的发展和多元化学习的需求,已经不能满足于现在课堂对于可视化、定制化、游戏化等的新要求。而不断改进并技术优化中的 e-REAL,提供了强大的全息投影、高互动功能等,允许远程在线交互和知识共享(如图3所示^[4])。它基于交互式协作设计,鼓励



图3 e-REAL 互动全息图(上)和仿真虚拟场景(下)

http://dej.zjtvu.edu.cn



学生利用日常技术解决现实问题。学生在这样的实验室场景中,可以多维度、多方式进行体验、互动,实现沉浸式的学习;极大地激发学习者的学习动机,强化了知识建构,提高认知技能。e-REAL 的优势在于:第一是通过虚拟交互,清晰可视地完成实验和任务;第二是教师可进行差异化教学,指导学生解决具体问题,即,对学生的每一个互动或步骤进行有效反馈。e-REAL 的学习管理系统提供了管理测试过程的方法,为每一个学习者提供个性化的测试方案,提高学习者的学习效率;对于效率低的学生,则提供个性化指导。

近年来,e-REAL 使用数字孪生技术创建一个虚拟态教室,映射学生的现实生活情况;同时,可与导师、同学、专家等进行交流互动。在 e-REAL 创设的环境中,要求学习者结合现实的事实或技术,不断练习处理各种情况和问题;要求学习者要像该领域中的专家一样,练习思考和行为^[9]。

在 3 年的实验研究时间里,e-REAL 得到了许多学习者的肯定和欢迎。但由于当时的信息技术和网络通信技术发展还不够完善,因此,不能支持实现高速低延、无阻碍的通信交流。数字孪生技术的应用,也处于初步研究阶段。但该案例反映了课堂可视化、全息化的需求,体现出数字孪生和全息技术融于课堂的可行性,也可以说是全息课堂的雏形。

四、全息课堂的应用场域分析

全息课堂颠覆了以往人们对学习环境、课堂教学的认知。作为可视化三维学习空间的主要表现形式,全息课堂横向上逐步扩大孪生内容的维度,推动学习空间的变革;纵向上增强了教育情景的丰富性、趣味性和智能化。

(一)技术赋能环境拓展

1. 不断升华学习空间

近年来,物联网、人工智能、虚拟现实等技术在教育领域的应用越来越广泛,尤其是《教育信息化 2.0 行动计划》的发布,对于技术与教育活动全流程的融合提出了更高要求^[9]。人们对教育的研究,也从 1.0 时代基础网络平台、设施的建立和使用,转向 2.0 时代“互联网+教育”“人工智能+教育”等领域的融合创新^[7]。未来课堂不局限于某一间教室或者一间实验室,它是一种虚实融合的学习空间,搭载全息和数字孪生技术,构造起全新的教与学生态环境。使学习者沉浸其中,实时交互,以多种方式进行知识的主动建构,提升认知与学习效果。这样的学习空间在数字

孪生技术发展的不断加持上,可实现完美融合的孪生系统和服务系统,可进行超自动化的智能管理。相比传统的学习场景,孪生学习空间系统的各项功能,将达到质的飞越,实现学习空间领域的不断升华。

2. 模糊家校界限

在传统理念上,“学校”和“家”有着明显的界限。“学校”即学习的场所,包含学习发生的各要素:教师、学习伙伴、图书馆、软硬件配套设施等,给学习者提供良好的学习条件和学习资源;而“家”在人们认知中是一个轻松愉悦的环境。究其原因大致有:首先,第一印象所形成固定思维。大多数人一开始接触的学校,单单从环境氛围和建设构造上便与家有着明显的区别,随着学段递增,学习者身处的学校虽在变化,但学校的构造仿佛有固定的模式一般,日积月累形成对学校认知的固定思维;其次,脱离学校等于脱离学习发生的大部分支持要素。从疫情期间网络教学的相关调查数据显示,即使学习者可以在家实现通过网课直播、录播学习,但仍存在学习内在动机激发不足、学习效果不佳等问题。

孪生课堂或学校的出现,将打破认知和条件限制,拓宽资源获取、学习的方式,突破现实环境的局限,模糊家校观念。第一,实体学校环境实现了颠覆性变化,学校的各项设计更加符合环境心理学、生理学和人体工程学等需要进行架构,营造出色彩丰富、活泼、没有特别界限的虚实相伴环境,学生既可以学习,也可以休闲娱乐。第二,高速低延的 5G 技术,使得融合了全息技术和数字孪生技术的虚拟场景实现成为可能,即使身处异地,也可以随时“到场”提取学习要素(资源、环境、指导等),开展教与学活动。当面对突发情况或因某些不可抗拒因素不能正常返校时,教职人员也能按照教学计划开展教学活动。此外,还可帮助教师开展即使是在学校也不能进行的实验,比如,爆炸实验、拱桥抗压实验等。第三,数字孪生课堂或学校在新技术的支持下,可以满足教学活动开展的智能化管理需求,实现轻量化、自动化,极大减轻家校融合的数据联通和管理负荷。

(二)环境赋能教育变革

1. 打造全新的创客教育

创客教育活动中协作设计过程十分复杂,传统的创客教育需要参与者在同一时空讨论交流、集思广益,以便在保证设计质量的同时实现效率最大化。传统创客空间中理想的协同设计是基于每位创客的想法,通过讨论、整合、叠加做出具体的可行性指导

意见和相关依据等,让创意变为现实。但由于创客们知识起点、观念、知识积累等的不同,在进行资源整合和使用时,易产生赘余的争论。异地历史数据的收集分析、资源的存取、即时的交流等,也存在一定的困难。而在数字孪生和全息技术支持下,创客教育可突破现实条件的限制,弥补远程沟通和历史数据中存在的存储、分析和保护等方面的鸿沟,使得协同设计更具有专业性和可靠性。

首先,数字孪生技术支持下的创客教育,将打造新型的创客空间——孪生创客空间,它具有足够的条件支持和技术支撑,实现信息技术与课程的深度融合。数字孪生技术将物理和在线的创客空间进行无缝融合,全息技术将3D影像共同投射到同一位置的特定场景中,帮助创客成员完成协作设计,即它打破了传统的物理性局限,突破了实验条件,实现3A模式(Anywhere, Anytime, Anything)。即,它可以在任何时间、任何地方开展任何创客教育活动。同时,基于数字孪生的创客教育,可极大发掘学习者的创造力,达到更高层次的学习体验和教育效果^[8]。

其次,孪生系统动态交互的特点,使得系统数据一直处于实时变化的状态,可以对活动过程进行实时的分析、总结、评价,进而更好地反馈以优化整个创客教育和创客学习过程。数据系统通过对学生课内外所产生的数据进行分析,为每一个学生提供一个具象化的评价表,并智能化生成反馈建议。并可针对不同的学生提供不同的方案,不仅简化了教学过程,还能提供个性化教育。针对复杂环境中的低适应性学生,孪生体可陪伴学习者整个周期。将来,学生自身的孪生体可与其他存在联系,亦可独立其之外,并伴随学习者一生。在实现泛在学习的同时,为学习者形成相关学习或职业规划,实现人力资源的合理分配。

2. 助推特定内容的教育

(1)应用特定情境的反馈促进人的思维发展。随着学习方式和社会需求多样化的发展,越来越多的学习活动采用游戏化的设计方式,在实现学生“做中学”的同时,更多的是对学生行为进行观察,来判定其心理素质、性格特征和学习风格等。在孪生技术支持下,数据呈现与运算将更具有说服力。比如,利用游戏来测试用户行为和推进体验(如图4):当游戏者进入场景,在秘钥开启场景的那一刻,触发“非玩家角色”(Non-Player Character, NPC)。游戏者的思想通过脑机接口,开始对环境进行操控,脑机接口自动将感应到的脑波传导到游戏中,转换为游戏语言并

触发剧情发展。随着游戏者选择、生理数据变化和意念转变,将引发无数种剧情。服务器则将整个的游戏数据和用户的脑波等各项生理变化,及时进行分析、评价和总结并反馈给服务和交互平台。在整个游戏的过程中,后台管理人员可以将整个游戏的三维场景进行全息投影,分别以第一视角和第三视角,观察学生即游戏者个人形象的孪生体及其在游戏中的表现。当游戏结束后,会生成数据报告,被允许的后台管理人员可以根据需要提取数据和历史信息等。设置这样的游戏化特定学习场景,可以有效地预测行为驱动,进而了解学习者的应变力、反应力、意志力和社会生存力等,也有助于人的思维能力等发展。

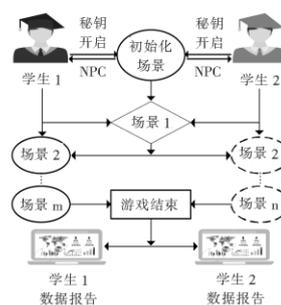


图4 基于数字孪生的情景测试

(2)在生物临床实验测试中具有独特的价值。生物临床实验研究,不能逾越伦理。尤其对于一些遗传病和感染病等可通过母胎传播的疾病,通过改变胚胎的DNA序列是否可以进行治疗的研究,是不能接受的。比如,改变HIV患者结合产生的新生儿胚胎的DNA序列,使其具有自主免疫艾滋病能力的实验。同时,目前的生物临床实验,必然会牺牲一些生物,比如,高校的生物和医疗实验等,一定程度上损害了生物的健康乃至生命。但是,如果在虚拟的场景中进行这项工作,通过全息技术,使用全息手术设备,对数字化的生物孪生体进行操作,分析并预测实验结果,可大大优化实验。同时,还可以通过终端设备进行协同合作或指导学生等,如图5所示^[9]。

五、总结与展望

数字孪生技术作为智能时代的新技术代表产物,在XR、5G、AIoT等技术的加持下,正在重塑人类的感知与体验方式。全息技术也在改变人们与世界

3. 朱珂, 张思妍, 刘濛雨. 基于情感计算的虚拟教师模型设计与应用优势, 现代教育技术, 2020, 6. (CSSCI 源期刊, 核心)

中华人民共和国教育部主管
清华大学主办
教育部在线教育研究中心学术刊物
中国教育技术协会会刊
CSSCI 检索源期刊
中文核心期刊

现代教育技术

MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGY

广告许可证: 京海工商广字第0081号
刊号: ISSN1009-8097/CN11-4525/N
邮发代号: 2-736
国外发行代号: M1689
投稿平台: <http://xjjs.cbpt.cnki.net>

2020
06



目 次

本期专题

- 5/ 基于模型的教育大数据应用框架设计
王怀波 李冀红 孙洪涛 徐鹏飞
- 13/ 新加坡 K-12 计算思维培养及其启示
白雪梅 顾小清
- 19/ 计算思维导向的跨学科儿童编程教育模式研究
——基于芬兰儿童编程教育的经验与启示
李 阳

理论观点

- 26/ 美国区域教育信息化发展规划的分析与启示
来钊汝 张立新 秦 丹
- 33/ 学生核心素养的发展：知识与思维关系的视角
唐 丽 张一春
- 39/ 学习预警研究综述
朱郑州 李政辉 刘 煜 邹宇航

教学研究

- 47/ 协作思维导图策略促进小学生习作的行动研究
魏雪峰 杨 帆 石 轩 乔柯栋
- 55/ 促进学习者之间交互深度的分组策略研究
曹天生 孔凡士 朱 珂 李彦敏
- 61/ 混合式课程改革的路径及其成效研究
——以内蒙古民族大学为例
任 军 杨恒山 于洪涛

语言教学与技术

- 66/ 国内翻译技术教学研究的问题分析与反思
岳中生
- 72/ ELF 理念下中国传统文化对外传播在线教学系统的设计与实践
刘琦红 张鹏云

技术开发与应用

- 78 基于情感计算的虚拟教师模型设计与应用优势
朱 珂 张思妍 刘濛雨
- 86/ 协作情境下社会调节学习工具的设计与应用
陈凯亮 包昊昱 李艳燕 彭 禹 李 新

基于情感计算的虚拟教师模型设计与应用优势*



朱珂 张思妍 刘濛雨

(河南师范大学 河南省教育大数据分析与应用工程技术中心, 河南新乡 453007)

摘要: 虚拟教师可以模拟真实教师的教学功能, 在虚拟教学情境下辅助教学。目前, 虚拟教师的研究多集中于知识内容的交互, 而情感交互领域的研究成果尚不丰富。文章在利用情感计算技术对学习者的情感进行识别、分类、分析的基础上, 结合真实环境中的教师特点, 分析虚拟教师的情感表现, 从面部表情、肢体姿势、声音、言语四方面设计虚拟教师行为表达模式, 构建具有丰富情感表达的虚拟教师形象, 制定教学过程中的应用策略, 从而与学习者进行有效的情感交互。文章结合应用案例讨论基于情感计算的虚拟教师的应用优势与价值, 以期虚拟教师的研究与实践提供参考。

关键词: 情感计算; 虚拟教师; 情感建模; 人工智能

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009-8097(2020)06-0078-08 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2020.06.012

引言

大数据、物联网、云计算等信息技术与教育领域的不断深度融合, 推动了教育的智慧化变革。智慧学习环境的建设, 为学习者提供了优质的学习体验。虚拟化、立体化、智能化的学习场景在教育领域应用越来越广泛^[1], 其强大的沉浸性特点正在变革课堂教学结构与范式。但学习者长时间面对缺乏情感交流的计算机屏幕而感受不到师生交互的乐趣和情感激励, 容易对学习产生抵触情绪, 影响学习效果^[2]。师生交流与情感互动的缺乏, 导致学习者在学习过程中存在难以集中注意力、缺少深层次交互、学习效率低等问题^[3]。情感计算主要着力于探寻学习者情感, 通过技术设备收集学习者在学习过程中的各种状态数据, 对学习者的情感进行识别与分析, 获取学习者情感特征。情感计算技术在教育中的深入应用, 为研发具有丰富情感体验的教育产品提供了可能。

通过分析虚拟教师的研究现状、典型案例及关键技术, 本研究结合真实环境中教师的特点, 关注学习者的学习状态与情感变化, 从面部表情、肢体姿势、声音、言语来定义虚拟教师情感行为, 构建虚拟教师情感模型, 增强师生互动, 提高学习者学习兴趣, 激发学习者学习热情, 改善情感交互缺失的问题, 有效提升学习效果。

一 虚拟教师的研究现状

虚拟现实技术的沉浸性、交互性和想象性的特点, 使得根据学习者的个体差异和学习需求创建个性化的物体和场景成为可能^[4]。虚拟代理设计工具和人工智能技术的快速进步, 使研究人员可以设计出具有媒体特征和情感互动的虚拟角色。虚拟教师作为虚拟代理在教育领域的产物, 起源于 20 世纪 50、60 年代的计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, CAI), 是指利用计算机模仿教师的知识传授过程, 通过交互活动达到教学目的。但此时的虚拟教师只是承担预设的教学任务, 缺乏智能性^[5]。经过 50 多年的发展, 虚拟教师除了可以完成既定的教学任务, 还能模拟真实的教师形象、姿态, 以丰富的表情和逼真的行为出现在学习过程中。基于对国内外

虚拟教师相关文献的分析,本研究将虚拟教师的典型应用案例、关键技术总结如下:

1 虚拟教师类型划分

(1) 技能培训型虚拟教师

技能培训型虚拟教师常用于教育游戏和技能模拟训练中。在团队训练中,虚拟人物可以扮演两个有价值的角色:教练和团队协作成员。通过真实场景模拟,学习者在教师或同伴不能配合时完成团队练习。麻省理工学院开发的自动化交谈教练(My Automated Conversation Coach, MACH)系统,可以生成出一个虚拟会话教练,向用户提出问题并做出回应,通过构建虚拟教练和用户的交流场景,充分锻炼用户的言语表达等能力。

(2) 导航指引型虚拟教师

当我们处在庞大且复杂的工作环境(如银行、博物馆等)时,虚拟人物的主要功能在于帮助我们无缝了解所处空间的位置并制定下一步的路径规划。在学习场景中,虚拟教师的作用体现为学习引导,进行混合学习环境下的学习路径推荐与智能指引。美国南加州大学开发了一款教学代理 Steve,在开展学习任务时,它使用一个路径规划算法为学习者在复杂的环境中提供辅助,通过路径规划引导学习者完成任务。美国教育科技公司 Admit Hub 推出了一款服务于校园环境的人工智能助理 Oli,提供包括校园场馆导航、业务流程指引、教室使用状况查询和消费账单查询等服务,并提供拓展接口,以满足虚实融合学习场景下学习者的个性化需求。

(3) 教学辅助型虚拟教师

随着虚拟现实技术和虚拟人技术的发展,虚拟教师逐渐具有真实教师的部分教学功能,能展现拟人化的虚拟教师形象,对教学起着独特的辅助作用。Holotescu^[6]研究了基于 Facebook Messenger 的教育应用,将虚拟助手应用于教学过程中,充分发挥其社会性、交互性、趣味性 & 智能性的特点,并根据学习者的学习特征进行个性化学习推荐。动画代理 Whizlow 是美国北卡罗来纳州立大学开发的虚拟代理,为学习者提供教学任务分配、教学问题解答的功能,并为学习者提供诸如一对一辅导、重难点解析等学习支持服务。世界首位虚拟教师 Will 已经进入新西兰校园,该数字形象采用“人工神经网络”技术,通过网络摄像头捕捉学习者行为,据此采用不同情感模式开展交流^[7]。PlusOne 公司打造的虚拟形象 Smart Tutor 可以用来收集用户的语言数据、生理数据和肢体数据,并通过数据分析对用户进行适用性学习推荐,辅助用户学习。

(4) 情感反馈型虚拟教师

如何使虚拟教师具有情感特征,以与用户进行情感交流,逐渐成为业界的研究重点。虚拟助手 Zoe 以英国女演员形象为原型,能够展现高兴、愤怒、恐惧等六种人类表情,还能够表达出对应的语音语调,具有丰富的情绪表达能力,对患有孤独症和耳聋儿童的治疗具有良好的应用效果。此外,Line 公司旗下的 Gatebox 虚拟家庭机器人,是通过投影和传感器创建出的一个栩栩如生的虚拟角色,用来陪伴主人并开展互动。Sotobank 制造的 Pepper 机器人,能够辨别人类的面部表情与声音,并通过分析用户的表情特征来判断用户状态,进行情感交流。

2 虚拟教师关键技术分析

随着人工智能技术与虚拟现实技术的发展,虚拟教师的内涵不断丰富,技术手段也在快速更迭。通过梳理相关研究成果,本研究总结出当前虚拟教师的五种关键技术,如表 1 所示。

- [16]于国文,曹一鸣.“中澳法芬”中学数学课堂教师提问的实证研究[J].数学教育学报,2019,(2):56-63.
- [17]赵慧勤,孙波.网络环境下基于虚拟现实技术的情感教学环境的构建[J].中国电化教育,2009,(4):101-104.
- [18]Pelachaud C. Studies on gesture expressivity for a virtual agent[J]. Speech Communication, 2009,(7):630-639.
- [19]彭小江.基于多模态信息的情感计算综述[J].衡阳师范学院学报,2018,(3):31-36.
- [20]梁云真,曹培杰.我国基础教育信息化融合指数的调查研究——来自12省2500余所学校的数据[J].电化教育研究,2019,(11):41-47.

The Design and Application Advantages of Virtual Teachers Model based on Affective Computing

ZHU Ke ZHANG Si-yan LIU Meng-yu

(Henan Engineering Research Center for Educational Big Data, Henan Normal University, Xinxiang, Henan, China 453007)

Abstract: Virtual teachers can simulate real teachers' teaching functions and assist teaching in virtual teaching situations. At present, the research of virtual teachers mostly focuses on the interaction of knowledge content, but the research results in the emotional interaction field is not abundant. Based on the identification, classification, and analysis of learners' emotion by using affective computing technology, combining with teachers' characteristics in real environments, the paper analyzed virtual teachers' emotional performance, and designed virtual teachers' behavior expressions from facial expressions, body postures, voices and speeches. Meanwhile, a virtual teacher image with rich emotional expression was constructed, and the application strategies in teaching process was formulated, so as to carry out effective emotion interaction with learners. In addition, the application advantages and values of virtual teachers based on affective computing were discussed, expecting to provide reference for the research and practice of virtual teachers.

Keywords: affective computing; virtual teacher; emotion model; artificial intelligence

*基金项目: 本文为全国教育科学规划国家一般课题“人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究”(项目编号: BGA190050)的阶段性研究成果。

作者简介: 朱珂, 副教授, 博士, 研究方向为学习分析技术理论与应用, 邮箱为 ezhuke@qq.com.

收稿日期: 2019年9月10日

编辑: 小西

更正声明

刊发于《现代教育技术》杂志2020年第三期的文章《“停课不停学”时期的在线教学研究——基于全国范围内33240份网络问卷调研》,作者为王东东、王怀波等,其中第一作者王东东单位应为东北师范大学教育学部,而非北京师范大学,特此声明。

4. 朱珂, 杨露彬. 众包理念下在线课程游戏化学习任务设计研究. 现代远程教育, 2020(01). (CSSCI 源期刊扩展版, 核心)

中文社会科学引文索引(CSSCI)来源期刊(含扩展版)
中文核心期刊要目总览来源期刊
AMI综合评价(A刊)扩展期刊
复印报刊资料重要转载来源期刊

ISSN 1001-8700
CN23-1066/G4

现
代
远
距
离
教
育

现代远程教育

刊名题字: 启功

二〇二〇年第一期(总第187期)

2020/1

现代远程教育教育

目 录

终身教育

- 3 国际老年教育:演进逻辑、演进特征与价值向度
——基于联合国组织文本的审视
董香君
- 11 “生产经营型”新型职业农民胜任素质的要素构成研究
——基于行为事件访谈法
陈春霞 石伟平

- 19 区域研修中教师学习动机水平的测量与差异性分析:
基于人口学的视角
张妮 刘清堂 卢国庆 孙立鑫 罗磊

eMOOC 研究

- 29 基于演化思想的互联网时代知识发展规律研究框架
王怀波 鲍婷婷
- 36 联通主义学习中社会交互与话题交互的网络化特征
杨业宏 张婧婧 郑瑞昕

教学设计

- 46 面向深度学习的项目式编程学习优化设计与实践
任永功 林禹竹 多召军
- 54 众包理念下在线课程游戏化学习任务设计研究
朱珂 杨露彬 郑光启 李红慧 李东阁
- 62 大学生混合学习行为表现及其作用机制
曹梅
- 69 学习云空间中基于应用语义的资源组织模型研究与实践
刘博 胡杏 罗雯 黄昌勤
- 82 多媒体学习者的认知加工机制:来自眼动研究的综述
郑玉玮 赵诗梦
- 91 STEM 课程校本开发的国际经验与启示
黄璐 赵楠 戴歆紫

现代远程教育

Xiandai Yuanjuli Jiaoyu

双月刊

2020 年第 1 期

(总第 187 期)

1 月 15 日出版

主 管:黑龙江广播电视大学
主 办:黑龙江广播电视大学
黑龙江省远程教育学会

主 编:吕巧凤

责任编辑:陈 瑶

英文编辑:李 未

编辑出版:现代远程教育编辑部

地 址:哈尔滨市南岗区和兴路 92 号

邮政编码:150080

本刊电话:(0451)86301414

投稿邮箱:hjopen@126.com

yuanbjb@163.com

微信公众号:xdyjly

国际标准连续出版物号:ISSN 1001-8700

国内统一连续出版物号:CN23-1066/G4

订 阅:全国各地邮局

国内发行:哈尔滨市邮政局

邮发代号:14-96

海外发行:中国国际图书贸易集团有限公司

国外代号:BM 5480

印 刷:黑龙江省教育厅印刷厂

定 价:10.00 元

期刊基本参数:CN23-1066/G4*1984*H*16*96*zh*P*Y1000*1000*11*2020-1

所处的能力层次,激励学习者向着更高的排名努力。

第四关发布“决战之巅”学习任务(自我成就型)。该任务要求学习者结合自己的理论知识和操作水平开展学习,进行微课的独立创作。在最后一关独立制作微课时,不做内容和形式上的限制,不进行详细描述,只作标题和总体要求的说明,学习者有较高的自由度,学习者可发挥自己的创造力进行创作。学习者提交作品后,作品会在平台上展示,最终通过专家评价和同伴互评得出一个综合的评价结果。通过挑战和创造任务,使学习者对知识进行更深层次的建构,进而使学习者自我成就、自我提升、自我超越和自我实现。

五、结语

在时空隔离的大规模在线学习情境中,学习任务是连接教师与学习者、学习者与学习者的重要纽带,对于激发学习者学习兴趣、辅助教师完成教学任务具有重要意义。随着游戏化和众包融合现象的出现“游戏化”与“众包”被重新定义,游戏化众包系统引起了业界的广泛关注。本文通过对现有文献进行梳理与研究,基于成就需求理论将学习任务进行分类,以大规模在线学习任务设计为核心,以众包三要素为出发点,分析任务类型,细化任务元素,将游戏化实施策略与任务设计、学习者匹配任务两个阶段相结合。从任务驱动角度出发,构建出游戏化和众包理念下大规模在线学习任务设计应用模型并提出了满足学习者需求的任务设计策略。将游戏化和众包理念科学合理地应用于在线教育领域,以期提升大规模在线学习的质量提供有效思路,为后续研究提供参考借鉴。

【参考文献】

- [1] GEIGER D, SCHADER M. Personalized task recommendation in crowdsourcing information systems – current state of the art [J]. Decision support systems, 2014, 65 (C) : 3 – 16.
- [2] 王宇. 慕课低完成率问题的归因与解法 [J]. 现代教育技术, 2018, 28 (09) : 80 – 85.
- [3] Howe J. The rise of crowdsourcing [J]. Wired magazine, 2006, 14 (6) : 1 – 4.
- [4] Prester J, Schlagwein D, Cecez – Kecmanovic D. Crowdsourcing for education: literature review, conceptual framework, and research agenda [J]. 2019.
- [5] ZHAO Y X, ZHU Q H. Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction [J]. Inform Systems Frontiers, 2014, 16 (3) : 417 – 434.
- [6] LOW D J. Following the crowd [J]. Nature, 2000, 407: 465 – 466.

[7] Leimeister J M, Huber M, Bretschneider U, et al. Leveraging crowdsourcing: activation – supporting components for IT – based ideas competition [J]. Journal of management information systems, 2009, 26 (1) : 197 – 224.

[8] Pee L G, Koh E, Goh M. Trait motivations of crowdsourcing and task choice: A distal – proximal perspective [J]. International Journal of Information Management, 2018, 40: 28 – 41.

[9] 袁少英, 韩雨丝, 王丽霞, 等. 任务价值和学业情绪与网络学习满意度的关系研究 [J]. 电化教育研究, 2016, 37 (03) : 72 – 77.

[10] Zhao Y, Zhu Q. Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction [J]. Information Systems Frontiers, 2014, 16 (3) : 417 – 434.

[11] Liu Y, Alexandrova T, Nakajima T. Gamifying intelligent environments [C] // Proceedings of the 2011 international ACM workshop on Ubiquitous meta user interfaces. ACM, 2011: 7 – 12.

[12] Choi J, Choi H, So W, et al. A study about designing reward for gamified crowdsourcing system [C] // International Conference of Design, User Experience, and Usability. Springer, Cham, 2014: 678 – 687.

[13] Morschheuser B, Hamari J, Koivisto J, et al. Gamified crowdsourcing: Conceptualization, literature review, and future agenda [J]. International Journal of Human – Computer Studies, 2017, 106: 26 – 43.

[14] Roa – Valverde A J. Combining gamification, crowdsourcing and semantics for leveraging linguistic open data [C] // Proceedings of CEUR Workshop. Riva del Garda, Italy, 2014.

[15] Marasco E, Behjat L, Rosehart W. Enhancing EDA education through gamification [C] // 2015 IEEE International Conference on Microelectronics Systems Education (MSE). IEEE, 2015: 25 – 27.

[16] Jonassen D H, Tessmer M, Hannum W H. Task analysis methods for instructional design [M]. Routledge, 1998.

[17] 张倩, 刘清堂, 张文菁, 等. 课堂师生互动视域下教师行为特征分析与策略研究——基于 Leary 模型 [J]. 现代远程教育, 2019 (03) : 30 – 37.

[18] 陈英奇, 赵宇翔, 朱庆华. 科研众包视角下公众科学项目的任务匹配模型研究 [J]. 图书情报知识, 2018 (03) : 4 – 15.

[19] Afuah A, Tucci C L. Crowdsourcing as a solution to distant search [J]. Academy of Management Review, 2012, 37 (3) : 355 – 375.

[20] 张丹, 刘晓. “问题引领学习”的构建及单元教学研究 [J]. 数学教育学报, 2018, 27 (05) : 42 – 47.

[21] 张辉蓉, 冉彦桃, 刘蝶, 等. 教师“问题提出”教学知识建构 [J]. 数学教育学报, 2019, 28 (02) : 13 – 17.

[22] Alrainsi K M, Zo H, Ciganek A P. Understanding the MOOCs continuance: the role of openness and reputation [J]. Computers & Education, 2015, 80: 28 – 38.

[23] 陈奕桦, 付倩兰, 林宗莹. 电子白板竞赛游戏课堂评价环境下小学生数学学习表现的变化 [J]. 现代教育技术, 2019, 29 (04) : 67 – 74.

[24] 郝祥军, 王帆, 彭致君, 等. 群体在线学习过程分析: 学习者角色的动态转换 [J]. 现代远程教育, 2019 (03) : 38 – 48.

[25] 李梅. 在线环境下项目化学习支架探究 [J]. 现代远程教育, 2019 (01) : 3 – 9.

[26] 朱鹏, 朱星洲, 丁昱春. 游戏化对 MOOC 用户持续使用意愿的影响研究 [J]. 中国电化教育, 2019 (04) : 85 – 91.

[27] 裴蕾丝, 尚俊杰. 学习科学视野下的数学教育游戏设计、开发与应用研究——以小学一年级数学“20 以内数的认识和加减法”为例 [J]. 中国电化教育, 2019 (01) : 94 – 105.

5. 朱珂, 贾彦玲, 冯冬雪. 欧洲义务教育阶段发展计算思维的理论与实践研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(09): 89-96+121. (CSSCI 源期刊, 核心)

ISSN1003-1553
CN62-1022/G4

电化教育研究[®]

e-EDUCATION RESEARCH

中文核心期刊 (教育类) CSSCI 来源期刊 RCCSE 中国权威学术期刊 AMI 核心期刊

超短焦教育激光投影机
引领教育激光新时代

PROPIX[®]
派克斯



派克斯激光反射短焦投影机

亮度: 3300-4500流明

分辨率: XGA, WXGA, 1080P, WUXGA

北京东方中原教育科技有限公司

服务热线: 400-001-8522

www.donview.cn

Dianhua Jiaoyu Yanjiu

第40卷/vol40
2019.9

83 基于智慧课堂的高校诚信教育课例设计与实践研究

王 盾

历史与国际比较

89 欧洲义务教育阶段发展计算思维的理论与实践研究

朱 珂 贾彦玲 冯冬雪

97 国外信息技术支持的视障学生教育应用与启示

蒋艳双 乜 勇 张 靖

106 芬兰STEM教育的框架及趋势

杨 盼 韩 芳

学科建设与教师发展

113 中外英语教师在线合作反思对比研究

王 琦 雷 欢

122 教育硕士(现代教育技术)专业学位研究生

“创客教育”课程设计研究

李建珍 宗 晓

电 教 信 息

1 第24届全球华人计算机教育应用大会(GCCCE2020)征稿通知

88 第二届数字学习研究方法暨SSCI/CSSCI论文写作

高级研修班在兰州举办

封二、封三 献礼建国70周年特别策划

封底 欢迎订阅2020年《电化教育研究》

封面 电化教育产业

主管单位 中国电化教育研究会

西北师范大学

主办单位 西北师范大学

中国电化教育研究会

主编·社长 郭绍青

常务副主编 郭 荆

责任编辑 李 华

国际标准连续出版物号

ISSN 1003-1553

国内统一连续出版物号

CN 62-1022/G4

编辑出版 电化教育研究编辑部

印 刷 兰州新华印刷厂

发行范围 国内外公开发行

国内发行 甘肃省报刊发行局

邮发代号:54-82

国外发行 中国国际图书贸易集团

有限公司

国外代号:M3268

广告许可证 6201054000003

本刊地址 兰州市安宁东路967号

(西北师范大学内)

邮政编码 730070

电 话 0931-7971823 7970586

E-mail dhjyj@163.com

网 址 <http://aver.nwnu.edu.cn/>

微信公众号 e-EducationResearch

定 价 15.00元

出版日期 2019年9月1日

本刊所发表文章版权归本刊所有。本刊与中国知网、万方、龙源、维普、CSSCI、AMI等国内多家数据库签署了合作协议。作者向我刊投稿,即视为同意本刊与多家数据库签署的协议。

欧洲义务教育阶段发展计算思维的理论与实践研究

朱珂, 贾彦玲, 冯冬雪

(河南师范大学 教育学部, 河南 新乡 453007)

[摘要] 计算思维被明确地视为 21 世纪必备的关键技能, 已经被业界推崇为和数学、读写能力一样重要的基本技能。随着人工智能时代的到来, 计算思维得到了更加广泛的关注。然而要将计算思维成功地纳入义务教育中, 仍然面临着诸多问题和挑战。为提供关于计算思维的全面概述, 让学生更好地理解计算思维的核心概念和属性, 欧盟委员会联合研究中心发布了《在义务教育阶段发展计算思维研究报告》。通过对《报告》的解读及其重点关注领域、关键结论、研究成果等的梳理, 结合我国在义务教育阶段发展计算思维的现状和诉求, 提出以下建议: 达成对计算思维的共同理解; 获得社会各界的广泛支持; 制定全面整合计算思维的发展规划; 打造一体化教育生态系统。

[关键词] 计算思维; 义务教育; 实践研究; 21 世纪技能; 人工智能

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 朱珂(1982—), 男, 河南南阳人。副教授, 博士, 主要从事学习分析、STEM 教育和计算思维的研究。E-mail: ezhuke@qq.com。

一、引言

随着人工智能时代的到来, 计算思维被明确地视为 21 世纪必备的关键技能, 已经被业界推崇为和数学、读写能力一样重要的基本技能, 是信息化社会中数字公民所应具备的基本素养^[1]。计算思维是信息学和计算机科学领域的关键思想和概念, 是一种思维过程, 它利用分析和算法的方法来制定、分析和解决问题, 旨在培养学生的逻辑思维及解决问题的能力。在过去的十多年里, 计算思维在教育领域引起了越来越多的关注, 并产生了大量的学术论文及研究报告。然而, 随着计算思维的相关研究和实践项目数量的持续增长, 将计算思维成功地纳入义务教育也面临着诸多的问题和挑战^[2]:(1)计算思维的核心特征是什么? 计算思维与义务教育中的编程、编码的关系是什么? 计

算思维与数字能力的关系是什么?(2)如何使教师有效地将计算思维纳入教学实践?(3)计算思维是否在特定科目中发展? 在义务教育中进一步推广计算思维课程需要什么? 为了给学生提供一个关于计算思维的全面概述, 更好地理解计算思维的核心概念和属性, 了解发展计算思维技能对推动义务教育的潜力, 欧盟委员会联合研究中心发布了《在义务教育阶段发展计算思维研究报告》的科学政策报告(以下简称《报告》), 对最近的研究成果及不同层面的政策措施进行了全面的概述和分析, 以推动 21 世纪学生计算思维能力的发展^[3]。文章主要通过对《报告》整体内容的解读及其重点关注领域、关键结论、研究成果等的梳理, 进而挖掘欧洲义务教育阶段发展计算思维的政策和实践意义, 为我国义务教育阶段计算思维教育的开展提供借鉴和参考。

基金项目: 国家社会科学基金教育学一般课题“人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究”(课题编号: BGA190050)

二、《报告》的整体框架及重点研究领域

《报告》全面概述了学生的计算思维技能,包括近期的研究成果及相关的公、私政策措施,全面审查了计算思维技能的定义和框架,分析并综合利用了影响校内外学生发展计算思维技能的相关成果,旨在全面了解学生的计算思维能力,理解计算思维的核心概念和属性及其在推动义务教育发展中的潜力。《报告》主要包括理论研究、教育部门调查、专家见解及关键数据整合四个主要部分。

理论研究部分主要是对相关文献数据进行的研究综述,该部分收集并分析了来源于政策报告、期刊、会议论文、网站、博客等的 570 多篇学术论文及研究报告;深度解析了英国、法国和芬兰 3 国的国家核心课程,讨论了 4 篇国家层面的政策文献;详细描述了 7 个已经在欧洲地区实施的发展学生计算思维能力的措施;深入分析了与计算思维相关的 20 多门慕课课程。综述还概述了当前关于计算思维的主要研究内容、发现及启示,并对其进行了深入的分析和比较,确定了计算思维与编程、编码及数字素养、数字能力之间的关系,并对计算思维现有的概念进行了重新的界定和分类。教育部门调查部分主要是为了对理论研究和专家访谈的结果进行补充,调查重点关注了计算思维研究的相关政策和文献,内容涵盖了计算思维术语、课程整合、教师培训、评估策略、计算思维与数字素养和数字能力的关系以及计算思维与编程和编码的关系等六大主题。专家见解部分主要包括 9 个国家的政策制定者、14 个研究人员及从业者的半结构化访谈内容,访谈的主要目的是验证和补充理论研究。关键数据整合部分主要包括总结理论研究、教育部门调查、专家见解的关键结论,形成 5 篇总结性的内部报告,并在此基础上得出最终结论。

《报告》重点关注了统一理解、综合整合、系统推

广及政策支持四个重点领域,并对上述领域的具体实施措施提出了建议,如图 1 所示。为了使计算思维在各级义务教育中得到全面整合,首先需要明确计算思维的定义以及如何进行语境化的共同理解,尊重教师以符合其学校背景的方式引入计算思维的自由,澄清计算思维与数字素养、数字能力之间的关系,吸取实践经验和教训。其次,需要设定清晰的整合愿景及具体的实施目标,将计算思维所涉及的内容纳入课程,综合考虑各种因素,确定最佳的课程内容呈现方式。再次,为了能够系统地推广计算思维,可以采取整体引入的方法将计算思维纳入义务教育,包括结合具体实践的评估策略、教师培训等。另外,与政策制定者、基层民众、研究人员及其他利益相关者的交流可以避免发生重复性的错误,促进实践的进行,增加行动策略的价值。最后,还需要一个广角监测系统和分析策略来衡量实施行动的影响力及可持续性。

三、理解计算思维

(一) 计算思维的核心概念和技能

2006 年 3 月,周以真在《美国计算机协会通讯》(Communications of the ACM)专栏中介绍“计算思维”的概念时指出:“计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。”^[4]这篇文章引发了关于计算思维本质及其教育价值的国际讨论,2010 年,美国国家研究委员会(NRC)与包括周以真在内的主要国际研究人员组织了一次“计算思维的范围和性质研讨会”,由于参会者对计算思维的范围和性质都表达了不同的观点,所以会议对计算思维的基本定义最终未达成共识^[5]。2011 年,周以真为了推动对计算思维定义的讨论,提出了计算思维的新定义:“计算思维是涉及制定问题及其解决方案的思维过程,因此,解决方案以一种可以由信息处理代理(机器



图1 报告重点关注的领域

或人)有效执行的形式表述出来。”^[10]这个定义中有两个方面对义务教育特别重要,一是强调计算思维是一个思维过程,独立于技术;二是计算思维是一种特殊的解决问题的方法,需要不同的能力参与解决问题^[7]。

《报告》梳理了不同文献中对于计算思维技能特征的描述,见表1^[8-12]。

表1 计算思维的技能特征

作者	Barr&Stephenson (2011)	Lee et al. (2011)	Grover&Pea (2013)	Selby &Woollard (2013)	Angeli et al.(2016)
计算思维的技能特征	抽象化	抽象化	抽象和模式概括	抽象化	抽象化
	算法和程序		控制流程的算法概念	算法思维	算法(包括排序和控制流程)
	自动化	自动化			
		分析			
			条件逻辑		
	问题分解		结构化问题分解(模块化)	分解	分解
			调试和系统错误检测		调试
			效率和性能限制	评估	
				概念化	概念化
			迭代、递归和平行思维		
	平行化				
	仿真				
		符号系统和表征			
		系统处理信息			

表2 计算思维的核心技能和定义

计算思维的技能	定义
抽象	抽象是通过减少不必要的细节使事物更容易被理解的过程。抽象的技巧是选择正确的隐藏细节,使问题变得更容易,而不会丢失任何重要的东西。其关键部分是选择一个良好的系统表示。不同的表述使不同的事情变得容易 ^[3]
算法思维	算法思维是通过步骤的清晰定义来获得解决方案的一种方法 ^[3]
自动化	自动化是一种节省劳动力的过程,在此过程中,计算机被指示要快速高效地执行一组重复的任务,并且要与人的处理能力相比较。在这种情况下,计算机程序是“抽象的自动化” ^[4]
分解	分解是根据组成部分来考虑事物的一种方式,可以分别对这些部分进行理解、解决、开发和评估。这使得复杂的问题更容易被解决,能够更好地理解新的情况,更容易设计大型系统 ^[5]
调试	调试是分析和评价的系统应用,使用诸如测试、跟踪和逻辑思维等技能来预测和验证结果 ^[6]
概括化	概括化与识别模式、相似性、连接以及利用这些特征相关。这是一种基于先前解决问题的方法 ^[3] ,并且以以前的经验为基础,快速解决新问题的方法。问诸如“这和我已经解决的问题相似吗”和“它有什么不同”在这里很重要,正如在所使用的数据和正在使用的过程/策略中识别模式的过程一样。解决一些具体问题的算法可以适应于解决一整套类似问题

从表1中描述的条目可以概括出计算思维的特征,即计算思维描述了制定问题所涉及的思想过程,涉及抽象、算法思维、自动化、分解、调试及概念化的计算解决方案。具体的特征定义见表2。

《报告》指出,一些研究者认为计算思维不仅以技能为特征,也以态度或性格为特征,认为计算思维是一种能力,是知识、技能和态度的总和。具体要点见表3。

表3 计算思维的属性

参考	计算思维的属性
Barr, Harrison, Conery ^[7]	处理复杂性问题的信心;处理棘手问题的坚持;处理模棱两可问题的能力;处理开放式问题的能力;与他人沟通、合作以达成共同目标或解决方案的能力
Woollard ^[8]	修正;创新;调整;坚持;合作
Weintrop et al. ^[9]	处理复杂性问题的信心;处理具有挑战性问题的坚持;处理开放式问题的能力

(二) 计算思维与数字化学习的关系

2006年,欧洲议会和欧盟理事会就终身学习的关键能力提出了建议,确定数字化能力为终身学习能力的八种关键能力之一^[20]。随着在义务教育中整合计算思维的趋势越来越明显,探索计算思维与数字化能力的关系更具现实意义。

通过对《报告》中相关文献的研究,发现只有少量文献明确地探讨了数字化能力与计算思维的关系,其中,最重要的贡献来自于政策文件。挪威强调将计算思维作为一种了解“幕后”的手段并强调其工作原理,倾向于将学生培养成为一个有能力、安全的数字工具和资源的使用者,同时,特别关注解决问题的过程、方法及创造性解决方案。捷克共和国认为,计算思维是

一种能力,而良好的数字素养是培养计算思维的前提。意大利认为,计算思维是数字素养和媒体素养的关键,是学生认识数字世界并发挥其创造能力的基础。立陶宛认为,发展计算思维可以培养学生的数字技能,开发其群体智慧。波兰也认为,在义务教育阶段开设计算机科学课程有助于普及数字文化^[21]。

通过对相关文献的梳理可以明确地区分计算思维与数字化能力,计算思维的独特之处在于其核心是解决问题的过程和方法,并制定可计算的解决方案。虽然两者联系紧密,但计算思维不仅仅是编程,数字化能力不能完全表达计算思维的核心思想及技能。

(三) 计算思维与编程、编码的关系

《报告》中对计算思维与编程、编码的关系进行了详细的描述,并指出编码和编程通常可以互换使用,以指示计算机执行“写入”指令的过程。但编程是指分析问题、设计解决方案、实施方案等广泛的活动,而编码是指用特定的编程语言实现解决方案的阶段。有学者将编程看作是通过创造数字故事、视频游戏表达自我,探索其他领域的媒介。另外也有学者认为,计算思维的关键技能是抽象,写作和编程是抽象的一种表达方式,编程是用计算媒体表达自己写作的形式^[22]。

计算思维是利用计算机科学解决问题的一种强有力的思维方式,这种思维不仅体现在解决某一问题上,更体现在探索模式上,能够去除细节、概括抽象、制定解决问题的步骤、建立仿真模型,对解法进行测试和调试,从而解决同类所有问题。计算机科学教育不应当只是培养未来的程序员或计算机科学家,应该使每个生活在数字世界的人,具有运用计算思维解决问题的能力。所以,教育应注重培养孩子们的计算思维,而不只是计算机科学或编程。有些学者认为,孩子们必须通过学习编程来锻炼计算思维能力^[23];而另一些学者则关心问题是如何解决的,并不在意解决的方法是否通过编程实现^[25]。

综上所述,编程、编码是计算思维的重要组成部分,它使计算思维的概念变得更具体,编程教育成为

促进计算思维能力提升的有效途径^[24],但计算思维还涵盖其他核心元素,如问题分析、问题分解的过程。

四、义务教育中整合计算思维的主要趋势

(一) 在课程中整合计算思维的基本原理

欧洲不同国家在课程中整合计算思维的原理也不同,其中,芬兰、法国、立陶宛、波兰、葡萄牙、瑞士这6个国家课程着重于编码和编程技能的发展;芬兰、法国、立陶宛、波兰4国课程则注重吸引更多的学生学习计算机科学;而芬兰、法国这2国还注重学生在信息通信技术行业的就业能力的培养。具体整合原理见表4。

总之,欧洲大多数国家在义务教育阶段发展计算思维主要是为了培养学生的21世纪技能,其整合原理主要表现在以下两个方面:第一,培养儿童和年轻人的计算思维,使他们能够从不同的角度分析日常问题,以不同的方式思考问题,解决现实问题,通过各种媒体表达自己;第二,通过培养学生的计算思维以促进经济增长,填补信息通信技术岗位空缺,为未来就业做准备。

(二) 计算思维在课程中的地位

计算思维在整合的过程中,还涉及一个重要的问题,即计算思维在课程中的地位,是作为一门独立学科存在,还是整合到其他学科领域中?《报告》主要根据两个标准具体考察计算思维在课程中的定位:教育水平和科目。

在芬兰,算法思维和编程是数学(1~9年级)和工艺(7~9年级)课程的一部分,并作为实践活动支持其他课程的学习。1~2年级主要学习分步指令的原则,3年级开始学习可视化编程,7年级学习算法的原理,并理解不同算法的用处。在法国,算法也是数学课程的一部分,主要分为4个周期来学习算法和编程。第一周期主要培养学生对周围世界的认知,使学生学会使用恰当的软件来编码空间的运动;第二周期开始让学生理解简单的算法,并学会生成算法;第三个周期

表4 在课程中整合计算思维的基本原理

	奥地利	捷克	丹麦	芬兰	法国	希腊	匈牙利	意大利	立陶宛	波兰	葡萄牙	瑞士
培养逻辑思维能力	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
培养解决问题的能力	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
培养其他关键能力		√		√		√		√	√	√	√	√
吸引更多的学生进入计算机科学领域				√	√				√	√		
培养编码和编程技能				√	√				√	√	√	√
促进进入信息通讯技术领域的就业能力				√	√							

专注于所有学科领域的抽象化进程,开始正式学习编程;第四个周期主要是培养学生的算法思维和逻辑思维。在葡萄牙和奥地利,计算思维是信息通信技术和信息学课程的一部分,主要学习算法和编程的基本操作原理。

(三)计算思维的教学方法、学习工具及评估方法

1. 计算思维的教学方法

《报告》呈现了多种在义务教育阶段培养计算思维的教学方法,欧洲多数国家常采用的方法之一是CS Unplugged(Computer Science Unplugged),即不插电的计算机科学。它通过一些生动有趣的活动或游戏,采用自主开放的学习方式,把计算思维能力的培养融入青少年的信息技术课程学习中,其创新点是不使用任何实体计算机就能达到学习“计算机科学”的目的^[25]。

不插电意味着将计算机科学原理融入活动或游戏之中,不仅教给学生科学的道理,还促进学生对计算机科学产生浓厚的兴趣。不插电计算机科学中对计算机工作原理的阐释可以激发学生的创造性,能够帮助学生更好地理解并运用计算机科学知识,更有效地激发学生的求知欲和创造力,让学生能够主动探索和积极思考,从而训练学生的计算思维能力,培养学生解决实际问题的能力,理解科学技术服务于生活、让生活更美好的本质^[26]。

培养计算思维的另一种方法是使用计算机模拟支持学习。学习者通过模拟过程探索现象的本质,在改变模拟参数值的同时进行“假设”实验并得到反馈。由于计算模型是可执行的模型,容易测试、调试和改善,学生不仅可以用来模拟,还可以修改底层计算模型,设计并运作理想模型。

2. 计算思维的学习工具

在义务教育阶段引入计算思维的核心概念和技能需要借助学习工具,这些学习工具既能满足学生进行简单的编程活动的需求,也可以使经验丰富的学习者进行具有挑战性的活动。

《报告》指出,编程作为探索其他领域、自我表达的媒介,使计算思维的概念变得更具体,是培养计算思维的学习工具之一^[27]。视觉编程常常被应用到创建数字化的游戏中,学习者可以通过拖放可视化的语言开始创作,但为了控制多个屏幕和交互式动画,编程语言需要包含用于并发和处理事件的原始语句,相当复杂和繁琐。基于组块的编程环境被用于执行动画故事叙述的活动,学习者需要以类似于游戏创作的方式分解场景和角色动作。培养计算思维的学习工具除了

基于屏幕的虚拟环境,还包括有形的编程学习工具,如乐高机器人系列、可穿戴软件 Lilypad、微型可编程计算机 BBC Micro:bit,帮助学习者学习基础的编程知识^[28]。

3. 计算思维的评价方法

在教育中全面有效地整合计算思维,其评价方法至关重要。然而,涉及计算思维概念和结构的评估以及计算思维向其他知识领域转移的研究仍然非常有限^[29]。

《报告》指出,现阶段评估计算思维发展的方法主要有以下几种^[30]:第一种方法是分析学生的项目组合,生成每个项目中使用编程组块或未使用编程组块的可视化表示。第二种方法是基于对项目选定者的访谈。通过让项目选定者完成多项选择题作答或参与随机访谈的方式评估学生的计算思维能力。第三种方法是使用支持教育工作者评价学生编程和计算思维发展的工具。第四种方法是基于设计的方法。为项目参与者提供低、中、高三个复杂程度的项目,让参与者自主选择,然后根据选择的内容来阐述项目作用,描述扩展过程,制定故障排除方案,重组项目实现新功能转换。通过评估学生的设计方案,了解学生的计算思维发展水平^[31]。

目前,对学生计算思维能力的评估还处于不成熟阶段,现有的评估方法和工具只涵盖了计算思维的部分领域,仍需要进一步的研究才能实现对计算思维的全面评估。

(四)培养教师的计算思维

将计算思维引入义务教育需要专业教师的大力支持,欧洲各国为了将计算思维引入现有课程,对在职教师进行了持续的专业培训。如意大利教育部的“数字学校”计划^[32],通过混合培训、研讨会、在线培训和分层培训的方式,培训教师掌握计算思维的教学方法。

此外,针对职前教师的培训,欧洲各国主要采用以下四种方法:第一种方法是 Partner for CS Professional Development (计算机科学专业发展合作模式),该模式不仅包括暑期学院学习,还包括后续的课堂教学支持和在线支持服务^[33];第二种方法是将计算思维整合到现有的解决问题的批判性思维模块中,职前教师在学习教育心理学课程时,一并完成对计算科学的学习^[34];第三种方法包括一系列职前发展干预措施,以协助教师在其他学科领域(如音乐、语言艺术、数学和科学)中利用计算思维和编程作为教学工具;第四种方法是培训职前教师使用 Flash 动作脚本

编写伪代码来解决问题,并将伪代码转换成动作脚本,在这个过程中,使教师既提高了计算技能,又学习了编程。培训过程展示了如何使用动作脚本语言制作教学产品,并且在每个阶段,参与者错误的思维都会被及时识别和纠正^[6]。

五、对我国义务教育阶段发展计算思维的启示

(一)达成对计算思维的共同理解

随着信息化、数字化社会的到来,教育正在发生快速的变化,并处于变革的临界点。全球范围内,以教育为主题的自上而下的正式教育改革和自下而上的非正式教育措施正在不断涌现,目的是让年轻人适应全新的数字化生活和学习环境。计算思维作为21世纪必备的关键技能,能够帮助学生更好地利用信息技术理解和解决生活与学习中的真实问题,成为合格的数字化公民。为了保证所有学生能够在数字经济中茁壮成长,需要每一位学生提供与计算思维相关的实践活动及经验。而现阶段关于计算思维的概念、组成要素、基本结构等问题,学术界还未达成共识,而且世界各国对计算思维的称呼术语也不尽相同,特别是当用不同的术语来指代计算思维的核心概念时,容易引起概念混淆。因此,各国的相关学者需要加强相互间的交流、合作,达成对计算思维的共同理解,不仅包括对计算思维概念、要素等一系列问题的理解,还需要达成在不同语境下对计算思维的共同理解,这样既有益于各国之间的学术交流,更有利于借鉴彼此整合计算思维的成功经验,让不同国家以适合自己教育背景的方式引入计算思维。

另外,在现有的相关文献中,关于数字化能力与计算思维之间的关系还存在争议,学者认为二者属于不同的概念,分别培养学生不同方面的能力,但有些国家的教育部门认定两者属于共同的主题,都是为了培养学生实用的信息通信技术技能。针对这一问题,需要学者与教育部门之间共同协商,达成共识,澄清计算思维与数字化能力之间的异同,也便于将相关的科研成果应用于具体的教学实践中,推动计算思维的有效整合。最后,正式教育和非正式教育之间也需要相互合作、协商,共同促进计算思维的发展。正式教育可以借鉴非正式教育的经验教训,为计算思维在正式教育中的整合提供宝贵意见,另外,非正式教育拥有丰富的教育教学资源,不仅可以为正式教育中积极性高的学生提供课外学习的机会,也可以为正式教育提供教育平台,结合正式教育中的核心课程,共同培养所有儿童计算思维的发展。同时,二者之间也可以达

成共同的合作项目,如教师培训等,共同促进彼此的发展。

(二)获得社会各界的广泛支持

计算思维是当前国际广为关注的一个重要概念,得到了世界各国教育界的广泛支持。2008年,美国计算机科学教师协会在微软公司的支持下发布《计算思维:一个所有课堂问题解决的工具》报告^[9];2011年,又提出了《CSTA K-12 年级计算机科学标准》,为 K-12 阶段的计算机科学教育提供了综合全面的标准,并强调了计算思维对计算机科学的重要性。在此基础上,2016年,美国计算机科学协会、计算机科学教师协会等部门又联合指导并发布了《K-12 计算机科学框架》,将计算机科学作为一门独立的学科,把培养学生的计算思维作为框架的核心实践。英国计算机学会也组织了欧洲的学者对计算思维进行研讨,并提出了欧洲的行动纲领^[7]。我国高校信息技术教育领域也正在关注并研究计算思维,于2010年7月在西安交通大学举办了首届“九校联盟(C9)计算机基础课程研讨会”,并在会议上发布了《九校联盟(C9)计算机基础课程发展联合声明》,以计算思维为核心,确定了计算机基础课程的教学改革^[8]。但除此之外,我国目前还没有明确的国家政策支持计算思维的发展,中小学信息技术课程也较少涉及计算思维的培养,因此,需要在不同层面强调计算思维对于青少年的重要性,获得社会各界对发展计算思维的广泛支持。首先,高校是我国计算思维的研究中心,在强调本土研究的基础上,需要加强国内高校之间的合作交流,共同寻找适合我国国情的计算思维发展之路,同时,还需要加强国际学术交流,互相借鉴研究成果,共同迎接科研挑战,推动计算思维的研究发展。其次,国家的政策决策者也需要加强彼此之间的交流、合作,借鉴其他国家整合计算思维的成功经验,再结合本国的实际情况,完善计算思维的发展规划。再次,在获得发展计算思维的国家政策和战略规划支持的基础上,需要采取广泛的监测和分析战略来衡量实施行动的影响力和可持续性,确定行动计划的优先次序,扩大行动影响。最后,在信息技术课程的具体实施阶段,需要将计算思维的核心概念及涉及的主要内容、教育优势等告知课程参与者,让其真正理解计算思维的重要性。同时,学生家长及其他利益相关者也需要明确理解发展计算思维的意义,合力推动计算思维在学校教育中的整合发展。

(三)制定全面整合计算思维的发展规划

在义务教育中整合计算思维已成为未来教育的

发展趋势,要想实现计算思维的全面整合,需要制定完善的教育发展规划。首先,需要以明确的目标阐明在义务教育中整合计算思维的前景,并在此基础上制定具体的实施规划,确定培养不同阶段学生计算思维的教学重点、教学方法及评估工具。其次,需要重点考虑计算思维在整合学科领域所占的比重,以及在众多学科领域中的定位。虽然计算思维是信息社会中人们所应具备的基本技能之一,但结合当前的教育实践,仍然不能作为一门独立的学科存在,只能作为一种融入信息技术课程的学科核心素养,通过信息技术课程达到培养学生的计算思维的目的。另外,由于计算思维涉及的内容远不止几个小时的编程那么简单,因此,在现有的课程体系中加入计算思维需要使用科学的策略来处理所涉及的各种因素,准确定位计算思维的地位。计算思维强调发展问题、解决问题,STEM教育也强调培养学生运用多学科知识解决问题的能力^[9],因此,可以将计算思维整合进STEM教育,通过STEM教育提升学生的计算思维能力^[10]。由于STEM教育包含数学、工程、科学等多学科知识,能够开展不同形式的跨学科主题活动^[11],丰富学生的学习生活,增强学习任务的探索性与实践性,使学生的计算思维得到充分的发展。最后,该领域相关专家强调早期的计算思维概念和活动的重要性,认为越早开发学生的相关能力,越能有效地促进计算思维能力的迁移。因此,为了保证计算思维发展规划的全面、有效,需将计算思维的相关概念和活动尽早地引入现有

的教育体系,形成完整的发展链条。

(四)打造一体化教育生态系统

在义务教育阶段整合计算思维,需要采取整体的方法把计算思维引入义务教育。正式的学校教育因受其时间、资源、条件等因素的限制,培养计算思维的方法具有局限性。因此,在利用正式的学校教育的基础上,还需要利用非正式教育、课外教育,共同构建一个跨部门合作的教育生态系统。在这个生态系统中,各部门不是简单地拼凑在一起,而是机构之间相互协同,充分发挥各自的优势,创建具有本土特色,突出优势的教育生态系统,最终通过正式教育、非正式教育的融合,真正实现计算思维的全方位发展。首先,为了创建循环的学习系统,不仅需要制定详细的发展战略和措施,还需要教师具备专业的计算思维知识。目前我国大部分学校只在高中阶段配备相应的信息技术教师,而中小学大多为兼职的信息技术教师,因此,在具体的整合过程中需要对在职教师进行大规模、持续的专业知识培训,不仅应注重对教育教学知识的培训,还应注重对具体教学方法、教学实践的培训,同时,还需要加强正式教育和非正式教育之间的衔接,整合校内外资源,共同致力于相关教师的培训。其次,在构建一体化教育生态系统时,需要明确各部门的责任,各司其职,以责任为边界,发挥各自优势,共同推动计算思维的发展。最后,还需要加强媒体对计算思维的宣传报道,引起社会各界的广泛关注,推动形成全社会重视计算思维的育人环境,构建一体化教育生态系统。

[参考文献]

- [1] 张立国,王国华.计算思维:信息技术学科核心素养培养的核心议题[J].电化教育研究,2018,39(5):115-121.
- [2] European Commission. A new skills agenda for Europe. Working together to strengthen human capital, employability and competitiveness[R]. Brussels:European Commission,2016.
- [3] European Commission. Strengthening European investments for jobs and growth: towards a second phase of the European fund for strategic investments and a new European external investment plan[R]. Brussels:European Commission,2016.
- [4] WING J M. Computational thinking[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(3):33-35.
- [5] National Research Council. Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking [R]. Washington D.C.: National Academies Press,2010.
- [6] 单俊豪,闫寒冰.美国 CSTA 计算思维教学案例的教学活动分析及启示[J].现代教育技术,2019,29(4):120-126.
- [7] 谢忠新.关于计算思维进入中小学信息技术教育的思考[J].中小学信息技术教育,2017(10):38-42.
- [8] BARR V, STEPHENSON C. Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? [J]. ACM Inroads, 2011, 2(1):48-54.
- [9] LEE I, MARTIN F, et al. Computational thinking for youth in practice[J]. ACM Inroads, 2011, 2(1):32-37.
- [10] GROVER S, PEA R. Computational thinking in K-12 a review of the state of the field [J]. Educational researcher, 2013, 42(1): 38-43.
- [11] SELBY C C, WOOLLARD J. Computational thinking: the developing definition[EB/OL].(2013-10-07)[2019-03-19]. <https://eprints.>

- soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf.
- [12] ANGELI C, VOOGT J, et al. A K-6 computational thinking curriculum framework – implications for teacher knowledge [J]. *Educational technology & society*, 2016, 19(3):47-57.
- [13] 黄龙强. 在高中信息技术课程中培养学生算法思维能力的研究[D]. 武汉:华中师范大学, 2016:7-9.
- [14] LEE I, MARTIN F, et al. Computational thinking for youth in practice[J]. *ACM inroads*, 2011, 2(1):32-37.
- [15] 刘焱青. App Inventor2 在中学生计算思维培养中的应用研究[D]. 长沙:湖南师范大学, 2016:9-17.
- [16] 赵科. 高中程序设计课程计算思维培养的策略与方法[J]. *中国信息技术教育*, 2019(8):44-45.
- [17] BARR D, HARRISON J, et al. Computational thinking: a digital age skill for everyone [J]. *Learning & leading with technology*, 2011, 38(6):20-23.
- [18] WOOLLARD J. CT driving computing curriculum in England[J]. *CSTA voice*, 2016, 12(1):4-5.
- [19] WEINTROP D, BEHESHTI E, et al. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms [J]. *Journal of science education and technology*, 2016, 25(1):127-147.
- [20] The European Parliament and the Council of the European Union. Recommendation of the European parliament and of the council of 18 december 2006 on key competences for lifelong learning [EB/OL]. (2006-12-30)[2019-03-19]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:en:PDF>.
- [21] 范文翔, 张一春, 李艺. 国内外计算思维研究与发展综述[J]. *远程教育杂志*, 2018, 36(2):3-17.
- [22] DUNCAN C, BELL T, et al. Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education, berlin, 5 november – 7 november 2014[C]. Germany: ACM, 2014.
- [23] ARMONI M, GAL-EZER J. Early computing education: why? what? when? who? [J]. *ACM Inroads*, 2014, 5(4):54-59.
- [24] 傅蓉, 解博超, 郑峰峰. 基于图形化工具的编程教学促进初中生计算思维发展的实证研究[J]. *电化教育研究*, 2019, 40(4):122-128.
- [25] 周佳伟, 王祖浩. 科学教育中的计算思维:理论框架与课程设计[J]. *中国电化教育*, 2018(11):72-78.
- [26] 窦颖. 在中小学信息科技课堂中开展不插电的计算机科学教学的应用研究[J]. *中国信息技术教育*, 2015(Z1):187-188.
- [27] 王旭卿. 从计算思维到计算参与:美国中小学程序设计教学的社会化转向与启示[J]. *中国电化教育*, 2014(3):97-100.
- [28] 谢忠新. 关于计算思维进入中小学信息技术教育的思考[J]. *中小学信息技术教育*, 2017(10):38-42.
- [29] GROVER S, COOPER S, et al. Assessing computational learning in K-12 [EB/OL]. (2015-05-03)[2019-03-19]. https://www.researchgate.net/publication/266657117_Assessing_computational_learning_in_K-12.
- [30] BRENNAN K, RESNICK M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking [EB/OL]. (2012-07-01)[2019-03-19]. http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf.
- [31] MORENO-LEÓN J, ROBLES G, et al. Scratch: automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking[J]. *Revista de educación a distancia*, 2015, 46(9):1-23.
- [32] 顾钧, 顾俊, 唐敏. 意大利“国家数字学校计划”述评[J]. *现代中小学教育*, 2014, 30(10):117-122.
- [33] MOUZA C, POLLOCK L, et al. Proceedings of the 47th ACM technical symposium on computing science education, memphis, 2 march – 5 march 2016[C]. Tennessee: ACM, 2016.
- [34] YADAV A, MAYFIELD C, et al. Computational thinking in elementary and secondary teacher education [J]. *ACM transactions on computing education*, 2014, 14(1):1-16.
- [35] SAARI E M, BLANCHFIELD P, et al. Computational thinking: a tool to motivate understanding in elementary school teachers[EB/OL]. (2017-10-05)[2019-03-19]. https://www.researchgate.net/publication/299219814_Computational_Thinking_-_A_Tool_to_Motivate_Understanding_in_Elementary_School_Teachers.
- [36] 牟琴, 谭良. 基于计算思维的探究教学模式研究[J]. *中国远程教育*, 2010(11):40-45.
- [37] 牛杰, 刘向永. 从 ICT 到 Computing: 英国信息技术课程变革解析及启示[J]. *电化教育研究*, 2013, 34(12):108-113.
- [38] 何钦铭, 陆汉权, 冯博琴. 计算机基础教学的核心任务是计算思维能力的培养——《九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明》解读[J]. *中国大学教学*, 2010(9):5-9.

(下转第 121 页)

a) Teachers in both forums attach importance to teaching methods and evaluation. However, the Chinese English teachers have less interest in pedagogical theory, and foreign English teachers focus more on applying educational technology into their classroom. b) Chinese English teachers' expert reflective level is much lower than that of foreign English teachers, and both of them lack establishing goals and commitment to profession. c) There are some differences of the social network features of sociogram, cohesion, and centrality analysis between the two forums.

[Keywords] English Teacher; Online Forum; Collaborative Reflection; Comparative Study

(上接第96页)

[39] 李克东,李颖.STEM教育跨学科学习活动5EX设计模型[J].电化教育研究,2019,40(4):5-13.

[40] 朱珂,冯冬雪,杨冰,苏林猛.STEM教育战略规划指标设计及评价策略——基于美国北卡罗来纳州STEM教育战略规划启示[J].远程教育杂志,2017,35(5):75-83.

[41] 朱珂,贾鑫欣.STEM视野下计算思维能力的发展策略研究[J].现代教育技术,2018,28(12):115-121.

Research on Theory and Practice of Computational Thinking in Compulsory Education in Europe

ZHU Ke, JIA Yanling, FENG Dongxue

(Department of Education, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007)

[Abstract] Computational thinking, a key skill in the 21st century, has been thought of as a basic skill which is as important as math and literacy. In the era of artificial intelligence, computational thinking has become more and more popular. However, there are still many problems and challenges to successfully integrate computational thinking into compulsory education. In order to provide students with a comprehensive overview of computational thinking and enable them to better understand the core concepts and attributes of computational thinking, the European Commission Joint Research Centre has released *The Research Report on Developing Computational Thinking in the Stage of Compulsory Education*. Based on the analysis of that report and its key areas of concern, key conclusions and research results, and combined with the current situation and demands of developing computational thinking in the stage of compulsory education in China, this paper puts forward the following suggestions: to achieve a common understanding of computational thinking; to gain broad support from all sectors of society; to formulate the developmental plan of comprehensive integration of computational thinking; and to build an integrated educational ecosystem.

[Keywords] Computational Thinking; Compulsory Education; Practical Studies; 21st Century Skills; Artificial Intelligence

6. 朱珂,王玮,杨露彬. “5G+无人机”技术的教与学:场景、路径与未来应用展望, 远程教育杂志 (CSSCI 源期刊,核心 2019 (4))



远程教育杂志

双月刊
2019年第4期
(第37卷总第253期)
1983年创刊

专家委员会

(按姓氏笔画为序)

王小雷 美国佛罗里达湾岸大学教授/博导
任友群 华东师范大学教授/博导
刘革平 西南大学教授/博导
刘清堂 华中师范大学教授/博导
吕林海 南京大学教授/博导
吴伟赋 浙江广播电视大学教授/博士
张海 东北师范大学教授/博导
张伟远 北京师范大学教授/博导
张宝辉 陕西师范大学教授/博导
李艳 浙江大学教授/博导
杨浩 美国纽约州立大学教授/博导
汪琼 北京大学教授/博导
沈书生 南京师范大学教授/博导
陈丽 北京师范大学教授/博导
胡小勇 华南师范大学教授/博导
钟志贤 江西师范大学教授/博导
郭绍青 西北师范大学教授/博导
顾小清 华东师范大学教授/博导
黄健 华东师范大学教授/博导
焦建利 华南师范大学教授/博导
董玉琦 上海师范大学教授/博导
韩锡斌 清华大学副教授/博导

主管 浙江省教育厅
主办 浙江广播电视大学
编辑 《远程教育杂志》编辑部
出版 远程教育杂志社
社长 叶宏
主编 王正东
副主编/编辑部主任 陶侃
责任编辑 陈媛 吕东东
英文编辑 吕东东

本刊已与中国知网、万方、维普、超星等国内多家数据库及网络新媒体合作。文章一旦刊发,如无电子版方面的特殊声明,即视作同意网络传播,网络稿酬折合成本样刊赠送。

目 录

本期特稿

- “人工智能+教育”的驱动力与新指南
——UNESCO《教育中的人工智能》报告的解析与思考
李宏堡 表明远 王海英 03
- 教育研究的去芜存菁之路:从多模态叙事到证据公平
——美国 AERA 2019 年会述评 吴 忻 彭晓玲 胡艺龄 13
- 《地平线报告》之关键趋势与重大挑战:演进与分析
——基于 2015-2019 年高等教育版
金 慧 沈宁丽 王梦钰 24

前沿探索

- “5G+无人机”技术的教与学:场景、路径与未来应用展望
朱珂 王 玮 杨露彬 33
- “人工智能+”视域下的教育知识图谱:内涵、技术框架与应用研究
李 振 周东岱 王 勇 42
- 脑机交互促进学习有效发生的路径及实验研究
——基于在线学习系统中的注意力干预分析
胡 航 李雅馨 曹一凡 赵秋华 郎启娥 54
- 基于面部表情的学习者情绪自动识别研究
——适切性、现状、现存问题和提升路径
陈子健 朱晓亮 64

国际视野

- 以工程设计为中心的“K-12 工程教育”:源起、内涵与实施策略
——美国《以调查和设计为中心的 6-12 年级科学与工程》之启示
黄 桦 73
- 嬗变之路:美国 STEM 教育政策的历史演进与变迁逻辑
——基于支持联盟框架的研究视角 周 榕 李世瑾 85

学术视点

- 在线学习中的幂律法则:基于开放与平衡流系统的新指标
张婧婧 杨业宏 96
- 整合视角下教师采纳新技术的影响因素体系研究
张立新 秦 丹 106

“5G+ 无人机”技术的教与学:场景、路径 与未来应用展望*

朱珂^{1,2} 王玮¹ 杨露彬¹

(1.河南师范大学 教育学部;
2.河南师范大学 河南省教育大数据分析与应用工程技术研究中心,河南新乡 453007)

[摘要] 随着信息科技的迅猛发展,无人机教育已成为培养孵化未来创新人才的重要阵地。无人机技术的教育应用,可以进一步深化和推动当前教育领域中的跨学科教学,培养学习者的跨学科学习能力,推动创新教育的发展进程。同时,5G 通信技术能够实现教育场景的重构,进而推动教育教学进入跨界融合、创新教育的新阶段。无人机及其关键技术,结合 5G 通讯技术特有优势,形成了“5G+无人机”技术与教育融合的典型应用案例,这些应用案例展现了“5G+无人机”的教育教学应用场景及未来发展远景,以及“5G+无人机”在重构学习空间、赋能创新教育层面的优势与潜力。面向未来,“5G+无人机”教与学应用将发展形成四条路径:(1)“5G+无人机”辅助教育信息获取;(2)“5G+无人机”构建 VR/AR 沉浸式教学场景;(3)“5G+无人机”支持教育大数据评测;(4)“5G+无人机”强化校园智能化管理。可见,无人机是人工智能在教育领域应用的重要载体,其充分发挥了智能属性特征,而无人机技术集合 5G 技术所形成的诸多优势,可更好地服务于面向未来的创新人才培养。

[关键词] 5G;无人机技术;创新技术;人工智能;信息化教学;趣悦学习

[中图分类号] G420 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-0008(2019)04-0033-09

DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.04.005

一、引言

自国务院发布《中国制造 2025》以来,智能机器人、无人机等应用技术开始受到广泛的关注^[1]。从基础教育到高等教育领域,融合了智能机器人、无人机的教学活动广泛开展^[2]。与此同时,在 2019 年度英国开放大学发布的《创新教学报告》中指出,要用新技术赋能教学,特别强调了“机器人陪伴学习”和“基于无人机的学习”两种教学法^[3]。可见,无人机技术的教学应用已经引起了世界各国的高度重视。

随着无线互联网和智能设备驱动的移动数据服务迅猛增长,为教育场景的拓展和融合提供了无限可能。在移动通信技术领域,5G 技术带来了一场革命性的突破,不仅推动了物联网的发展,也使教育教学进入了跨界融合、创新教育的新阶段^[4]。

无人机技术可以为学生提供个性化的学习机会,构建综合技能训练的立体化教学场景。随着无人机技术的快速发展,无人机通信链路呈现出应用新

需求,即与移动通信技术紧密结合的发展新趋势。在即将到来的 5G 时代,无人机有望成为 5G 通讯技术的重要应用场景^[5]。“5G+无人机”技术使得一些难以想象的应用成为可能。随着 5G 技术的不断成熟与大规模应用,“5G+无人机”在教育领域的渗透,将对教师的教育理念、教学方式以及学生的学习行为等带来重大的影响。

基于此,本文通过剖析无人机的关键技术,梳理无人机技术与教育融合的典型应用案例,结合 5G 通讯技术的特有优势,分析“5G+无人机”技术的教学应用场景、路径以及未来发展远景;探讨“5G+无人机”在重构学习空间、赋能创新教育层面的优势与潜力,以期新技术视域下的教育教学创新,提供借鉴和参考。

二、无人机及关键技术

(一)无人机概述

“无人机”具有各种不同的名称及缩写,例如“无

*基金项目:本文系河南省高等学校青年骨干教师培养计划“大规模在线学习情境下协同学习的内涵、要素与机制研究”(项目编号:2018CGJS040);河南省高校科技创新人才支持计划(人文社科类)“大规模在线协同学习行为分析及干预机制研究”(项目编号:2019-cx-016)的研究成果。

人驾驶飞行器”(UAV)、“无人机系统”(UAS)、“遥控飞机系统”(RPAS)、“微型飞行器”(MAV)等^[6]。无人机一词,通常指不搭载飞行员,由地面控制系统操作,并能够在某种程度上自主飞行的飞机^[7]。简单来说,无人机是指机上无人状态下,由远程控制或嵌入式计算机程序驾驶的飞机,或者称之为是一种无人驾驶飞机,由技术人员遥控操作或有机载电脑自动控制^[8]。从狭义概念上来说,“无人机”是一种空中飞行平台^[9]。显而易见,飞机本身可以作为一个独立系统,而无人机的飞行通常还需要相关遥控以及通信链路的支持。我们将包含由无人机本身、地面控制站和通信数据链路组成的系统,称之为无人机系统^[10]。因此,无人机系统不仅是无人飞行器本身,还包括无人机通信、任务载荷设备和地面设备等设施^[11]。

(二)无人机关键技术

近年来,由于无人机制造技术的进步和成本的降低,无人机应用于民用和商业领域的步伐显著加快。同时,计算能力和微电子等技术的快速增长,也在推动着无人机行业的发展。智能化的无人机成为未来发展的必然趋势。实现无人机的智能化需要突破的关键技术主要有:(1)全面环境感知与认知;(2)多机协同任务规划与决策;(3)自主导航控制;(4)人机智能融合与自适应学习^[12]。

1.全面环境感知与认知

无人机飞行安全是无人机关注的首要问题^[13]。能否实现无人机智能化自主飞行,成为无人机发展的重要问题^[14]。无人机的环境感知包括对环境特征的提取、目标的识别等,同时还应具有自主避障功能,无人机的智能化自主飞行问题才能得到解决。无人机系统必须具备更加全面的环境感知能力,才能实现在更加复杂广阔的自然环境中进行感知与识别。

其中,视觉感知是无人机对环境感知最重要的技术,视觉感知技术综合单目视觉感知技术、双目视觉深度感知/立体视觉技术、光流感知技术等技术于一体,并且正在由简单的视觉向更加智能化的仿生视觉方向发展。目前,单一的视觉感知已经无法满足无人机全自主导航的需求,因此,需要与卫星导航、激光扫描测距、红外测距、超声波测距、微波与毫米波雷达测距等技术相结合,实现自主飞行,进而实现更加精确地感知环境,有效实现无人机自主避障和导航功能。

2.多机协同任务规划与决策

多无人机协同主要是通过传感器对周围环境进

行感知,并运用通信线路进行无人机之间的信息交融,结合飞行管理系统进行航迹规划的过程^[15]。

规划与协同技术包括路径规划和协同控制^[16],两者相辅相成,见图1。无人机自主控制系统通过实时探测飞行态势,及时的规划、修改系统路线,进而自动生成可行的飞行轨迹。无人机自主飞行能够有效避开障碍,防止碰撞,最终实现飞行目标。未来无人机需要具备较强的自主决策能力,才能实现在复杂环境下的工作。目前,针对自主决策技术在无人机编队中的多机协调、任务分配、机群任务规划等方面的问题,还需要再作深入研究^[17]。

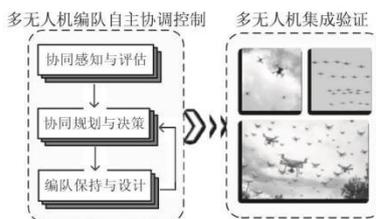


图1 无人机编队自主协调控制

3.自主导航控制

目前的无人机主要依靠地面人员遥控技术实现无人机系统飞行。未来,无人机系统具备的自主导航控制能力,不仅能完成局部环境的精确导航,还将实现大范围高精度的远程精确定位^[18]。可以看到,以实现自主飞行与管理、自主决策为目标的自主导航控制是无人机操控领域的未来发展趋势。

无人机系统需要具备较高的自主性,才能满足无人机在复杂环境下的工作需求^[19]。自主化和智能化是无人机系统区别于有人系统的最重要的技术特征^[20]。未来,无人机将会朝着更加智能化、网络化的方向发展,由单机自主性趋向于多机无人自主协调控制,进而最终实现多机的集群自主决策和运动,见图2。

4.人机智能融合与自适应学习

未来无人机将不再通过简单的遥控以及程序控制的方式进行自主控制,而是向人机智能融合的交互控制,甚至朝着全自主控制的方向发展。随着无人机系统智能化水平的提高,更多的有人系统将与具备人机智能融合与自适应学习能力的无人机系统相结合,从而实现无人机系统与有人系统的高效协同。

随着无人机系统的智能化、信息化水平的不断

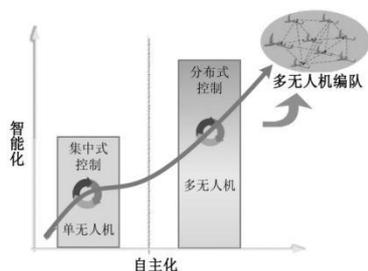


图2 无人机网络化、分布式、自主协调控制的发展方向

提高, 人机智能融合与自适应学习水平将不断得到提升。未来的无人机系统, 将通过无人机平台间的交互、无人机系统间的交互、人机功能的动态分配、任务协同综合现实、脑机接口等技术, 最终实现高效的人机协同。

三、无人机与教育的融合现状及应用场景

目前, 无人机在航空检测、摄影、精准农业、交通控制、搜救、包裹投递等领域得到了广泛的应用^[20]。与此同时, 无人机在教育领域中的应用也逐渐兴起, 如, 机器人教育、多学科工程教育、无人机 3D 建模和编程等方面。无人机教育不仅能够激发学生的学习兴趣, 而且在培养学生的创新思维、团队精神以及动手能力方面, 起到了重要的促进作用。

(一) 将智能设备融入教学过程, 实现物理空间抽象内容的具象化

随着无人机技术的不断成熟, 教育工作者已经开始利用无人机来吸引学生, 将无人机技术融入到教学过程中^[21]。无人机被认为是在课堂上引入技术形式的重要发展。大量无人机的应用案例显示, 无人机在课堂上不仅可以用于特定学科的技能开发, 还可以促进创新思维、问题解决和团队协作能力的提升^[23]。

无人机以教育工具的形式呈现在日常课堂教学过程中^[24], 将物理、数学、信息技术以及历史、英语、美术等学科进行融合, 见图 3。无人机教育通过融合多门学科于一体, 进而提升学习者的创造力、好奇心、想象力、探索力等。同时, 在无人机课程教授过程中, 学生通过面向真实问题的实践活动, 加强对知识和技能的学习, 可充分提高自身的跨学科学习能力^[25]。

(二) 通过无人机飞行控制进行编程学习, 提升学生编程能力

2017 年 7 月, 国务院印发《新一代人工智能发



图3 无人机与多学科教学的融合

展规划》, 规划中提出要加强人工智能教育建设, 逐步推广编程教育^[26]。随后, 各地相继落实编程教育政策, 并开始积极推行编程教育。编程能力已经成为每个学生必备的基本技能, 学习编程可以培养编程思维, 进而解决工作及生活中的实际问题。

编程是一个强调“逻辑思维”的学科, 通过编写无人机程序控制代码, 不但能培养学生计算机操作能力, 更重要是培养了学生的自律性、创造力和自主学习力。无人机课程因其“趣味性强”、“内容丰富”、“软硬结合”的优点^[27], 在越来越多的中小学课程中得到普及, 逐渐成为一种新型的教育形式。例如, DJ 大疆创新推出 Tello Edu 教育编程无人机, 以趣味无人机为载体, 针对 STEAM 教育场景及需求进行革新升级。同时, 配套打造专属教育版 APP 及教师培训体系^[28]。此外, 众多可视化积木编程控制飞行器也不断涌现, 学生可实时调整代码, 实现对飞行器起降、速度及翻滚多项飞行参数的设定, 极大地提高了教学效率^[29]。

(三) 以项目协同式学习为教学方法, 培养学习者的手眼协同能力

新技术的应用大大加快了教育革新的步伐, 无人机作为典型代表, 除了新技术应用之外, 在教学方法层面的创新和实践也不断涌现^[30]。在无人机的具体教学过程中, 运用项目式教学法来引导学生提出问题、讨论问题、制定计划、收集信息、解决问题并最终呈现作品。学生在学习过程中, 增长了动手能力, 锻炼了逻辑思维, 掌握了实际操作的技巧, 最终实现了自身的全面协调发展。

http://dej.zjtvu.edu.cn

此外,通过开展青少年的无人机教育竞赛等形式,探索实施趣悦学习,不仅能充分满足学生对科学技术的好奇心,培养学生善于学习、勤于动手、勇于探索的精神,还能进一步激发学生的创新思维,培养创新能力、自主学习能力和独立思考能力。在无人机的飞行训练过程中,也增加了学生操作实践的机会,训练了学生的手眼脑等多种感官的协同活动,更有利于激发学生对课堂教学活动的参与动机。

(四)以协作学习为教学形式,培养学习者的团队协作创新精神

在教育信息化背景下,对创新能力、创新精神的培养成为教育变革的主旋律^[21]。STEM教育理念致力于培养学生的创新能力。因此,在无人机活动课中,运用STEM教育理念,能有效培养学生的创新能力、创新意识,习得创新方法、扩展创新思维。

无人机系统的正常运行,主要依靠各个系统组成部分之间的相互协调。基于无人机的组合作学习,以小组同伴之间相互合作、问题解决、协同设计等各种交互模式,充分发挥学生的团队协作。小组协作学习强调学生之间互相交流、彼此协同,让每个团队成员成为团体中的一份子,共享实践的愉悦。此外,在无人机竞赛的过程中,要组装一架速度和稳定性均良好的无人机,不仅需要精确运算和了解无人机的飞行原理,更重要的是要根据团队小组成员的不同特长分配设计、操控和后勤等工作,这些过程充分培养了学生团队合作的精神。

(五)实施无人机动手操作训练,培养学生的方向感、运动技能

运动技能是学生个体发展的重要组成部分,它涵盖了平衡、协调、方向感等技能^[22]。在无人机操作的过程中,能够有效提升学习者的运动技能。

无人机技术涵盖飞行原理、空气动力学、机械结构知识、人工智能知识等,其综合性和实践性较强,无人机的教育应用领域非常广泛,见图4。设置无人机综合实践课程,通过让学生亲手拆解、组装机械零件、连通导线、安装部件等活动,可锻炼学生的实践动手能力^[23]。一些无人机教育平台通过让学生自己动手,进行无人机构件的数字建模、3D打印组件,进而组装无人机等活动,来锻炼学生的动手能力、激发学生探索的兴趣^[24]。此外,进行无人机飞行训练,可以加快学生方向感的养成,充分训练学生的协调性^[25]。

(六)无人机与学科教学的有效融合

1.学习障碍者的教育



图4 无人机的教育应用领域

随着教育大众化的不断普及,残障学生有越来越多的机会接受教育。残障学习者作为弱势群体中的一个特殊群体,对其教育支持问题应该引起社会各界的广泛关注。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020)》明确提出,要完善特殊教育体系,大力推进残疾人职业教育,重视发展残疾人教育^[26]。

这里的残障人员主要是指肢体残障者,包括:缺失手臂、偏瘫、下体残疾乘坐轮椅、下肢残疾拄杖、缺失手指脚趾的群体等。这些肢体残障人群由于肢体器官的损伤而导致的肢体活动困难,对他们的学习生活都造成了一定的影响。无人机的出现及应用,能够满足肢体残障人员的需求。比如,谷歌的一项实验测试表明,无人机的摄像头能够让肢体残障学习者“看到”一些不容易从地面发现的东西,使肢体残障学习者实现真实场景观摩^[27]。

2.开展移动学习

随着学习实践和技术工具的改变,移动学习打破了传统教育环境的壁垒,以其丰富、多样的学习方式,推动了教育领域的深刻变革^[28]。然而,由于受到异构网络、网络速率、终端设备性能等因素的限制,移动学习在信息获取与呈现、云端支持、多模态情景融合等方面尚需强化。近年来,无人机在移动学习中的应用逐渐增多,诸如在内容分发、云端加持、空间规划、环境融合等方面进行了大量实践。并且,无人机在信息链路中继、虚实空间连接中扮演着重要角色,细化了移动学习模式中的空间分割、环境融合等方面的设计。这些均有效推动了移动学习的深入发展。

3.课堂“虚拟实地考察”

实地考察是自然社会科学课程中的一项基本技能,旨在培养学生的实地观测能力和综合分析能力,但实地考察活动通常受到时间、距离、开销、安全等因素的制约。因此,借助无人机等技术手段来实施虚

拟实地考察活动,辅助或部分替代实践活动是一种可行的办法。虚拟实地考察融合了无人机技术、虚拟现实技术和计算机仿真技术等,可以实现与特定位置对象的充分交互,例如,自然景观、博物馆、动物园等。虚拟实地考察提供了以“学生为中心”的教学方法,并使基于内容教学的教学方法实现了多样化。此外,虚拟教学允许学生在视觉沉浸的环境中,查看人物和地点信息,帮助学生联系现实生活场景,实现虚实场景的有效融合。

Bergin 等认为,“虚拟实地考察包括以互联网或定制的多媒体软件的形式进行计算,以支持学习和提供有关正在调查的主题信息^[39]”。无人机虚拟实地考察提供了一种愉快而有趣的学习方式,相较而言,无人机的虚拟实地考察比传统实地考察更具有特殊优势,比如,可以以俯视、环绕等特殊视角观察对象。总体来说,无人机显著提高了收集和分析地理空间和环境数据的能力。

4. 实施地理教育

随着技术的发展,无人机不仅被应用于军事中,还被用于许多民间应用,如,地形测绘、救灾、环境监测等^[40],见图5。无人机系统作为一种新型测量技术被广泛应用。尽管,无人机系统的研究在开发阶段还存在一定的限制,但是一些研究机构对无人机绘制地图进行了探索与实践^[41]。例如,密歇根理工大学的测量工程项目主要从事无人机图像采集和摄影测量处理方面的研究^[42]。另外,在地理教学过程中也可以运用无人机,进入人类难以到达或者危险地区的通道,如,充斥有害气体或处于不稳定状态的火山地区。

近年来,无人机作为成像和制图平台也引起了人们的极大关注。无人机在地理信息探索中,以高分辨率、低成本、便捷的部署方式,收集现场特定图像。无人机图像的地理应用,已经具备广阔的应用前景。

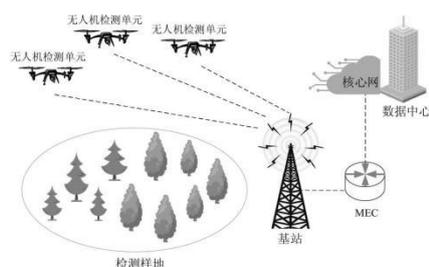


图5 无人机野外地理观测系统示意图

目前,已投入使用的应用包括:考古、建筑、文化遗产、大规模测绘、三维城市建模、城市状态监测、农林、自然灾害等领域^[43]。此外,相关学术组织也明确提出,基于无人机的地理空间数据收集技术研发与应用,是未来的发展趋势^[44]。

四、“5G+无人机”教与学的应用路径

5G在提升传统移动网络服务的同时,进一步支持物联网在商业、制造、医疗、交通等多个领域的应用^[45]。5G通信技术以其高速度、高带宽、低时延、快速缓存等特征,不仅解决了传统教育中面临的问题,对智慧教育、智慧校园、智能远程教育的应用与普及,也具有重要的支撑作用。5G在教育领域的应用,主要体现在教学、教育管理、区域治理、终身学习以及教育公共服务等方面。

目前,在民用低成本无人机领域,无人机控制主要以Wi-Fi或蓝牙的方式实现,局限于速率、障碍干扰等因素,导致应用场景限制较多,这极大地制约了无人机的长远发展和价值发挥。5G网络的超宽带、超低时延和大规模通信可以弥补无人机在操控上的短板,实现更多的场景应用。

在5G、云计算、大数据和人工智能的支持下,未来无人机将朝着智能化的方向发展。“5G+无人机”技术的无缝融合,是数字化转型的一种创新。在基于“智能”、“共享”、“常态”的信息化策略引导下,将5G引入教学过程中,将全力推动教育信息化的变革^[46]。譬如,通过“5G+无人机”技术构建智能环境以促进教学转型,使得教学从知识的传递转向学习者的认知建构;营造沉浸式教学环境,为学习者带来全新的学习体验,使学习者的学习由被动的接受转向主动参与;促进教育决策由经验导向转向数据驱动,以及实现教育管理中的特定需求和智能化管控。未来需要持续探索5G技术在教育领域的应用与创新,基于“5G+无人机”的智能教育,将在教育信息获取、VR沉浸式教学、AI大数据评测、校园智能化管理等应用方面,具有较大的用武之地。

(一) 路径之一:“5G+无人机”辅助教育信息获取

未来无人机需要处理不同类型的数据,如,语音、视频和大数据文件,这对宽带速率带来了前所未有的挑战^[47]。5G通信技术的到来,使5G综合承载无人机飞控、图像、视频等信息成为可能。在课堂学习中,无人机与就近连接5G基站,将接收到的教育信息,例如,视频、图片等直接回传至控制台,实现超高

http://dej.zjtvu.edu.cn

速率与超低时延传输。无人机在巡检飞行过程中,对获取的教育信息进行实时高清视频回传,并利用人工或计算机 AI 进行分析识别。由于,“5G+无人机”实现了动态、高纬度的超高清广角俯视效果。在 5G 技术支持下,无人机可以采用吊装 360 度全景相机进行多维度拍摄^[8]。

基于 5G 通信网络的支持,无人机实现了超低时延的图像传输和超高清的视频传输,从而扩展了无人机的应用领域和视距范围,为多维教育信息的获取提供了可能。

(二) 路径之二:“5G+无人机”构建 VR 沉浸式教学场景

教学活动的目标是完成对学习内容的传授,并基于教学过程中的信息反馈提供及时支持。在此过程中,5G 可以发挥重要作用,如,在远程教学中通过 AR/VR/全息技术改善学习体验;在互动教学中通过提供低时延、高速率的反馈促进教学效果的提升;在实验课堂中通过模拟实验环境和实验过程促进沉浸式的体验。基于“5G+无人机”构建 VR/AR 沉浸式互动学习模式,学生通过佩戴轻量级的 AR 眼镜终端进行虚拟课程学习。同时,利用云计算技术开展 AR 应用的运行、渲染等控制行为,通过 5G 网络实时将 AR 影像传送到终端,帮助学生在沉浸式的过程中完成学习,为学生带来了全新的学习体验^[9]。

基于无人机的全景虚拟现实 VR 直播,运用无人机挂载全景镜头进行视频拍摄,并完成视频采集、拼接处理等过程,通过连入 5G 网络将 4K/8K 全景视频传输到视频服务器,最后传输给多位用户,见图 6。当用户戴上 VR 眼镜,就能随时随地无延迟的体验现场,为学习者带来身临其境的直播感受。基于“5G+无人机”技术构建的 AR/VR 教学,实现了输送优质的教学资源,完成了高效智慧学习环境的构建。并且,基于 5G 通信网络技术的支持还实现了教学内容的快速下载和实时交互。这些均使得教学过程更加生动有趣。

(三) 路径之三:“5G+无人机”支持教育大数据评测

教学评价涵盖整个学习过程,而传统网络环境下的学习过程评价,由于传输速度和带宽的限制,其数据采集和呈现形式相对单一,难以对学习者的学习全流程进行监测与分析,缺乏深层次的剖析和及时引导。

基于“5G+无人机”的教育评价,运用多元、多模态的数据采集技术,获取多维的音视频、测

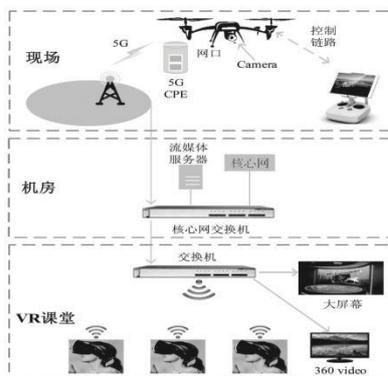


图6 基于5G的无人机VR直播

试、体质健康等方面数据信息,为学习者提供立体、多元的评价。例如,杭州一所学校通过5G网络,利用无人机结合面部识别技术,监控学生的课堂注意力。基于“5G+无人机”的教育大数据评测,以无人机为平台,搭载摄像机和传感器等各种设备,在教室等室内环境多角度的收集学习者的学习过程数据信息^[9]。同时,结合5G网络环境凭借其高带宽、高速率、低时延、边缘计算等特性,使得在单位时间和网络单元中采集和传输更全面的学习过程数据成为可能,进而实现结合大数据分析技术、自然语言处理等技术对学习者的实时诊断。再结合AR/VR/全息投影等技术,实现对学习者评价报告的多维立体呈现和交互式干预方案的提供,见图7。

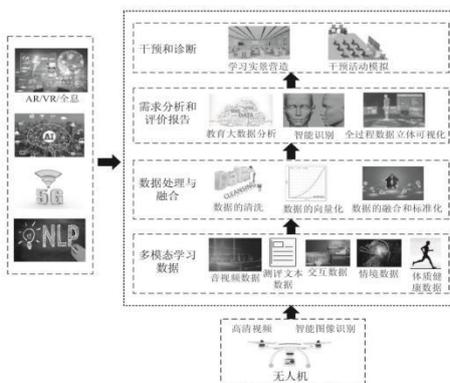


图7 “5G+无人机”技术教与学应用的大数据评测

(四) 路径之四：“5G+无人机”强化校园智能化管理

教育管理涵盖了多个方面的内容，不仅包含人与资源方面的安全管理，还包含了与教学、考试安排相关的教务管理，以及关于学校设备的智能管控。在传统的教育管理中，由于网络处理能力的限制，只能依靠人工来完成相应的管理工作，任务相对繁琐。在5G通信网络的支持下，教育管理将更好地运用高清视频识别、智能感知等技术优势，从而变得更加高效。

围绕学生的学习生活轨迹，从离校到家轨迹跟踪、校车人脸识别、到离校门口无感人脸考勤、校园边界视频监控预警、学生校内活动监控、食堂“明厨亮灶”监控等，对学生出行、活动、饮食安全各环节进行跟踪、视频监控、AI分析、预警服务，为学生提供360度全方位、全过程、全天候的安全保障服务，让家长及时了解孩子位置、在校表现情况；为学校管理提供强有力的安全管理手段，使得安全隐患前置化、隐患排查精细化、隐患处置数据化，打造了安全的学习环境；为教育主管部门日常监管提供直观、可视的监督工具。通过智能学生卡，对学生进行定位及轨迹跟踪；运用人脸识别技术，通过校车打卡、校门摄像头进行无感识别考勤；在校内区域和家庭区域设置电子围栏，进行安全防护；运用周边监控，对校园周边可疑/陌生人员进行识别及预警警示；通过校内监控对食堂、楼道、办公室视频监控等多地进行智能分析，见图8。

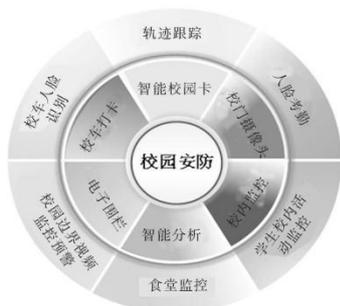


图8 “5G+无人机”支持的全方位校园安防系统

在5G网络的支持下，无人机能够实现安防场景的高清视频实时传输和远程控制。在5G网络的大带宽、低时延实时视频流回传，融合AI深度学习能力，实现多手段的跟踪监控，极大地提升了将传统无

人机用于安防场景的效率^[9]。

无人机与AI结合，实现了在人脸识别、车辆识别等物体识别能力和自然语言交互能力等方面的提升，见图9。基于5G网络将无人机与固定摄像头有机组合，建立灵活机动的天地一体化无“死角”监控应急指挥系统。采用机器人、无人机相结合的方式，一方面弥补了固定摄像头死角；另一方面实现全域无间断巡逻，同时借助于先进的人工智能后台，强化安保任务的服务能力，提高了工作效率。

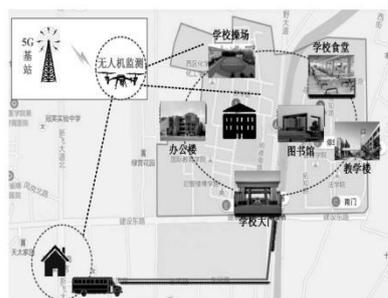


图9 “5G+无人机”线路监控示意图

五、展望与小结

无人机技术的发展和应用程序的拓展，一直是世界科技发展的热点领域。据美国《大众科学》报道，美国国防部高级研究项目局(DARPA)正在资助科学家研发通过遗传工程改造的人脑、纳米技术和红外线等工具，来即时接收单兵信息，最终目标是打造可以用思想控制的武器。例如，思维控制的无人机智能化组群，直接用人脑接收无人机图像等。科研团队将运用“新一代非外科手术神经技术”项目资金，研发可以无需手术就能让人脑与机器实现快速无缝交流的技术。这意味着，将来人类可以用大脑直接操控无人机或者分析数据^[20]。

无人机是众多尖端技术融合的产物，无论是无人机体本的关键技术，或是与学科知识的融合拓展，无疑都蕴含了巨大的教育潜能。而以5G为代表的新一代通讯技术，为无人机潜能的发挥提供了无限的空间。应充分认识到“5G+无人机”技术的教育价值，这有助于我们把握将无人机技术应用于教育的未来发展趋势，实现以无人机为代表的信息技术与教育的深度融合与创新应用。

本文梳理了目前“5G+无人机”的理论研究与实

http://dej.zjtvu.edu.cn

践探索的现状,结合其技术特征以及教育与融合的适切角度,探讨制定“5G+无人机”教与学应用路径,初步揭示了“5G+无人机”在赋能创新教育,进而推动面向智能时代教育教学变革这一过程中的潜力。但需要指出的是,由于“5G+无人机”技术的融合与发展是一个连续且充满不确定性的过程,实现从潜力到现实的转变,充满了各种挑战。而我们在关注新技术发展和应用的同时,更应深入探讨新技术赋能教育创新的内在机理,需要结合教育发展规律,以更好地实现教与学的改革与创新。

【参考文献】

[1]商旭光,张培.智能化时代我国高等教育治理变革研究[J].中国电化教育,2018(06):1-7.

[2]黄荣怀,刘德建,徐晶晶,等.教育机器人的发展现状与趋势[J].现代教育技术,2017(01):13-20.

[3][50]李青,闫宇.新技术视域下的教学创新:从趣悦学习到机器人陪伴学习——英国开放大学《创新教学报告》(2019版)解读[J].远程教育杂志,2019(02):15-24.

[4]Chen S, Zhao J. The Requirements, Challenges, and Technologies for 5G of Terrestrial Mobile Telecommunication[J]. IEEE Communications Magazine, 2014, 52(5):36-43.

[5]Sekander S, Tabassum H, Hossain E. Multi-Tier Drone Architecture for 5G/5GC Cellular Networks: Challenges, Trends, and Prospects[J]. IEEE Communications Magazine, 2018, 56(3):96-103.

[6][10]Colomina I, Molina P. Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A Review[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2014, 92:79-97.

[7][11]Custers B. Drones Here, There and Everywhere Introduction and Overview[M]// The Future of Drone Use. T.M.C. Asser Press, 2016.

[8]Schaeffer D M, Olson P C. Drones in the Classroom[M]. Consortium for Computing Sciences in Colleges, 2017.

[9]Giermacki W, Skwierczyński M, Witwicki W, et al. Crazyflie 2.0 Quadrotor as a Platform for Research and Education in Robotics and Control Engineering[C]//IEEE 2017 22nd International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR), 2017: 37-42.

[12]李晗,苏京昭,闫咏.智能无人机集群技术概述[J].科技视界,2017(26):5-7.

[13]Pengbo X, Guodong J, Libin L, et al. The Key Technology and Simulation of UAV Flight Monitoring System[C]// 2016 IEEE Advanced Information Management, Communication, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). IEEE, 2016.

[14]无人机系统概念和关键技术[EB/OL].[2018-07-31].http://wemedia.ifeng.com/71592029/wemedia.shtml.

[15]民用无人机协同的关键技术与发展现状[EB/OL].[2019-01-18].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1622968601428810381&wfr=spider&for=pc.

[16]无人机关键技术及发展预测[EB/OL].[2018-07-01].https://wenku.baidu.com/view/90cf02c00b4e7675bfc5d.html.

[17]一文看懂无人机到底有哪些关键技术[EB/OL].[2018-09-20].http://3g.163.com/dy/article/D85237MU051198M2.html.

[18]牛铁峰,肖湘江,柯冠岩.无人机集群作战概念及关键技术分析[J].国防科技,2013(05):37-43.

[19]从生物群体智能到无人机自主控制[EB/OL].[2017-05-14].http://m.sohu.com/a/140547099_749128.

[20]马晓.浅析无人机系统自主控制技术研究现状及发展趋势[J].科技资讯,2016(17):1+3.

[21]Zeng Y, Wu Q, Zhang R. Accessing from the Sky: A Tutorial on UAV Communications for 5G and Beyond[DB/OL].[2019-03-14].https://arxiv.org/pdf/1903.05289.pdf.

[22]Palaigeorgiou G, Malandrakis G, Tsolopiani C. Learning with Drones: Flying Windows for Classroom Virtual Field Trips[C]// IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. IEEE, 2017.

[23]吴永和,李彤彤.机器智能视域下的机器人教育发展现状、实践、反思与展望[J].远程教育杂志,2018,36(04):79-87.

[24][27]“无人机+编程”成为STEAM教育新宠[EB/OL].[2018-11-16].http://www.sohu.com/a/275948773_100271967.

[25]Fombuena Arnau. Unmanned Aerial Vehicles and Spatial Thinking: Boarding Education with Geotechnology and Drones [J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, 2017, 5(3):8-18.

[26]中华人民共和国中央人民政府.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].[2017-07-20].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.

[28]大疆创新进军STEAM教育 推出Tello Edu教育编程无人机[EB/OL].[2018-05-30].https://mp.weixin.qq.com/s/6-jwJYh-GFZaDXVvNK39g.

[29]大疆创新针对企业级用户推出Tello Edu教育编程无人机进军STEAM教育市场 [EB/OL].[2018-05-14].http://www.sohu.com/a/231534269_100144887.

[30]陈凯泉,何瑞,仲国强.人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径[J].远程教育杂志,2018(01):61-71.

[31]李建中.人工智能时代的知识学习与创新教育的转向[J].中国电化教育,2019(04):10-16.

[32]Jovana C.5 Ways to Use Drones in the Classroom; Cherishing Students' Passion for Technology [EB/OL].[2017-05-03].https://e-learningindustry.com/drones-in-the-classroom-5-ways-cherishing-students-passion-technology.

[33]中科浩电:无人机教育进课堂![EB/OL].[2017-12-28].https://www.81uav.cn/uav-news/201712/28/30155.html.

[34]恒拓“探路者”无人机助力STEM创客教育[EB/OL].[2017-10-02].https://www.81uav.cn/uav-news/201710/02/26154.html.

[35]Alexander S. Drones Take Flight as Latest K-12 Learning Tool[EB/OL].[2018-11-30].https://edtechmagazine.com/k12/article/2018/11/drones-take-flight-latest-k-12-learning-tool.

[36]中华人民共和国教育部.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[EB/OL].[2010-07-29].http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/info_list/201407/xgk_171904.html.

[37]Carnahan C, Crowley K, Hummel L, Sheehy L. New Perspectives on Education: Drones in the Classroom [C]// Proceedings of Society

- for Information Technology & Teacher Education International Conference in Savannah, GA, United States (2016). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). United States: Savannah, GA, 2016; 1920-1924.
- [38]Peidro A, Tenders C, Gil A, et al. M-PaRoLa: A Mobile Virtual Laboratory for Studying the Kinematics of Five-bar and 3RRR Planar Parallel Robots[J]. IFAC-PapersOnLine, 2018, 51(4):178-183.
- [39]Bergin D A, Anderson A H, Molnar T, et al. Providing Remote Accessible Field Trips (RAFT): An Evaluation Study[J]. Computers in Human Behavior, 2007, 23(1):192-219.
- [40]Teo T A, Shih T Y, Yu S C, et al. The Use of UAS for Rapid 3D Mapping in Geomatics Education[J]. ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2016:95-100.
- [41]Altabir R. Integrating UAV into Geomatics Curriculum[J]. International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing & S, 2015: 387-390.
- [42]Eugene L, Stephen C. Photogrammetric Small UAV in Geospatial Research and Education at Michigan Tech University[EB/OL]. [2011-05-01].http://www.asprs.org/a/publications/proceedings/Milwaukee2011/files/Levin.pdf.
- [43]Gruen A. Unmanned Aerial Vehicles -From Toys to Tools[EB/OL]. [2019-06-17].https://www.researchgate.net/publication/259569422_Unmanned_aerial_vehicles_-_from_toys_to_tools.
- [44]UN-GGIM. Future Trends in Geospatial Information Management: The Five to Ten Year Vision. United Nations Initiative on Global Geospatial Information Management[EB/OL]. [2015-08-15]. http://ggim.un.org/docs/Future-trends.pdf.
- [45]You X, Zhang C, Tan X, et al. AI for 5G: Research Directions and Paradigms[J]. Scientia Sinica (Informationis), 2018.
- [46]5G·我即校园: 点亮未来智能教育[EB/OL].[2019-03-30].http://www.sohu.com/a/304953191_120055794.
- [47]Li B, Fei Z, Zhang Y. UAV Communications for 5G and Beyond: Recent Advances and Future Trends[J]. IEEE Internet of Things Journal, 2018;1-23.
- [48]超乎想象! 关于 5G 无人机的最强科普[EB/OL].[2019-04-27]. https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1559614789&ver=1647&signature=hvJXo2MPCdKpsJN*KMBXXj9XcF4u5gBn*w*Lb1LjtmizGf-v7EmBMkU6YJMyoSjyfxsYz0iJy--nUX-vQzuUeXA25vLEqkRDkPkt8pEanfcV25qeshnERQgOrVi3&new=1.
- [49]中国移动打造全国首批 5G 智慧校园项目[EB/OL].[2019-03-28]. http://tech.gmw.cn/2019-03/28/content_32693411.htm.
- [51]中国信通院:《5G 无人机应用白皮书》(全文)[EB/OL].[2018-10-09].http://www.100ec.cn/detail--6474088.html.
- [52]美国研究用脑电波控制无人机上天[EB/OL].[2019-05-30].https://mp.weixin.qq.com/s/311XOK51ixqaaZRN3cNVXA.

【作者简介】

朱珂, 博士, 河南师范大学教育学部副教授, 研究方向: 智慧教育、教育数据挖掘; 王珩, 河南师范大学教育学部在读硕士研究生, 研究方向: 智慧教育; 杨露彬, 河南师范大学教育学部在读硕士研究生, 研究方向: 游戏化学习。

Teaching and Learning of “5G+ Drone” Technology: Scene, Path and Future Application Prospect

Zhu Ke^{1,2}, Wang Wei¹ & Yang Lubin¹

(1.Faculty of Education, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007; 2.The Centre for Research on Henan Education Big Data Analysis and Applied Engineering Technology, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007)

[Abstract] With the rapid development of information technology, drone education has become an important position to cultivate innovative talents in the future. The educational application of drone technology can further deepen and promote interdisciplinary teaching in the current education field, cultivate learners' interdisciplinary learning ability, and promote the development of innovative education. 5G communication technology can realize the reconstruction of educational scenes, and then promote the new stage of education and teaching into cross-border integration and innovative education. By analyzing the drone and its key technologies, combing the typical cases of drone and education integration, combined with the unique advantages of 5G communication technology, analyzing the educational teaching application scenarios and future development prospects of “5G+drone”, and discussing the “5G+drone” to construct the space and the advantages and potentials of the innovative education level, and to plan the four paths of “5G+drone” teaching and learning applications, namely: (1) “5G+drone” auxiliary education information acquisition; (2) “5G+drone” build VR/AR immersive teaching scene; (3) “5G+drone” support education big data evaluation; (4) “5G+drone” to strengthen campus intelligent management. Drone is an important carrier for the application of artificial intelligence in the field of education. It fully utilizes its intelligent attribute characteristics and integrates many advantages of 5G technology to better serve the future-oriented innovative talents cultivation.

[Keywords] 5G; Drone Technology; Innovative Education; Artificial Intelligence; Informationized Teaching; Playful Learning

收稿日期: 2019年6月5日

责任编辑: 陈媛

7. 刘清堂等. 学习日志反思脚手架设计及应用效果分析, 现代远程教育
2021(05) (CSSCI 源期刊, 核心)

中文社会科学引文索引(CSSCI)来源期刊
中文核心期刊要目总览来源期刊
中国人文社会科学期刊AMI综合评价(A刊)扩展期刊
复印报刊资料重要转载来源期刊

ISSN 1001-8700
CN23-1066/G4

现
代
远
距
离
教
育

现代远程教育

刊名题字: 启功

2021年第五期(总第197期)

2021/5

7、

现代远程教育

目 录

深度学习

- 3 学习日志反思脚手架设计及应用效果分析
刘清堂 郑欣欣 邓 伟

- 12 在线学习社区的知识共享质量影响因素:以学习者书评
质量分析为例
李海峰 王 炜

教育信息化

- 24 基于文本数据挖掘的中日两国儿童编程教育比较研究
袁 磊 张文超

- 33 高等教育如何转向未来技能培养
——来自德国“未来技能”项目报告的启示
郝祥军 顾小清

- 43 移动设备促进儿童在户外自然情境中的学习
——基于国外实证研究的系统分析
翟俊卿 陈蕴琦 王西敏

- 52 居家在线教育中存在感的黑箱机理探索
——一项来自高等教育的调查研究
孙 佳 童名文 刘清堂 师亚飞 姚 璜

- 63 在线直播课堂教师信息技术应用行为的个案研究
高 明 张婧婧

- 73 教育人工智能伦理:基本向度与风险消解
赵磊磊 张 黎 代蕊华

终身教育

- 81 角色理论视角下学习参与提升空巢老人主观幸福感研究
孙立新 张家睿

- 91 新时代老年友好大学的构建:价值意蕴、国际经验与本土策略
许 玲 张伟远

现代远程教育

Xiandai Yuanjuli Jiaoyu

双月刊

2021年第5期

(总第197期)

9月15日出版

主 管:黑龙江广播电视大学

主 办:黑龙江广播电视大学

黑龙江省远程教育学会

主 编:贯昌福

责任编辑:陈 瑶

英文编辑:李 未

编辑出版:现代远程教育编辑部

地 址:哈尔滨市南岗区和兴路92号

邮政编码:150080

本刊电话:(0451)86301414

投稿邮箱:hljopen@126.com

yuanbjb@163.com

微信公众号:xdyjly

国际标准连续出版物号:ISSN 1001-8700

国内统一连续出版物号:CN23-1066/G4

订 阅:全国各地邮局

国内发行:哈尔滨市邮政局

邮发代号:14-96

海外发行:中国国际图书贸易集团有限公司

国外代号:BM 5480

印 刷:黑龙江省教育厅印刷厂

定 价:10.00元

我所发表文章版权归我刊所有。我刊已与知网、万方、维普、
AMI 等国内多家数据库及新媒体合作,本刊全文可网络传播。所有署名作
者向我刊投稿,即视为同意我刊上述声明。

期刊基本参数:CN23-1066G4*1984*b*16*96*zh*P*Y1000*1000*10*2021-9

学习日志反思脚手架设计及应用效果分析

刘清堂,郑欣欣,邓伟

(华中师范大学,湖北 武汉 430079)

【摘要】反思是培养创新能力的重要方式,利用学习日志进行反思是促进深度学习的重要途径。针对学生利用学习日志进行自主反思时存在片面化、碎片化等问题,且难以促进学习者的深度反思,探讨学习日志反思脚手架设计方法,以帮助学习者提高反思水平,从而促进其实现深度学习。在文献综述的基础上提出反思脚手架的三个设计原则:全面性、递进性和引导性,并构建学习日志反思脚手架,具体包括“内容反思”“过程反思”“前提反思”三个维度;其次,将其用于某高校在线实验课程中,将学生分为高成绩组和低成绩组,从反思水平、学习效果两方面验证其有效性。结果表明,学习日志反思脚手架解决了反思内容片面性、碎片化的问题,实现了反思内容的系统化,能够显著提升学习者的反思水平及学习效果。

【关键词】学习日志;脚手架;反思;学习效果

【中图分类号】G43

【文献标识码】A

【文章编号】1001-8700(2021)05-0003-09

DOI:10.13927/j.cnki.yuan.20210831.001

一、问题提出

1933年,美国学者杜威提出反思这一概念,反思是对知识、信念进行积极主动地思考,从把握外在本质到把握内在本质的内部过程^[1]。杜威认为,运用经验以及获取经验后及时进行反思是促进学生学习的的核心方法,反思有助于学生将新旧知识联系起来从而产生系统的理性认识^[1],反思能够促进深度学习已被相关研究所证实^[2]。《中国学生发展核心素养》也强调学习者要勤于反思^[3]。总之,反思是学生提高创新能力的重要途径,是学生面向个人终身发展和社会发展所需的关键能力之一^[4]。反思性的思维过程对提高学习者问题解决、知识迁移等高阶思维能力至关重要^[5]。

撰写学习日志是反思性实践最常用的方式^[6]。通过学习日志的撰写可以更加全面、真实地勾勒出学生的成长轨迹。目前关于学习日志的相关研究,除了将其看作一种质性研究方法外,大多以教师或师范生为研究对象,在写作或语言类课程中,验证利用学习

日志进行反思的积极影响。然而,撰写学习日志并不一定代表学习者真正进行了反思^[4]。并且,大多数学习者的反思存在片面化、碎片化的倾向,从而导致反思的内容零散而不系统,割裂了三大反思内容——内容反思、过程反思和前提反思^[4]之间的联系。脚手架又称支架(Scaffolding),是在学习者无法独立完成任务时,外界所提供的结构化支持,可以从时间维度将其划分为课前预习脚手架、课中辅助脚手架以及课后反思脚手架。搭建合适的学习脚手架可以提升学习者的高阶思维能力^[5]。当前研究较多关注课前预习脚手架及课中辅助脚手架,忽视了课后反思脚手架的设计及应用。搭建以学习日志为载体的课后反思脚手架,可以帮助学习者通过撰写学习日志建立起新旧知识之间的联系,从而促进其进行有效反思,实现深度学习。

鉴于此,本研究在梳理相关文献的基础上,提出反思脚手架的设计原则,并基于Margaret等提出的反思要素综合分析框架,设计学习日志反思脚手架,从内容反思、过程反思和前提反思三个方面指导学习者

【基金项目】国家自然科学基金项目“非数学语言描述问题的机器理解方法研究”(编号:61772012);教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于远程课堂学习情绪计算的同步课堂教学干预机制研究”(编号:20YJA880009);教育部人文社会科学研究项目“教师工作坊中学习者在线学习投入研究”(编号:20YJA880078);湖北省教育科学规划项目“构建线上线下融合的课堂新型教学模式创新实证研究”(编号:2020GA005)。

【作者简介】刘清堂,博士,华中师范大学人工智能教育学部教授,博士生导师,华中师范大学教育技术学科带头人;郑欣欣(通信作者),华中师范大学人工智能教育学部博士研究生;邓伟,博士,华中师范大学人工智能教育学部副教授,硕士生导师。

化教学中的学习支架分为模范案例、任务、建议、指导和图表等五种类型^[21]；李梅等提出在线协作学习的四种学习支架：结构支架、模型支架、问题支架和知识支架^[22]；Belland 则将脚手架分为硬脚手架和软脚手架^[23]，硬脚手架指基于计算机或纸质的认知工具，软脚手架指由教师或家长或更加有能力的同伴所提供的隐支架，如提问；赵呈领等提出 Web 2.0 支架，并将其划分为外部支架和内部支架^[24]。第三类是按照脚手架的形态进行分类，例如，在美国《教育传播与技术研究手册》（第四版）中认为，脚手架分为一对一脚手架、同伴脚手架以及基于计算机的脚手架等三种形态，并且一对一脚手架和基于计算机的脚手架是相互补充的^[17]；有研究者根据脚手架的应用形态，将其分为与具体情境相关的嵌入式脚手架和不针对具体内容的通用式支架^[17]。

国内外不少研究已经证明用脚手架来支持学生学习的真实性。Wood 等认为，运用脚手架可以引起学生学习兴趣，有效控制学习者的挫折感^[25]。Roehler 等认为，脚手架可以提高学生的参与度，规范学生行为，有助于促进学生对学习内容的理解^[26]。徐锦芬认为，在英语学习中加入脚手架，可以提高学生参与度，起到提供词汇、指正错误表达、降低任务难度和促进学习目标的达成等作用^[27]。Fisch 认为，脚手架可以起到传递知识、指导学习、提供反馈和促进交流等作用^[28]。潘星竹等将脚手架融入 STEM 教育，发现“支架 + ”STEM 教学模式有助于培养学生的高阶思维能力^[5]。有研究发现，在教学中使用脚手架策略是有效教学的重要特征，教学能力较强的教师往往会为学生理解学习内容提供适当的支持^[29]。

研究者主要从脚手架的作用、表现形式、形态对其进行分类，并验证了脚手架在各种教学场景中的有效性，为脚手架的后续研究以及教学应用奠定了良好的理论基础。然而，鲜有研究按照时间维度划分脚手架。本研究认为可以从时间维度将脚手架分为课前预习脚手架、课中辅助脚手架以及课后反思脚手架。课前预习脚手架是指教师在课前提供给学生的系列帮助其预习的嵌入式支架。脚手架最初被定义为一对一支架，但是对教师提出了过高的要求，要求教师在每个学生的最近发展区内提供针对性的指导^[19]，提供课前预习支架可以在一定程度上解决这个问题。课中辅助脚手架是指帮助学习者完成课中任务的支架，属于支持过程的脚手架，也是目前研究最多的支架。课后反思脚手架是帮助学习者在课后进行反思的支架，旨在提高学习者的反思水平，培养学习者的元认知能力，实现深度学习。课前预习脚手

架、课中辅助脚手架以及课后反思脚手架在学习过程中起着同等重要的作用。然而，当前研究主要将脚手架应用于课前或课中，较少关注课后反思脚手架。

（三）反思脚手架的设计与应用

研究者基于不同理论，从不同的视角设计反思脚手架并将其应用到不同情境中。如，柴阳丽等基于共享调节理论，从回顾过程、描述经历、评价、批判性分析和计划解决方案等五个维度开发计算机支持的协作学习中的团队反思支架，并将其用于职前教师集体备课活动中，从团队反思水平、共享调节水平等方面验证其有效性^[30]。王宁构建了可视化教学反思支架，由回顾教学过程、描述师生活动、点评教学实践和编写教学反思日志四个模块组成，其中教学反思日志的编写要求围绕教学内容、教学过程、教学策略，并在语文、英语、计算机等 10 个教研室中推广应用，实践发现，无论是课前还是课后，学生基本不参与反思^[31]。王海燕设计教学反思支架的形式：模仿案例、过程示范、反思日记模板等，其中反思日记模板是基于教学问题所设计，包括描述情境、描述问题、分析问题、解决方案、方案依据及验证等模块^[32]。

通过文献梳理可以发现，关于反思脚手架的设计和应用大多关注教学反思，研究对象为教师，然而，对于学生来说，反思也是一种非常重要的元认知能力。如何利用学习日志设计有效的反思脚手架一直是教学研究关注的热点问题。鉴于此，本研究提出反思脚手架的设计原则并据此构建学习日志反思脚手架，旨在提高学习者的反思水平和学习效果，实现深度学习。本研究提出的学习日志反思脚手架是指教师根据课程标准、学科内容以及学生的学习风格等个人特质，为帮助学生理解并应用知识而构建的课后反思脚手架，是一种通用型的硬支架。有不少研究证明了硬支架的有效性，如 Wolf 等验证了纸质评估清单可以显著提高学生对网络资源的评估能力^[33]。Lim 等认为 K-W-L 图表（包含你知道什么/你想知道什么/你学到了什么）可以促进学习者的有效反思^[34]。硬支架为学生在解决问题时提供概念、元认知、步骤以及策略等方面的有效支持^[35]。

三、学习日志反思脚手架设计

（一）设计原则

脚手架的设计需要依据一系列的指导原则。如，Kali 和 Linn 提出支架设计的四大准则：使教学内容易于理解，可视化呈现学习思维，促进学生互相学习及促进学生自主学习^[36]，主要应用于课前预习脚手架、课中辅助脚手架的设计。张瑾等提出“STEM + ”教育

中设计学习支架应遵循跨学科融合、知识可视化、指导个性化、动态调整与发展等四项原则^[37]。李梅基于认知负荷理论提出项目化学习支架的设计原则^[38]。闫寒冰认为提供学习支架的提出应遵循适时性、动态性、多元性和渐进性等原则^[21]。需要注意的是,脚手架的设计原则与脚手架的提出原则不同。通过文献梳理可知,反思脚手架并没有明确的设计原则,鉴于此,本研究提出设计学习日志反思脚手架需要遵循的三大原则:全面性、递进性和引导性,并据此设计学习日志反思脚手架。

1. 全面性原则

要求反思脚手架指导学习者进行全面反思。学习日志反思脚手架旨在解决学生自主反思中存在的片面化、碎片化等问题,因此全面性是基本的设计原则。依据全面性原则,在设计学习日志反思脚手架之前进行文献调研,总结学习者利用学习日志进行反思的基本内容维度,从而确定学习日志反思脚手架的框架,以确保学习日志反思脚手架可以引导学生进行全面反思。

2. 递进性原则

在设计学习日志脚手架时,除了要保证全面性之外,还要依据学习者的反思水平,将脚手架层次化,使其具有一定的递进性。依据递进性原则,在设计学习日志反思脚手架之前进行文献调研,总结学习者的反思水平,从而确保学习日志反思脚手架的逐级递进性,增强学习者的自信心,使学习者由低水平反思逐渐向高水平反思过渡。

3. 引导性原则

提供脚手架的目的在于引导学习者进行自我反思,提高学习者的自我反思能力和反思水平,培养其批判性思维。引导性是设计学习日志反思脚手架的重要原则。依据引导性原则,在将学习日志反思脚手架应用于实践之前,根据教学内容、教学目标、教学特点等调整学习日志反思脚手架,并提供适当的指导语,以确保学习日志反思脚手架可以有效引导学习者进行自我反思。

(二) 构建学习日志反思脚手架

Margaret 等提出反思要素综合分析框架,认为学习者的反思主要包含三个层次:内容反思、过程反思和前提反思^[4]。有不少研究者从不同场景验证了反思要素综合分析框架的有效性和科学性。学习日志反思脚手架正是在借鉴反思要素综合分析框架的基础上提出来的(如表1所示),将反思要素综合分析框架中的三个反思层次(内容反思、过程反思和前提反思)作为一级维度,在梳理学习日志、反思脚手架相关文献的基础上,将一级维度进行细化,划分为描述性反思、理解性反思、问题类反思、方法类反思、结果类反思、批判性反思和计划性反思等七个二级维度。学习日志反思脚手架基于反思要素综合分析框架,基本涵盖了所有的反思要素,体现了全面性的原则,从内容反思到过程反思,再到前提反思,引导学生从低水平反思逐渐向高水平反思过渡,体现了递进性和引导性的原则。

表1 学习日志反思脚手架

一级维度	二级维度	描述
内容反思	描述性反思	对学习内容及相关知识点进行陈述
	理解性反思	从不同角度理解学习内容,建立知识点间的联系
过程反思	问题类反思	对学习过程中遇到的问题进行反思
	方法类反思	对学习过程中用到的策略或方法进行反思
	结果类反思	对学习结果或学习收获进行反思
前提反思	批判性反思	对造成学习现状的原因做批判性分析和评价
	计划性反思	形成解决问题的新方案(改善不良学习现状或解决学习中待解决的问题)

其中,内容反思包括描述性反思和理解性反思,描述性反思指对学习内容进行陈述,理解性反思指从不同角度理解学习内容及相关知识点,建立知识点之间的联系。脚手架需要促进学习者在实验中的正念(Mindfulness),即以不加回应、不加评判的方式对当下经验和想法加以注意^[39]。Belland 提出的促进学习者正念的五大原则之一正是要鼓励学习者从不同的角度思考问题,理解性反思可以促进学生的正念^[23]。

过程反思包括问题类反思、方法类反思和结果类反思。反思需要跳出学习活动本身,对学习结果及学习过程进行观察与思考,问题类反思指对学习过程中遇到的问题或困难进行反思,对学习过程进行回顾可以鼓励学生思考,理解产生问题的原因,加深对相关知识的理解和掌握^[22]。方法类反思指对学习过程中用到的方法、策略进行反思,结果类反思指对学习的收获、学习结果进行反思。前提反思包括批判性反思和

计划性反思,批判性反思是意义学习的中介,指对造成学习现状的原因作出批判性分析和评价。计划型反思是指学习者思考解决问题的方案,该方案可以是改善不良的学习现状,也可以是解决学习中遇到的、尚未解决的问题。在实际运用中,教师需要根据教学标准、学科内容以及学生特点等方面,灵活运用学习日志脚手架,并可以有选择地说明要求或提示。

(三) 学习日志反思脚手架应用案例

将学习日志反思脚手架用于某高校“教育信息处理”的六节在线实验课中。以在“S-P表分析及设计”的课中所提供的反思脚手架为案例来解读学习日志反思脚手架的具体应用。“S-P表分析及设计”学习日志反思脚手架如表2所示,在“S-P表分析及设计”的实验课中,S-P表是关键知识点,第1题、第2题属于内容反思,旨在引导学习者回顾知识,并反思

知识间的联系;第3题、第4题、第5题旨在引导学习者进行过程反思,回顾在实验过程中遇到的问题,用到的方法或策略及实验结果或收获等;第6题、第7题引导学习者进行前提反思,回顾实验过程中的待改进之处,对实验的过程、结果等进行批判性分析并提出改进方法;第8题属于开放型反思。为了使学习者更好地进行反思,在部分题项后添加了提示或要求。“S-P表分析及设计”学习日志脚手架中所包含的8道题均为开放式问题,有研究证明,开放式问题比封闭式问题更能引起学生的思考^[40]。在每节实验课后,结合实验内容、学生实验情况、教育技术学领域专家的意见等对学习日志反思脚手架反复修改,以确保反思脚手架与实验内容的适切性,并要求学习者在每节实验课后完成并提交。

表2 “S-P表分析及设计”学习日志反思脚手架

“S-P表分析及设计”学习日志		
姓名:	学号:	日期:
1. 在本实验中用到了哪些知识?		
2. 本实验中用到的知识点之间是否有关系? 如果有,请说明。		
3. 在实验中是否遇到了问题? 如果有,请说明。		
4. 在实验中用到了哪些方法或策略?		
5. 实验结果如何? 有什么收获? (可从知识、技能、情感等角度)		
6. 在实验过程中是否存在不足或不明白的地方? 如果有,请说明原因。		
7. 打算采用什么措施来弥补不足和解决困惑?		
8. 其它。		

四、学习日志反思脚手架的应用实践

将学习日志反思脚手架应用于某高校“教育信息处理”在线实验课程中,选取参加此课程的教育技术专业本科二年级的26名学生为研究对象,26名被试对课程内容的熟悉程度较为一致。“教育信息处理”在线实验课程总共有六节,分别是“信息熵的表示和计算”“教学目标分析法及其应用”“S-T分析法及

应用”“教育测量的信度、效度与标准分计算”“S-P表分析设计”“聚类分析实验”。每节实验课的教学流程相同:教师首先讲解实验内容、实验目标、实验中涉及的知识点以及实验注意事项,随后学生独立进行实验,有问题可直接在线询问,在课后完成并提交学习日志。学习日志反思脚手架的提出旨在帮助学习者提高反思水平,从而提高其学习效果,因此,从反思水平和学习效果两个维度验证其有效性。

此外,能力水平不同的学习者其最邻近发展区也不同,因此脚手架会对不同能力水平的学习者产生不同的影响^[40]。然而,关于脚手架的研究倾向于为高水平或中等水平的学生开发脚手架,探讨脚手架对不同能力水平学生影响的研究较少。本研究将学习者分为高成绩组和低成绩组,从更加精细的角度探讨学习日志反思脚手架对学生的影响。

(一) 数据收集方法及工具

1. 反思水平的测量

Margaret 等提出的反思要素综合分析框架分为两部分,第一部分是以日志中的词语、句子或段落为分析单元,定义了反思时间、反思内容以及反思阶段三大维度九个要素;第二部分是日志整体为分析单元,定义了无反思、低水平反思和高水平反思三个反

思水平^[4]。王永花等在反思要素综合分析框架的基础上对分析框架进行了细化和补充,提出了反思水平分析框架^[7],如表 3 所示。

本研究依据反思水平分析框架进行编码。按照反思水平分析框架可以将学习者的反思水平分为无反思(W)、低水平反思(D)和高水平反思(G)三个层次。由两名研究者利用反思水平分析框架,以学习日志为单元,对所有的学习日志进行编码,若学生未提交学习日志或学习日志内容为空,则编码为无反思;当学习日志同时包含两个或两个以上编码类目时,则编码为反思水平较高的类目。两名研究者事先经过了统一的编码培训,编码结束后,对编码一致性进行检验,Kappa 系数达 0.82,表明具有较高的信度。

表 3 反思水平分析框架

反思水平	描述	示例
无反思(W)	W 没有反思意识,不会反思(缺乏反思能力)	未提交学习日志或学习日志为空
低水平反思(D)	D1 具备反思意识	简单回答“是”或“否”
	D2 回顾经验,描述事实和情感体验,包括对学习内容、学习结果和学习过程的反思	通过本实验,我知道了如何绘制 S-P 表的 S 曲线和 P 曲线。
	D3 寻求新旧知识间的关系、学习方法的优劣	在完成 S-P 表的实验过程中,重拾了 C 语言中二维数组的相关知识。
高水平反思(G)	G1 对造成现状的原因作批判性分析	在本实验中,我发现我的 C 语言基础薄弱,对于循环的理解也不是很到位。
	G2 尝试转换视角看待问题	关于数据的定义,我习惯直接定义确定的数据,老师的讲解是在最开头定义变量 N、M,我觉得这种方法更好,便于数据的修改。
	G3 在众多资源或证据的基础上形成新的观点	在计算注意系数时出现了困难,通过上网学习相关资料,学到了面积剪裁法。
	G4 尝试验证假设	我运用面积剪裁法成功完成本实验。

2. 学习效果的测量

学习效果,即学习者的知识保持测试成绩和迁移测试成绩。知识保持测试成绩反映了学习者记住了多少知识,知识迁移测试成绩反映了学习者学会并应用了多少知识。前测和后测的知识保持测试均有六道题目,均为两道判断题、两道选择题、两道填空题,分别考察实验中所涉及的关键知识点,总分为 7 分。前测和后测的知识迁移测试均为两道应用型简答题,总分为 15 分。前测和后测的总分均为 22 分。知识保持、迁移测试题均由该在线实验课程的任课教师、教育信息处理领域的专家反复审查、修改后确定,以保证该测试可以准确反映学习者的知识保持和迁移水平。

(二) 实施过程

实施过程如图 1 所示。在六节在线实验课的课后均要求学习者撰写学习日志。前三节实验课不提供学习日志反思脚手架;在第三节实验课的学习日志收齐后测试学习者的知识保持、迁移水平,依据李燕平等人将学生分成高低成绩组的方法^[41],根据前测结果,以中位数为界将学习者分组。后三节实验课提供结合具体实验内容的学习日志反思脚手架;在第六节实验课的学习日志收齐后测试学习者的知识保持、迁移水平。

(三) 数据分析

1. 反思水平

表 4 显示了全班总体学生、高成绩组学生、低成

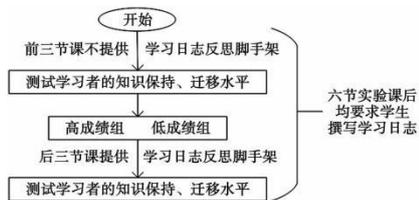


图1 实施过程

绩组学生在提供学习日志反思脚手架前后,学习日志在反思水平上的数量变化。由表可知,在学习日志反思脚手架指导下,学习者的反思水平出现了积极的变化:(1)无反思的学习日志消失,意味着在学习日志反思脚手架指导下,所有的学习者都具备了反思意识;(2)低水平反思日志的数量下降,由85.9%下降至44.9%,高水平反思日志的数量呈现5倍级增加,由10.3%增加到55.1%;(3)高成绩组学生的高水平反思日志的数量由12.8%增加至64.1%,低成绩组学生的高水平反思日志的数量由7.7%增加至46.2%;(4)高水平反思日志中内部子级别有所上升,达到G3、G4水平的反思日志的数量增多,由10.3%增加到26.9%,说明学习者在旧知识的基础上逐渐形成新的观点,并将其用于实践。结果表明,在学习日志反思脚手架指导下,不论是高成绩组学生,还是低成绩组学生,其反思意识和反思能力都得到了有效的提升。

表4 反思水平变化表(单位:篇)

反思水平	无反思		低水平反思		高水平反思	
	否	是	否	是	否	是
全班	3	0	67	35	8	43
高成绩组	2	0	32	14	5	25
低成绩组	1	0	35	21	3	18

2. 学习效果

对全班学生前后测的总成绩、低成绩组总成绩以及高成绩组总成绩进行配对样本t检验,结果如表5所示。学习者依据学习日志反思脚手架进行反思后,高成绩组学生($t = -7.366, P = 0.000$)、低成绩组学生($t = -3.838, P = 0.002$)的总成绩均得到了显著的提高。

对全班总体前后测的保持成绩、低成绩组保持成绩以及高成绩组保持成绩进行配对样本t检验,结果如表6所示。依据学习日志反思脚手架后进行反思后,低成绩组学生($t = -3.482, P = 0.005$)、高成绩组学生($t = -4.398, P = 0.001$)的保持成绩均得到了显著提高。

对全班总体前后测的迁移成绩、低成绩组学生迁

移成绩以及高成绩组学生迁移成绩进行配对样本t检验,结果如表7所示。依据学习日志反思脚手架进行反思后,低成绩组学生($t = -2.428, P = 0.032$)、高成绩组学生($t = -3.825, P = 0.02$)的迁移成绩均有显著提升。

表5 总成绩检验结果

全班总成绩			
	均值	标准差	P值
前测	14.73	3.131	0.000
后测	17.19	3.007	
低成绩组总成绩			
	均值	标准差	P值
前测	12.23	2.048	0.002
后测	14.92	2.216	
高成绩组总成绩			
	均值	标准差	P值
前测	17.23	1.641	0.000
后测	19.46	1.664	

表6 保持成绩检验结果

全班保持成绩			
	均值	标准差	P值
前测	5.269	0.7776	0.000
后测	6.538	0.5818	
低成绩组保持成绩			
	均值	标准差	P值
前测	5.385	0.6504	0.005
后测	6.462	0.6602	
高成绩组保持成绩			
	均值	标准差	P值
前测	5.154	0.8987	0.001
后测	6.615	0.5064	

(四) 实践结果

1. 学习日志反思脚手架可以显著提升学习者的反思水平

在提供学习日志反思脚手架后,无论是低成绩组学生,还是高成绩组学生,反思水平均有了显著提高,这与Lim^[34]、Elizabeth^[42]等提出的“脚手架可以促进学生反思”一致。在未提供学习日志脚手架前,学生的学习日志以简单描述为主,篇幅较短,由此可见学生的反思缺乏深度,未能将新旧知识联系起来,反思内容零碎,未能达到反思的真正目的。在提供学习日志脚手架后,反思篇幅明显增加,反思内容更加系统,

大多数学生在回顾实验过程时对实验中产生的问题进行了批判性分析,形成了新的解决方案,在这个过程中培养学生批判性思维能力。

表7 迁移成绩检验结果

全班迁移成绩			
	均值	标准差	P 值
前测	9.462	3.2153	0.002
后测	10.654	2.7268	
低成绩组迁移成绩			
	均值	标准差	P 值
前测	6.846	1.9936	0.032
后测	8.642	1.8081	
高成绩组迁移成绩			
	均值	标准差	P 值
前测	12.077	1.6564	0.002
后测	12.846	1.3445	

此外,Davis 发现许多教师避免为成绩较差的学生设置高阶的教学目标,因为这些教师认为成绩较差的学生没有高水平的思维能力^[43]。然而,本研究证明了,在相对较短的学习时间(三周)内,在脚手架的适当支持下,成绩较低的学习者的反思水平可以得到实质性的提高,这也与 Belland 等人的研究结果一致^[44]。因此,在实际教学中,教师可以利用学习日志反思脚手架来提高学习者的反思意识,尤其是低成绩的学习者,在此基础上,逐渐为学习者设置越来越高阶的教学目标,从而实现深度学习。

2. 学习日志反思脚手架可以显著提升学习者的学习效果

在学习日志反思脚手架的指导下,无论是低成绩组学生,还是高成绩组学生,知识保持成绩、迁移成绩均有了显著性提高,这说明学习日志反思脚手架可以显著提升学习者的学习效果。这证明了在学生解决真实问题时为其搭建适当的脚手架能提高学生的学习成绩,与 Belland^[23]、Puntambekar^[35] 等人的研究结果一致。在后三次实验中学习者均成功完成了实验任务,这验证了合适的支架有助于完成学习活动的结论^[43],这里的成功不仅意味着理解并应用学习内容,还意味着在脚手架的支持下学生学会了通过不同的途径来获得不同的问题解决方法。例如,在“聚类分析”的实验课后,一名学生在学习日志中写到“此次实验用到了很多嵌套,我在运行自己的代码的时候因为循环嵌套并不会报错并且单步运行也很麻烦所以很难寻找出错误,我通过在专业技术社区的网站中查阅

资料,梳理了思路,成功完成了聚类分析,于此同时,除了在实验中用到的聚类方法外,我还学习了其它几种聚类方法,并尝试运用多种聚类算法(在网站上学习相关代码)对数据进行聚类,期间也多次询问学长和老师”。

五、总结与展望

日志反思可以使学习者主动积极地发现问题、解决问题,建立起新旧知识的联系,形成新的认知结构,从而实现有效且持久的深度学习,那么该如何有效地撰写学习日志则成为提高学习者反思能力首要解决的问题。鉴于此,本研究基于 Margaret Plack 提出的反思要素综合分析框架,依据反思脚手架的三大设计原则——全面性、递进性和引导性来设计学习日志反思脚手架,引导学习者进行内容反思、过程反思以及前提反思,解决了学习者在利用学习日志进行自主反思时存在的反思内容片面化和碎片化等问题,将学习日志反思脚手架用于某高校“教育信息处理”在线课程中,将学习者分为高成绩组和低成绩组,并从反思水平、学习效果两个维度来验证其有效性。结果表明,学习日志脚手架使学生的反思有章可循,改变了学生自由反思时杂乱且无效的反思状态,可以显著提升学生的反思水平、学习效果,促进其实现深度学习。

当然,本研究也存在一定的局限性。首先,仅将学习日志反思脚手架用于在线实验课中,研究结果受到实验内容本身的影响。其次,选择某高校在线实验课程的 26 名教育技术专业本科生为研究对象,人数较少且来自同一专业,研究结果可能会受到专业背景的影响。此外,仅将学习日志反思脚手架应用于学习者的自省式反思中,研究结果可能会受到情境的限制。在下一步的研究中,将会增加不同专业背景的研究对象,将学习日志反思脚手架应用于不同的课程以及交互式反思、综合式反思等更多的情境中,从而进一步促进学习者实现深度学习,扩大学习日志反思脚手架的应用范围,并从更多维度进一步验证学习日志反思脚手架的有效性,使其具有更加普遍的意义。另外,本研究提出的学习日志反思脚手架是一种适应大部分学习者需求的固定式支架,而计算机支持的支架既可以是固定的,也可以是自适应的,因此未来的研究中,将会在学习日志反思脚手架的基础上,开发计算机支持下的学习日志反思脚手架,并在实践中验证其有效性。

【参考文献】

[1] Dewey J. How We Think: A Restatement of the Relation of Re-

©1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

- reflective Thinking to the Educative Process [M]. New York: D. C. Heath & Co., 1933.
- [2] 晋欣泉,姜强,赵蔚. 基于众包的反思性学习模式设计与实践——面向深度学习的课堂教学结构化变革研究之三[J]. 现代远程教育,2020(02):32-42.
- [3] 核心素养研究课题组. 中国学生发展核心素养[J]. 中国教育,2016(10):1-3.
- [4] Margaret M Plack, M Driscoll, S Blissett, et al. A method for assessing reflective journal writing [J]. Journal of allied health, 2005, 34(4): 199-208.
- [5] 潘星竹,姜强,黄丽,等. “支架+”STEM 教学模式设计及实践研究——面向高阶思维能力培养[J]. 现代远程教育,2019(03):56-64.
- [6] 孟辉,梁汇娟,初彤. 大学生自主反思维度探析——以英语学习为例[J]. 中国外语,2019(2):64-70.
- [7] 王永花,殷旭彪. 基于反思日志培养大学生反思能力的实践研究[J]. 数字教育,2019(6):66-71.
- [8] Mukti A. The Effectiveness of Dialogue Journals in Improving the Skill in Writing Narrative Texts [J]. IJEE (Indonesian Journal of English Education), 2016, 3(1):1-14.
- [9] Dabagh A. The Predictive Role of Vocabulary Knowledge in Listening Comprehension: Depth or Breadth? [J]. International Journal of English Language and Translation Studies,2016(3):1-13.
- [10] 张丽红,郎勇. 美国大学生日志反思之实证分析与思考[J]. 现代大学教育,2020(4):60-68.
- [11] 段长城,常小玲. 高校外语教师专题研修班的成效与挑战——基于教师反思日志的分析[J]. 外语教育研究前沿,2020(2):73-81.
- [12] Pavlovich K. The development of reflective practice through student journals [J]. Higher Education Research & Development, 2007, 26(3): 281-295.
- [13] Hatton N, Smith D. Reflection in teacher education: Towards definition and implementation [J]. Teaching and teacher education, 1995, 11(1): 33-49.
- [14] Korthagen F A J. In search of the essence of a good teacher: towards a more holistic approach in teacher education [J]. Teacher and Teacher Education, 2004, 20(1): 77-97.
- [15] 付光槐,陶丽. 跨文化学习背景下职前教师反思水平研究——以中加互惠学习项目交换生为例[J]. 比较教育研究,2018(10):91-96.
- [16] 汪丽梅,吴刚平,吴婧. 教师自传的反思水平研究[J]. 全球教育展望,2018(1):93-105.
- [17] 何克抗. 教学支架的含义、类型、设计及其在教学中的应用——美国《教育传播与技术研究手册(第四版)》让我们深受启发的亮点之一[J]. 中国电化教育,2017(4):1-9.
- [18] Linn, M. C. Designing the knowledge integration environment [J]. International Journal of Science Education, 2000, 22(8): 781-796.
- [19] Davis E A, Linn M C. Scaffolding students' knowledge integration: Prompts for reflection in KIE [J]. International Journal of Science Education, 2000, 22(8): 819-837.
- [20] Hill J R, Hannafin M J. Teaching and learning in digital environments: the resurgence of resource-based learning [J]. Educational technology research & development, 2001, 49(3): 37-52.
- [21] 闫寒冰. 信息化教学的学习支架研究[J]. 中国电化教育,2003(11):18-21.
- [22] 李梅,葛文双. 基于项目的在线协作学习支架策略探究[J]. 现代远程教育,2021(01):40-47.
- [23] Belland B R. Portraits of middle school students constructing evidence-based arguments during problem-based learning: The impact of computer-based scaffolds [J]. Educational Technology Research and Development, 2010, 58(3): 285-309.
- [24] 赵呈领,万力勇. Web 2.0 环境下的在线学习活动设计——活动理论与支架理论整合的视角[J]. 现代远程教育,2013(06):41-46.
- [25] Wood D, J Bruner, G Ross. The role of tutoring in problem solving [J]. Journal of Child Psychology and Psychiatry,1976,(2):89-100.
- [26] Roehler, L D Cantlon. Scaffolding: A powerful tool in social constructivist classrooms [A]. In K Hogan, M Pressley. (eds.). Scaffolding Student Learning [C]. Cambridge, Brookline Books,1997.
- [27] 徐锦芬. 大学英语课堂小组互动中的同伴支架研究[J]. 外语与外语教学,2016(1):15-23.
- [28] Fisch S M. Making educational computer games “educational” [C]//Eisenberg M, Eisenberg A. Proceedings of the 2005 Conference on Interaction Design and Children. New York: ACM,2005:56-61.
- [29] Cabell S Q, Tororelli L S, Gerde H K. How do I write...? Scaffolding preschoolers' early writing skills [J]. The Reading Teacher, 2013, 66(8): 650-659.
- [30] 柴阳丽,陈向东,陈佳雯. CSCL 中的团队反思及其支架开发[J]. 电化教育研究,2021(4):93-100.
- [31] 王宁. 可视化教学反思支架的研制与推广[J]. 中国成人教育,2015(11):123-125.
- [32] 王海燕. 教师在线教学反思支架设计[J]. 中国电化教育,2014(3):110-116.
- [33] Wolf S E, Brush T, Saye J. Using an information problem-solving model as a metacognitive scaffold for multimedia-supported information-based problems [J]. Journal of Research on Technology in Education, 2003, 35(3): 321-341.
- [34] Lim B R. Challenges and issues in designing inquiry on the Web [J]. British Journal of Educational Technology, 2004, 35(5): 627-643.
- [35] Puntambekar S, Kolodner J L. Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2005, 42(2): 185-217.
- [36] Kali Y, Linn M C. Technology-enhanced support strategies for inquiry learning [A]. J M Spector, M D Merrill, J J G van Merriënboer, et al. Handbook of research on educational communications and technology [C]. New York: Lawrence Erlbaum,2008.
- [37] 张瑾. STEM+教育中学习支架设计研究[J]. 现代教育技术,2017(10):100-105.
- [38] 李梅. 在线环境下项目化学习支架探究[J]. 现代远程教育,2019(01):3-9.
- [39] Salomon G, Perkins D N, Globerson T. Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies [J]. Educational Researcher, 1991, 20(3): 2-9.
- [40] Deshmukh R S, Zucker T A, Tambyraja S R, et al. Teachers' use of questions during shared book reading: Relations to child responses [J]. Early Childhood Research Quarterly, 2019, 49(4): 59-68.
- [41] 李燕平,郭德俊. 课堂环境目标影响学生成就目标的实验研究[J]. 心理发展与教育,2002(04):56-60.
- [42] Davis Elizabeth A. Scaffolding students' knowledge integration: prompts for reflection in KIE [J]. International Journal of Science Education, 2000, 22(8): 819-837.
- [43] Zohar A, Dori Y. Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? [J]. Journal of the Learning Sciences, 2003(12): 145-181.
- [44] Belland B, Glazewski K D, Richardson J. Problem-based learning and argumentation: testing a scaffolding framework to support middle school students' creation of evidence-based arguments [J]. Instructional Science, 2011(39): 667-694.

8. 刘清堂等 基于经验学习圈构建 AI 支持下的教师研修模式 电化教育研究
2021(10) (CSSCI 源期刊, 核心)

ISSN1003-1553
CN62-1022/G4

电化教育研究[®]

e-EDUCATION RESEARCH

中文核心期刊(教育类) CSSCI 来源期刊 RCCSE 中国权威学术期刊 AMI 核心期刊

Donview
东方中原

Sonnoc
索诺克

为教育而生

激光高清短焦投影机
SNP-BX3500ST · SNP-BW3500ST · SNP-BH3500ST

北京东方中原教育科技有限公司 服务热线: 400-898-5393 www.donview.cn

Dianhua Jiaoyu Yanjiu

第42卷/vol.42
2021.10

70 如何设计科学、有效、有趣的教育游戏

——学习科学跨学科视角下的数学游戏设计研究

张 露 胡若楠 曾嘉灵 尚俊杰

77 中小学人工智能课程学习平台建设现状与优化策略

沈 晨 柏宏权

课 程 与 教 学

84 基于在线作业数据的学习行为投入画像构建研究

张 治 杨 熙 夏冬杰

92 基于VR的论证教学对初中生科学学习的影响研究

管珏琪 张 悦 吴 哲 陈宇峰 张坚勇

100 学习投入测评新发展:从单维分析到多模态融合

李 新 李艳燕 包吴昱 程 露

108 大学生无聊感与隐性逃课:手机依赖的中介作用

段海丹 汪 滢

学 科 建 设 与 教 师 发 展

114 基于经验学习圈构建AI支持下的教师研修模式

刘清堂 郑欣欣 吴林静 李小娟

121 组织变革视角下中小学校长首席信息官能力结构关系研究

胡艺龄 赵梓宏 顾小清

电 教 信 息

1 《电化教育研究》投稿须知

封二 第二十届教育技术国际论坛会议通知

封三 公益广告

封面 封底 电化教育产业广告

电化教育研究

主管单位 中国电化教育研究会

西北师范大学

主办单位 西北师范大学

中国电化教育研究会

主编·社长 郭绍青

常务副主编 郭 炯

责任编辑 袁梦霞 樊晓红

国际标准连续出版物号

ISSN 1003-1553

国内统一连续出版物号

CN 62-1022/G4

编辑出版 电化教育研究编辑部

印 刷 兰州新华印刷厂

发行范围 国内外公开发行

国内发行 中国邮政集团有限公司

甘肃省报刊发行局

邮发代号:54-82

国外发行 中国国际图书贸易集团

有限公司

国外代号:M3268

广告发布登记号 620105001

本刊地址 兰州市安宁东路967号

(西北师范大学内)

邮政编码 730070

电 话 0931-7971823 7970586

E-mail dhjyj@163.com

网 址 <http://aver.nwnu.edu.cn/>

微信公众号 e-EducationResearch

定 价 15.00元

出版日期 2021年10月1日

本刊所发表文章版权归本刊所有。本刊与中国知网、万方、龙源、维普、CSSCI、AMI等国内多家数据库签署了合作协议。作者向我刊投稿,即视为同意本刊与多家数据库签署的协议。

基于经验学习圈构建 AI 支持下的教师研修模式

刘清堂, 郑欣欣, 吴林静, 李小娟

(华中师范大学 人工智能教育学部, 湖北 武汉 430079)

[摘要] 利用人工智能等新技术支持教师队伍发展是教育领域的研究热点。当前, 教师教研活动的开展存在评价的客观性、深度性和针对性等问题, 直接影响教师培训的质量。如何借助人工智能开展教师研修伴随式数据采集与过程性评价, 服务于教师信息化教学能力的提升, 成为学界关注的焦点之一。在经验学习圈理论的视角下, 构建了 AI 支持下的教师研修模式(AISTTM), 以具体经验获取—反思性观察—抽象概括—积极实践为基本研修环节, 借助教研员点评目标达成度、观察教师评价教学表现、专家点评师生行为、主讲教师自评的多维评价方法开展研修活动。基于 AISTTM, 在宁夏回族自治区某试点学校开展同课异构的教师研修实践活动, 证明了 AISTTM 能够通过循环的研修流程促进教师的专业发展, 通过多维评价方法实现对教师的全方位评估。

[关键词] 研修模式; 人工智能; 经验学习圈; 同课异构

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 刘清堂(1969—), 男, 湖北仙桃人。教授, 博士, 主要从事智能教育、教师专业发展、学习分析及教育数据挖掘等研究。E-mail: liuqtang@mail.ccnu.edu.cn。郑欣欣为通讯作者, E-mail: 2441896238@qq.com。

一、引言

近年来, 我国发布《关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》, 强调在教育信息化背景下探索教研测评方式以及教研模式的变革, 充分发挥 5G、人工智能等新技术的助推作用, 创新研修效果的评估方法^[1]。

然而, 在已有的教师研修活动中, 往往将大量的培训资源直接推送给教师, 缺乏对实际课堂教学过程的深度剖析和反思, 直接影响教师研修培训的效果和质量^[2]。为此, 研究者聚焦课堂教学, 并认为: 课堂教学是信息技术与教育教学深度融合的主战场, 为教师专业发展提供了丰富的研修资源。然而, 课堂教学过程蕴涵的信息往往不能被准确、客观地识别与量化^[3]。利用人工智能采集、分析和量化课堂教学信息, 可以更为准确、快速、全面地分析师生教学互动过程, 挖掘教师教与学生学的深层次联系^[4]。如何充分利用人工智

能技术分析课堂教学过程, 提供客观性、针对性的教学分析数据, 建立研修活动过程与课堂教学实践的桥梁, 是智能时代教师研修活动的热点和难点。

经验学习圈理论(Experiential Learning Cycle)为破解教师研修过程中所存在的研修质量和效果不佳的问题提供了理论支持, 为教师专业发展的持续性改进提供了一个新视角。本文基于经验学习圈理论, 提出人工智能技术支持下的教师研修模式(AI-Supported Teacher Training Model, 简称 AISTTM), 并将其用于研修活动中, 从实践出发证明其有效性。

二、相关研究

当前教研活动的开展存在评价的客观性、深度性和针对性等问题, 是目前教研活动开展的难点, 也是广大一线教师、教研员及管理者的共同诉求。本文梳理了近年来研究者提出的研修评价方法和研修模式, 从而在文献综述和实践调研的基础上, 创新研修

基金项目: 2021 年湖北省教育科学规划项目“构建线上线下融合的课堂新型教学模式创新实证研究”(项目编号: 2020GA005); 2020 年国家自然科学基金项目“数据驱动的学习动机诊断模型及应用研究”(项目编号: 61977035)

©1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

评价方法,变革研修模式。

(一)教师研修评价

关于如何在教师研修中进行评价,很多学者提出了不同的方法。通过文献梳理,总结了两种常见的评价方法:过程性评价、总结性评价。过程性评价是教师提高专业发展水平的重要途径^[5],对研修过程中的情况进行评价,从而不断修正研修的路径,提高研修的效果。周文叶主张表现性评价在研修活动中是不可避免的^[6];徐惠仁强调在研修中开展过程性评价,并建构了过程性评价机制^[7]。总结性评估是根据研修目标,采用一定的评价方法来评定教研活动的效果。如威斯康辛大学柯克帕特里克提出的柯氏四级培训评估法,是总结性评估的有效工具,为教研活动的开展提供了层次化的评估方法^[7]。

过程性评价、总结性评价均运用到了真实性评估的思想。真实性评估聚焦教师的日常工作情境(课堂),反映教师教学和研修的真实水平。真实性评估一般有两种:一种是量化评估,如采用FIAS师生言语交互分析法^[8]、S-T行为分析法^[9]等对课堂实录进行量化分析;另一种是质性评估,质性评估往往依托于一定的观察量表,如以色列VIDEO-LM (Viewing, Investigating, Discussing Environments of Learning Mathematics)项目中所提出的六棱镜框架^[10],教师专业发展项目TEAMS (Teaching Exploratively for All Mathematics Students)中采用的象限编码系统^[11]等。提高教师专业发展要解决如何基于教师工作情境对教师教学进行真实性评估的问题,这就要求评估聚焦到教师的常态化课堂教学^[12]。课堂是教育教学改革的主阵地,课堂教学可以直接体现教师的专业能力^[12]。因此,对课堂教学进行观察、评价尤为关键。

在课堂观察与智能评价方面,传统的研究方法是现场观课或借助录像观课,利用人工来分析课堂中的师生行为无法进行深入的量化分析。人工智能支持下的课堂观察为解决这一难题提供了契机。刘清堂等构建了课堂教学行为智能分析模型,实现了对课堂录像的自动化计算、分析^[13];邵一川等利用深度学习技术采集学生的课堂行为^[14];孙众等构建了人工智能支持下的课堂教学分析框架^[14]。当前人工智能技术主要应用于讲授、测验和练习等教学环节,而在教学评价、教学决策、教师研修等场景应用较少,因此,本研究在人工智能支持下,对课堂教学进行多元化分析,探索教与学的深层次联系,利用人工智能辅助教师进行研修。

(二)教师研修模式

国内外研究者开发了一些用来指导教师进行教学

或研修的理论模型。Mishra和Koehler于2005年提出TPACK框架,强调了信息时代教师的知识结构^[15]。王其云等于2008年提出PST(Pedagogy, Social Interaction, Technology)模型^[16],认为教学活动的设计关键在于教学法、社会性交互和信息技术。同年,Radeliffe提出PST(Pedagogy, Space, Technology)框架^[17],强调教学过程中要注重信息技术、教学法和学习空间三者的相互作用。张屹等提出APT (Assessment, Pedagogy, Technology)模型,提倡用多种评价方式对学生进行评估^[18]。以上四个模型均注重评价、教学法以及信息技术等要素,侧重点、用途不尽相同。TPACK框架和APT模型多用于评价,TPACK框架侧重于评价教师的教学能力,而APT教学模型的目的是对学生进行评价,而非教师。教学法—社会交互—技术(PST)模型侧重于指导教师的教学活动,而教学法—空间—技术(PST)框架则侧重指导教师对学习空间的设计。

除了理论模型之外,实践领域也涌现出很多研修模式和实践案例。赵呈领等设计了基于五要素的混合式研修模式,该模式以线上线下平台为基础,以研修课程、研修活动为核心,将研修评估和研修管理贯穿研修的全过程^[19]。徐晓东提出专家引领下现象为本的课例研修模式,论证了专家引领下教师研修新模式的有效性^[20],对本文构建AISTTM有借鉴意义。以上研修模式均注重研修的评价、专家的参与等要素,强调线上线下相结合的研修,为本研究提供了借鉴意义。然而,尚需要在评估维度体现信息技术的支持作用,在研修中关注师生的课堂行为。冯晓英等提出信息化环境下的教师培训NEI模式^[21],利用信息技术打造虚拟研修空间、研修支持工具和研修评价技术。张妮等将教学法、评价、空间和技术视为支持教师研修的核心要素,并据此构建了教学法—评价—空间—技术(Pedagogy-Assessment-Space-Technology,简称PAST)模型^[22]。教师培训NEI模式与PAST模型均强调利用新技术支持教师研修中的评估,以及回归到真实的教学情境中进行研修,为AISTTM的研究提供了思路,然而,仍需要进一步考虑可持续的教师专业发展。

通过文献梳理及调研结果表明,目前研修活动的开展存在以下问题:(1)研修活动没有形成数据取之于课堂、用之于课堂的反馈回路;(2)研修活动往往局限在活动某个过程或环节,难以从整体上比较和分析研修的效果;(3)研修过程的评价方式仍趋于主观,评价数据缺乏客观性、深度性和针对性,多借助自我报告、问卷调查等方法进行分析。鉴于此,本文基于经验学习圈理论构建了AISTTM,在AI技术支持下,结合

主观评价和客观教学数据,对教学过程,特别是师生互动过程进行深度剖析,提高教师研修的针对性和精准性。

三、基于经验学习圈的 AISTTM 构建

(一)理论基础:经验学习圈

1984年,美国著名教育家、心理学家大卫·库伯(David Kolb)发展了库尔特·勒温(Kurt Lewin)等人提出的经验学习理论,构建了经验学习圈理论,如图1所示。库伯提出的经验学习圈理论至今仍被认为是最具影响力、引用最多的经验学习理论^[24]。

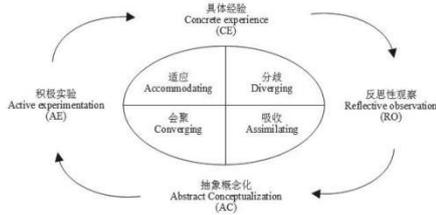


图1 经验学习圈理论^[24]

经验学习圈理论认为,一个完整的学习过程由获取具体经验(CE)、反思性观察(RO)、抽象概念化(AC)以及积极实验(AE)等四个环节组成。学习开始于学习者积极开展一项体验或活动(CE),在具体经验阶段之后,学习者有意识地反思经历(RO),在此基础上对所观察到的东西进行理论或模型的概念化(AC),最后测试概念化的理论、模型,进行新的体验。目的是帮助学习者经过获取具体经验等前三个环节的学习后,积极开展新的实践^[25]。

经验学习圈理论被广泛应用于各种教学情境。车丽娜等人将经验学习圈理论用于培养教育硕士生的教学能力,提出了“三段交互式”的教学模型^[26]。Kwon将经验学习圈理论和VR技术相结合,证明了VR技术可以使学习者将虚拟经验视为直接经验,从而提高其学习效果^[27]。王陆等基于经验学习圈理论和学习型组织知识转换SECI模型,以课堂实践中的问题为引领,提出了教师网络研修活动设计的三层模型^[28]。

大量研究证明,经验学习圈理论可以有效提升学习者的学习效果。然而,鲜有研究将经验学习圈理论用于支持教师的持续性发展。因此,本研究借鉴经验学习圈理论,设计流程为具体经验获取阶段—反思性观察阶段—抽象概括阶段—积极实践阶段的一套循环研修模式,其中最后的积极实践阶段也是下一轮研修的具体经验获取阶段。

(二)AISTTM 的架构及内涵

本研究借鉴经验学习圈理论,构建AISTTM,如图2所示,由学科专家、教研员、学科教师组建研修共同体,基于教师最熟悉的专业情境,以AI支持下的课堂观察为核心,以观察教师评价教学表现、专家点评师生行为、教研员点评达成度、主讲教师自评等多维评价方法开展真实性评估保障研修的效果,在AI支持下解读课堂中师生行为所蕴涵的内隐特征,在课堂观察量表、课堂教学AI分析报告、反思报告、课程标准等研修工具的支持下,从教师日常的教学实践入手设计研修路线,在具体经验获取—反思性观察—抽象概括—获取新的经验的周期中发展教师实践性知识、改进教师教学行为,实现自评和他评相结合、个人反思与团队发展相结合、线上观评与线下议评相结合、主观评课与客观报告相结合。

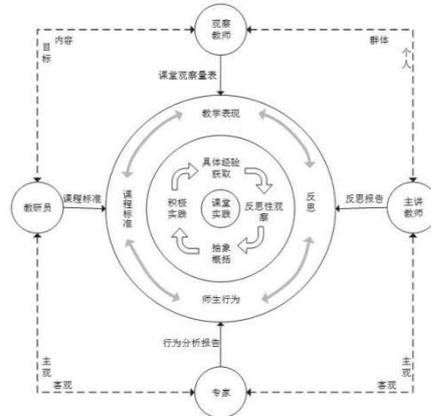


图2 基于经验学习圈理论的 AISTTM

总之,AISTTM的特征在于:(1)基于真实的课堂教学情境(最内圈);(2)借助多维评价方法开展研修活动(最外圈);(3)基于循环的研修流程(中间圈)促进教师持续性的专业发展。这样一套循环的研修流程并非简单的重复,而是共同体研修的螺旋上升过程,通过AI技术实现对长期螺旋式研修过程的监控,刻画教师或研修共同体的专业发展路径,从而实现常态化监测与增值性评估。AISTTM在人工智能支持下为教师研修提供实证化的数据服务,支持主观报告和客观数据相结合的评价,循环提升教师的教学实践能力,以期实现教育信息化、规模化以及常态化应用。

(三)AISTTM 中的多维评价方法

AISTTM以AI支持下的多维课堂评价方法为核

心(如图3所示),专家、教研员、观察教师、主讲教师从不同维度,运用课堂教学AI分析报告、课堂观察量表、反思报告、课程标准等不同工具,实现基于课堂教学的多元化评价。在评价时,不同角色有不同的侧重点。专家从专业的角度将课堂解构,教研员以课标为基准,关注教学目标的达成,教师则关注教学设计和教学过程。

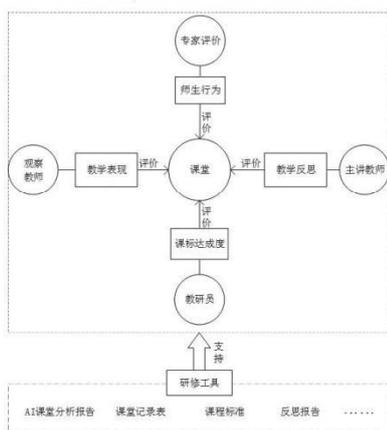


图3 AISTTM中的多维评价方法

AI技术可实现对课堂教学的过程性采集与即时性分析,生成课堂教学AI分析报告,包括师生课堂行为分布图、教学模式、课堂表现曲线、课堂参与度曲线以及关注度曲线。专家依据课堂教学AI分析报告进行点评,关注课堂中师生行为表现,在解读课堂教学AI分析报告的过程中建立起外显行为和内隐特征(如学生积极性、表现性等)之间的联系,保证了评价数据的客观性和深度性。教研员更加侧重于教学目标的达成度,以课程标准为基准进行观课。观察教师依据在线观察量表进行观评课,AI技术通过分析评课数据生成教师能力矩阵,实现教师能力水平的量化及可视化,观察教师侧重于评价教师的教学表现,从而可以快速直接地根据观察结果修改自己的教学设计、提高课堂教学效果。在此基础上,主讲教师依据AI分析报告,通过撰写反思报告进行自评。所有评价对象均为课堂实录,保证了评价数据的客观性和针对性。

(四)AISTTM中的研修流程

1. 具体经验获取

教师的具体经验是指教师在课堂教学中亲身体验或以观察者身份进行课堂观察而获得的经验,是真实的实践性知识^[28]。在这一阶段,研修活动应该以课堂教学为情境进行教学实践与观摩,不同主体采用不

同的课堂观察工具、方法或技术,是实践教学的主体实施阶段。研修教师采用现场观课(线下)和网络观摩(线上)相结合的方式,利用观察工具进行观课。在这一阶段,利用AI技术实现课堂教学的常态化伴随式数据采集,为教师提供课堂行为分析报告,实现教学过程的动态监测以及教学行为的智能化分析。

2. 反思性观察

经验之后进行反思是促进学习的有效途径^[29]。在AISTTM的反思性观察环节中,专家依据教育理论,借助AI分析报告,对教学过程尤其是课堂中的师生行为进行深层次的分析、点评,为教师的互评、自评提供客观数据的支撑。在专家引领下,研修组教师通过线上线下相结合的方式开展研讨,对主讲教师的课堂教学作出评价,同时以主讲教师为角色模型,实现对自己教学的再认识。教研员则以课标为基准,考察教学目标的达成度。在研修共同体进行集体反思的基础上,主讲教师通过撰写反思报告开展自评。在这一阶段,AI不仅实现了教师能力的可视化,更是搭建起外显行为和内隐特征之间的桥梁,通过专家或教研员的解读,引领教师对课堂教学进行深层次的评价和讨论。

3. 抽象概括

抽象概括的目的是归纳上一阶段获取的具体经验,使其上升到理论层面。教师研修不仅要理论知识用于实践,还要使在实践中获得的具体经验理论化,将具体经验抽象概括为实践性知识,从而使其具有更加普遍的指导意义^[30]。在此阶段,研修共同体对反思性观察阶段获得的具体经验进行讨论、交流、归纳和提炼,在AI的辅助下,形成一系列教师如何教、学生如何学的实践性知识,构建外显行为和内隐特征相互映射的知识体系框架。在这一阶段,专家团队给予一定的理论指导,帮助教师提炼和抽象出合理的知识体系。

4. 积极实践

在积极实践阶段,将抽象概括获得的实践性知识应用于新的课堂教学情境。一方面,使实践性知识回归课堂,并得到检验和发展;另一方面,教师在新的教学情境中又经历了一个具体经验的获取过程,开启下一轮的研修活动。教师研修中的数据资源取之于课堂,通过对数据的分析、反思和教学设计方案的打磨,提升教师信息化教学能力,进一步将研修中的技能应用到课堂,改善和提升教学效果。

四、《怎样求合力》研修实践案例及分析

(一)案例背景

2018年起,宁夏回族自治区开展人工智能助推

教师队伍建设行动试点^[2]。2019年,S学校被确定为市级人工智能助推教师队伍建设行动试点学校。2020年11月,《人工智能助推宁夏教育高质量发展》下发,鼓励积极探索人工智能等新技术助推教师队伍发展的新模式和新路径^[3]。然而,目前开展的教研活动依然存在反馈回路难形成、常态化教研活动难开展以及教研活动评价具有主观性等问题,基于AISTTM设计的研修活动以常态化循环研修为基础,形成研修活动的反馈回路,支持区域开展常态化教研,保证了研修评价的客观性、深度性以及针对性。

(二) 教师研修活动设计

基于AISTTM设计研修活动,并在S中学进行了同课异构活动,包括四个阶段:准备阶段→具体经验获取阶段(教学实践)→反思性观察阶段(教师反思)→抽象概括阶段(研修总结)。

(三) 研修活动的实施

1. 准备阶段

(1) 组建研修团队

S中学物理教研组组长王老师作为教研员,同时邀请17名物理教师、3名学科专家参与研修,组成研修共同体。此外,邀请若干名区域教师参与研修以及1名技术人员提供技术保障。

(2) 确定研修主题

本次研修以“如何突破思维定势——以《怎样求合力》为例”为主题进行教研活动。冯老师(学历:研究生,教龄:6年,年龄:31)和金老师(学历:本科,教龄:6年,年龄:30)作为主讲教师。

2. 具体经验获取阶段—教学实践

(1) 个人初备

两位主讲教师结合课程标准、教材以及学生特点完成个人备课。在专家指导下,研修团队依据课程标准以及S中学物理教学的实情,从教学设计、教学实施以及教学效果三个维度,学生活动、教师素养、教学目标、教学内容、教学过程、教学方法、技术应用以及目标达成度等八个观察点制定百分制的观察量表。

(2) 教学实践

主讲教师进行教学实践,在真实情境中授课。由于教室场景有限,观察教师聚集在教室中,通过直播平台,采用观察量表进行同步观课和评课,区域教师借助网络教研App,利用观察量表进行线上观课和评课。

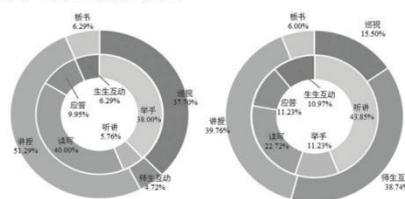
(3) 反思性观察阶段—教师反思

课堂实践结束后,AI课堂行为分析系统对课堂场景进行采样并记录,生成反映学生行为(举手、应

答、听讲、读写、生生互动)、教师行为(板书、巡视、讲授、师生互动)的课堂观察分析报告。

研修团队结合课堂行为分析报告等工具,对主讲教师的师生课堂行为、教学模式、学生参与度、课堂表现一致性及教师教学效果等进行对比反思,发现两名教师的优势和不足,给出适当的建议。

图4分别展示了金老师、冯老师课堂中学生行为和教师行为的占比分布,可以看出金老师课堂中的师生互动比例(38.74%)高于冯老师课堂中的师生互动比例(4.72%),表明金老师在授课时更加注重与学生的互动,然而在两位教师的课堂中,学生行为中的生生互动、举手、应答等主动行为的占比均较低;AI课堂行为分析系统依据Rt值和Ch值将教学模式分为混合型、练习型、对话型和讲授型四种,如图5所示,冯老师的课堂属于混合型,金老师的课堂属于练习型。通过参与度曲线、表现曲线、关注度曲线可知,在新课导入环节,冯老师可以较好地调动学生学习的主动性,参与度曲线与表现曲线均较高,在课中环节,两位老师的表现曲线均有了明显幅度的下降,表示学生行为比较离散,综合课堂录像可知,两位老师均在课中设置了活动环节。在课堂的最后环节,金老师课堂的表现曲线与学生参与度曲线均较高,而冯老师课堂的学生行为较为离散。



注:左为冯老师课堂,右为金老师课堂。

图4 课堂行为分布

教师对观察量表进行整理,结合AI形成的教师能力矩阵,讨论主讲教师在教学设计等三大维度、八大观察点的优势和不足。分析发现冯老师、金老师在“教师素养”“学生活动”两个观察点得分均较低。专家结合AI分析报告对主讲教师的课堂进行点评。教研员则从教学目标达成度进行评价。主讲教师在讨论的基础上撰写反思日志,完成个人自评。

4. 抽象概括阶段—研修总结

在教研员、专家的指导下,研修团队共同完成研修报告,形成一系列教师如何教、学生如何学的实践性知识体系,为下一轮研修奠定基础并安排下一轮教学实践。

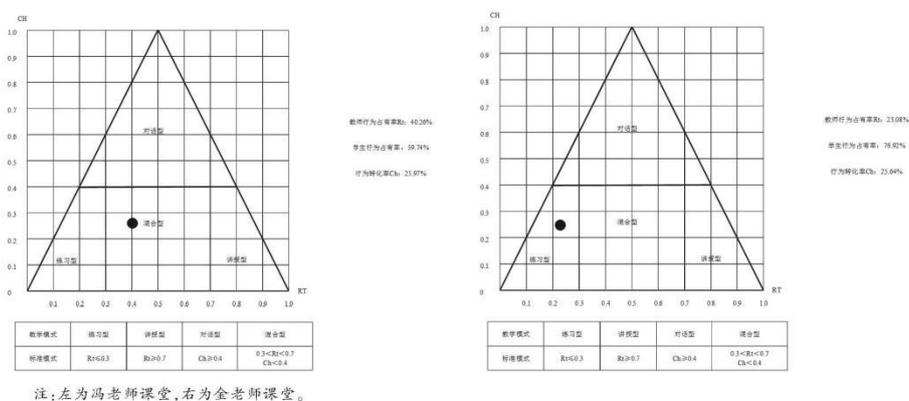


图5 教学模式

本轮研修完成后,对部分参与研修的教师进行了访谈。结果表明,教师普遍接受 AISTTM,认为 AISTTM 可以帮助提高研修的效果。如研修组组长王老师说:“通过这种方式进行研修,借助真实的课堂情境,教师们结合自身的教学行为进行反思,在线上线下充分互动,对课程理念的认识逐步深化,实现了从‘教’到‘研’的跨越,获得专业成长体验。”

五、研究小结

以人工智能等新技术创新教师教育方式是当前解决教师专业发展困境的途径之一。在此背景下,本研究基于经验学习圈理论构建了 AISTTM,按照具体经验获取—反思性观察—抽象概括—积极实践的路线,采用教研员点评目标达成度、观察教师评价教学表现、专家点评师生行为、主讲教师自评的多维评价方法开展研修活动。将 AISTTM 进行应用实践,选择人工智能助推教师队伍建设中某所试点学校,以“如何突破思维定势——以《怎样求合力》为例”为研修主题,组建研修共同体,开展同课异构的研修实践活动。实践证明, AISTTM 可以有效提高教师的信息化教学能力。

AISTTM 通过循环的研修流程促进教师的专业发展,使实践性知识来自课堂,应用到课堂,形成研修活动的反馈回路;通过长期持续性研修,一方面可以刻画教师自身的专业发展路径,实现对教师的增值性评估,另一方面将 AISTTM 用于支持同课异构或同课同构活动,可以实现同伴间的过程性评价,从而能够在整体上比较和分析研修的效果;利用 AI 实现教师研修伴随式数据采集与过程性评价,促进研修评价由过去单独的主观经验式或数据客观化向主观和客观相结合转变,提高了研修数据的客观性、深度性和针对性,使研修活动朝着信息化、智能化和多元化方向发展,为教学改革与创新提供新的思路。

然而,本研究依然存在着不足之处。首先,仅将 AISTTM 用于 S 中学物理学科的研修中,学校条件、学科内容、教师特征等均会影响研修效果;其次,未将学生、教师的个体因素纳入模型。因此,在下一步的研究中会继续将 AISTTM 用于实践,从而进一步证明 AISTTM 的有效性,同时细化课堂观察点,引入更多的观察视角,考虑学生、教师的个体因素,实现对课堂教学的全面评价,为教师研修提供更多的研究思路。

【参考文献】

- [1] 教育部办公厅. 教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设工作试点工作的通知 [EB/OL].(2018-08-08)[2021-04-18]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201808/t20180815_345323.html.
- [2] 王中男,崔允漭.教师专业发展为什么要学校本位——情境学习理论的视角[J].上海教育科研,2011(7):10-14.
- [3] 季诚钧,何菊芳,卢双坡.高校教师课堂教学行为分析[J].中国大学教学,2010(5):17-20.
- [4] 邵一川,李常迪,赵睿,曹勇,田力威.人工智能分析课堂行为特征助力教学改革[J].黑龙江畜牧兽医,2020(17):153-158,172-174.
- [5] 徐惠仁.浅谈教师教学过程性评价的价值与策略[J].上海教育科研,2012(7):69-71.
- [6] 周文叶.开展基于表现性评价的教师研修[J].全球教育展望,2014,43(1):50-57.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

- [7] DONLOAD L K. Evaluation. *ASTD Training & Development Handbook*[M]. New York: McGraw-Hill, 1996:294-312.
- [8] FLANDERS NA. Intent, action and feedback: a preparation for teaching[J]. *Journal of teacher education*, 1963(14):250-259.
- [9] 傅德荣.教育信息处理[M].2版.北京:北京师范大学出版社,2011.
- [10] 章勤琼,谭莉.课堂录像促进教师专业研修:框架、应用及反思[J].*全球教育展望*,2019,48(1):103-112.
- [11] STEIN M K, CORRENTI R, MOORE D, et al. Using theory and measurement to sharpen conceptualizations of mathematics teaching in the common core era[J]. *AERA open*, 2017,3(1): 1-20.
- [12] 王陆,杨卉.基于真实性评估的教师专业学习与培训[J].*电化教育研究*,2010(10):107-111,115.
- [13] 刘清堂,何皓怡,吴林静,等.基于人工智能的课堂教学行为分析方法及其应用[J].*中国电化教育*,2019(9):13-21.
- [14] 孙众,吕恺悦,骆力明,陈美玲,许林,施智平.基于人工智能的课堂教学分析[J].*中国电化教育*,2020(10):15-23.
- [15] MISHRA P, KOEHLER M L. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge [J]. *Teachers college record*, 2006, 108(8):1017-1054.
- [16] WANG Q. A generic model for guiding the integration of ICT into teaching and learning [J]. *Innovations in education and teaching international*, 2008, 45(4): 411-419.
- [17] RADCLIFFE D. A Pedagogy-Space-Technology (PST) framework for designing and evaluating learning places[C]//*Proceedings of the next generation learning spaces colloquium*. Brisbane: The University of Queensland, 2008: 9-16.
- [18] 张屹,白清玉,李晓艳,朱映辉,范福兰,谢玲.基于 APT 教学模型的移动学习对学生学习兴趣与成绩的影响研究——以小学数学“扇形统计图”为例[J].*中国电化教育*,2016(1):26-33.
- [19] 赵呈颖,蒋志辉,李红霞.五要素视角下教师混合式研修模式构建研究[J].*电化教育研究*,2017,38(3):110-115,122.
- [20] 徐晓东,李王伟,赵莉.专家引领下现象为本的课例研修模式及其效果研究[J].*电化教育研究*,2020,41(10):106-113.
- [21] 冯晓英,宋琼,张铁道,等.“互联网+”教师培训 NEI 模式构建——基于扎根理论的研究[J].*开放教育研究*,2019,25(2):87-96.
- [22] 张妮,刘清堂,徐彪,罗磊,陈越,巴深.支持教师区域研修的 PAST 模型构建及应用研究[J].*中国电化教育*,2020(4):93-101.
- [23] KOLB D A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development* [M]. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1984:31-61.
- [24] SEAMAN J, BROWN M, QUAY J. The evolution of experiential learning theory: tracing lines of research in the JEE [J]. *Journal of experiential education*, 2017, 40(4):1-21.
- [25] 王陆,张敬霞.一种改进的基于教师凝聚子群的远程合作学习圈方法[J].*电化教育研究*,2011(4):59-64.
- [26] 车丽娜,徐继存,王敬政.基于“经验学习圈”的实践理性培养——论全日制教育硕士生“三段交互式”实践教学模式的建构[J].*学位与研究生教育*,2018(3):13-18.
- [27] KWON C. Verification of the possibility and effectiveness of experiential learning using HMD-based immersive VR technologies[J]. *Virtual reality*, 2019, 23(1):101-118.
- [28] 杨卉,冯涛.教师网络研修活动设计方法与技术[M].北京:北京师范大学出版社,2019.
- [29] 宁夏回族自治区人民政府.自治区人民政府关于印发宁夏回族自治区“互联网+教育”示范区建设规划(2018年—2022年)的通知[EB/OL].(2018-11-22)[2021-04-18]. <https://www.nx.eduyn.com/detail?ctid=068d8f82ebdc40d9b8d4dec82a144e15>.
- [30] 中国教育新闻网.宁夏回族自治区教育厅:人工智能助推宁夏教育高质量发展[EB/OL].(2020-11-23)[2021-04-18].http://m.jyb.cn/tmzcg/xwy/wzxw/202011/t20201123_375898_wap.html.

Building An AI-Supported Teacher Training Model Based on Experiential Learning Cycle

LIU Qingtang, ZHENG Xinxin, WU Linjing, LI Xiaojuan

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

[Abstract] The use of new technologies such as artificial intelligence to support teacher development

(下转第 128 页)

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

also reshaping the new form of education. School administrators need to re-examine the functional positioning in an era of opportunities and challenges. How to coordinate and use information technology to reshape the process of teaching and management, and how to effectively guide schools to carry out organizational reform and innovation are the core competencies that primary and secondary schools principals should possess in the informatization 2.0 era. From a theoretical perspective of organizational transformation, this study constructs a CIO (Chief Information Officer) competency structure model of primary and secondary school principals based on Burke-Litwin model of organizational outcomes and transformational causality, examines the relationship among 11 competencies of the CIO from transformational level, intermediary level and interaction level, and uses structural equation model to verify and analyze the factor relationship and the mediating effect. The results show that information literacy is an important cornerstone of the CIO competency structure; systems planning ability is the key to shifting from cognitive to behavioral change in CIOs; team building ability and management evaluation ability are the mediators linking macro change to micro practice; and the four sub-competencies of management practice are interrelated and indispensable. The study further proves that the CIO plays a central role in the process of top-down and bottom-up information transformation in schools.

(上接第 120 页)

is a hot issue in the field of education. Currently, it is found that in teachers' teaching and research activities, the evaluation is lack of objectivity, depth and pertinence, which directly affect the quality of teacher training. How to use artificial intelligence to carry out the data collection and process evaluation of teachers' research and training to serve the improvement of teachers' informatization-based teaching ability has become the focus of academic research. From the perspective of experiential learning cycle theory, the AI-supported teacher training model (AISTTM) has been developed, with "concrete experience acquisition—reflective observation—abstract generalization—active practice" as the basic research and training link. The research and training activities are carried out through a multi-dimensional evaluation method in which the teacher researcher comments on the achievement of objectives, the observing teacher evaluates teaching performance, the expert reviews the behavior of teachers and students, and the lecturer carries out self-assessment. Based on AISTTM, a pilot school in the Ningxia Hui Autonomous Region has carried out research and training activities for teachers with heterogeneous classes, demonstrating that AISTTM can promote teachers' professional development through a circular training process and evaluate teachers in a holistic manner through the multidimensional evaluation method.

[Keywords] Research and Training Model; Artificial Intelligence; Experiential Learning Cycle Theory; Heterogeneous Class

9. 刘清堂等. 智慧教室中座位偏好与学习动机的相关性研究, 现代教育技术, 2021(08) (CSSCI 源期刊)

现代
教育
技术

中华人民共和国教育部主管
清华大学主办
教育部在线教育研究中心学术刊物
中国教育技术协会会刊
CSSCI 检索源期刊
中文核心期刊

现代教育技术

MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGY

2021年
第8期

月刊
第31卷

广告许可证: 京海工商广字第0081号
刊号: ISSN1009-8097/CN11-4525/N
邮发代号: 2-736
国外发行代号: M1689
投稿平台: <http://xjjs.cbpt.cnki.net>

2021
08

9.

目 次

理论观点

- 5/ 何以理性预见未来教育：未来研究方法的启示
郝祥军 顾小清
- 15/ 近十年国内高阶思维研究现状、热点与趋势
——基于文献计量与知识图谱分析
杨蕴佳 李美凤 李文
- 23/ 学习科学中“4E+S”认知理论模型的内涵与应用
张婧婧 牛晓杰 刘 杨 王辞晓
- 32/ 智慧教育时代教师 G-TPCK 框架研究
杨 鑫 解月光 苟 睿 王苗苗

教学研究

- 42/ 虚拟仿真实验教学对学生学习效果的影响研究
——基于 35 项实验和准实验研究的元分析
田 元 周晓蕾 宁国勤 姚 璜 陈 迪
- 50/ 数据驱动下初中化学教师信息技术应用能力测评事理图谱研究
赵一婷 钟绍春 唐烨伟 荆永君
- 60/ 技术支持视角下元认知策略对中小学生学习成绩的影响研究
——基于 54 篇相关外文文献的元分析
刘哲雨 王 媛 杨慕娴

教育技术工作

- 67/ 智慧教室中座位偏好与学习动机的相关性研究
——以“圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室的布局为例
刘清堂 卢国庆 吴林静 邓 伟
- 76/ 基于教师近场语音的课堂教学过程自动分析
骆祖莹 赵琦琦 段福庆

网络与开放教育

- 85/ “互联网+”视域下开放式课堂教学改革的困局与破局
郭 哲 张 晶
- 92/ 在线开放课程的学习者评价数据分析框架研究
——以“中小学教师数据素养”在线开放课程为例
周德青 杨现民 李 新

智慧教室中座位偏好与学习动机的相关性研究*



——以“圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室的布局为例

刘清堂^{1,2} 卢国庆^{[通讯作者]²} 吴林静^{1,2} 邓伟^{1,2}

(1. 华中师范大学 湖北省教育信息化研究中心, 湖北武汉 430079;
2. 华中师范大学 教育信息技术学院, 湖北武汉 430079)

摘要: 智慧教室位置不仅是一个物理坐标, 而且具有丰富的内涵, 其特征涉及高低交互区、与讲台与媒体的距离等。然而, 学习者对这些特征的偏好是如何与其内部学习动机相关联尚需要进一步挖掘。基于此, 文章以 H 大学 102 名本科生为研究对象, 探讨了学生在“圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室布局下座位偏好与学习动机之间的关系, 结果发现: 两种布局都存在座位选择的偏好区域与非偏好区域; 学生的自主动机高于受控动机, 学习动机水平较高; 学生的学习动机与高低交互区、距离讲台远近的座位偏好显著相关, 但与距离屏幕远近的座位偏好关系不显著。此结论有助于改进智慧教室空间设计, 同时, 为富媒体环境下如何扩大交互区域、激发学习动机提供一定的方向与参考。

关键词: 座位偏好; 学习动机; 自我决定理论; 智慧教室

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2021)08—0067—09 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2021.08.008

一 研究背景

智慧教室是一种典型的智慧学习环境的物化^[1], 它利用多种技术, 将物理空间、资源空间、社区空间无缝融合, 能够为学习者提供合适的学习资源和工具, 以促进学习者有效学习。其中, “圆桌式”、“秧苗式”是智慧教室常见的布局^[2]: 圆桌式布局多应用于小组协作学习, 能够缩短师生的物理空间距离, 提升课堂活动参与的效果^[3]; 秧苗式布局则多应用于课堂讲授, 以知识传递为主。各种智慧教室的布局、配置和功能略有差异, 但其共同点包括: 桌椅可以灵活组合、拼接; 存在多个屏幕, 学生可以通过多终端参与课堂学习; 学生距离屏幕较近, 能清晰并准确地获得屏幕内容。智慧教室环境在拓展学习者体验的深度和广度、减轻学习者的认知负担等方面被研究者寄予了很大的价值期待^[4], 逐步成为智慧校园建设与学生学习的重要场所。

智慧教室的位置偏好既包括座位方向、讲台距离、屏幕布局等物理特征, 也包括高低交互区、环境感知等心理特征。这些特征对学习投入、学习效果和学学习动机的影响受到了研究者的普遍关注, 并逐步成为研究热点。目前, 已有的相关研究成果聚焦于: ①具身认知理论支持下的学习空间布局设计与建设研究^{[5][6]}; ②认知学习理论支持下的学习空间特征对学生学习、教师行为的影响^{[7][8][9]}; ③学习行为、体验、投入及其影响因素的研究等^{[10][11]}。然而, 教室的空间布局主要通过主体对待和使用空间的方式, 间接影响主体的学习行为和体验^[12]。在智慧教室环境下, 学生如何选择位置、其动机水平如何、选择不同位置的学生动机是否存在差异等问题, 都值得我们进行深入的探讨。

基于上述分析, 本研究首先对教室的空间布局特征、座位偏好与学习动机的关系进行梳理; 接着结合自我决定理论, 对研究情境、调查工具、研究过程进行描述; 然后选择圆桌式、秧苗式两种布局, 在对座位偏好、学习动机进行描述性分析的基础上, 重点对距离讲台远近、高低

交互区、距离屏幕远近三类空间属性的学习者学习动机进行差异性分析；最后，从座位偏好区、学生动机水平以及两者之间的关系三个方面讨论研究结果。

二 文献综述

1 教室布局与座位偏好

以往教室布局的相关研究成果将课堂座位主要划分为三类：①依据与讲台的距离，划分为前后排。Vander Schee^[13]将座位划分为前排、中前排、中后排和后排四类，发现随着离讲台距离的增加，学生的课程得分逐步下降。Shemoff 等^[14]将座位划分为前排、中排和后排，发现与坐在中间和前排的学生相比，后排的学生具有较低的学习投入和体验。②依据师生的交互，划分为高低交互区。Marx 等^[15]的研究表明，在教室布局中分别存在两个“高交互区”，一个像三角形，一个像 T 型，这些区域的学生比其它区域具有更高的参与度、成绩更好、动机更强^{[16][17]}。③依据与屏幕的距离，划分为距离屏幕远近。陈向东等^[18]认为，学生对位置的偏好一般围绕电子白板或显示屏展开，因此依据与屏幕的距离，可以划分为距离屏幕远近。

座位偏好是指学生对教室中特定区域的座位表现出的喜好与选择倾向。在智慧教室环境下，大学生的座位是其自主选择的结果，受到物理环境和个性特征的影响^[19]——物理环境是指教室的空间布局、物理设备等^[20]，而个性特征是指学生的学习动机、自我效能感和地盘意识等^[21]，这些因素与学生的座位偏好有密切联系^[22]。不同的布局，会导致学生的座位偏好存在差异。本研究主要选取圆桌式、秧苗式两种典型的教室布局，重点研究学习动机与不同座位偏好的关系。

2 座位偏好与学习动机的关系

学习动机是一种内部启动机制，它与学习行为、学习态度、学习效果等诸多因素紧密相关^[23]。关于学习动机的理论繁多。其中，自我决定理论（Self-Determination Theory, SDT）根据自我决定的程度，把动机看作是从无动机、外部动机到内部动机的连续体^[24]。动机的内化是一个自然的过程，促进这一过程的基础是支持并满足学生对于自主性、能力感和归属感的基本需求。根据外部规则与个体自我的整合程度，在连续体上外部动机可细分为外部调节、内摄调节、认同调节、整合调节等子类，如图 1 所示。这些类型具有不同的因果感知轨迹与调节过程，对目标行为表现出的自我决定存在一定程度的差异。高校课堂中学生的座位大多并非由教师指定，学生选择坐在哪里是个体内部“自我决定”的，位置选择的过程可以由 SDT 来解释。

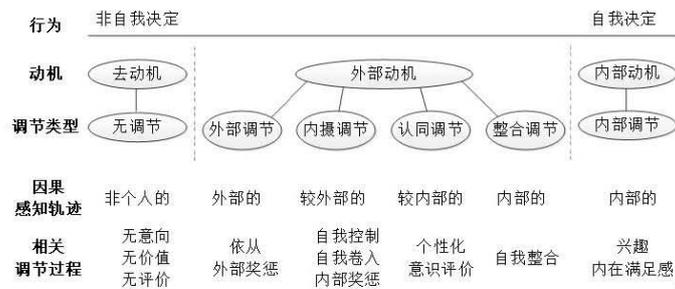


图 1 自我决定理论学习动机连续体^[24]

学习动机与座位偏好相互关联：学习动机会影响座位偏好，而座位偏好通过作用主体对座位的选择，来影响其在该环境下的认知、行为和情感体验，从而最终影响学生的学习绩效^[26]。Walberg^[27]发现，坐在靠窗位置的学生的学习动机较低，而坐在教室前排的学生比其它位置的学生往往有更强的学习动机。这些研究成果大多把学习动机看作单一的整体变量进行处理，然而学习动机是一个从无动机、外部动机到内部动机的连续体。那么，在学习动机连续体上的“节点”与座位偏好是如何关联的、关联强度如何，这些问题都值得深入探索。

在回顾有关教室、座位偏好、学习动机的研究成果的基础上，本研究发现：很多研究者把学生的座位偏好与物理环境、社会交往、个体特征联系起来^[28]，而对学生内部变量与座位偏好的研究还不够深入，缺乏对座位偏好与学习动机之间关系的实证量化研究。因而，在智慧教室这一新型学习环境下，调查学生的座位偏好特征，并结合学生的动机水平分析动机与座位偏好之间的关系，就显得很有必要了。

三 研究设计

1 研究问题

本研究重在探索以下问题：①在不同智慧教室布局下，大学生群体的座位偏好有何特征？②学生的学习动机整体状态及其水平如何？③学生的座位偏好与其学习动机存在怎样的关系？

2 研究情境

本研究选取 H 大学于 2016 年投入使用的智慧教室作为研究情境。H 大学利用基础的硬件设施，依托“云课堂”平台，融合物联网、移动通信等技术，依据“物理空间—资源空间—社区空间”的三位一体模型结构对智慧教室进行了设计^[29]，初步形成了“深体验”“强交互”式的学习环境。在硬件设备上，智慧教室配有电子白板功能的触控投影一体机、无线投屏等，并配有多个挂壁式液晶屏幕，使学生在教室的任何位置都可以近距离接触到屏幕上的内容。在空间布置上，智慧教室采用可移动的独立梯形或豆瓣课桌，教师可以根据教学活动的需求，实现教室内桌椅的灵活组合、拼接等联动控制。

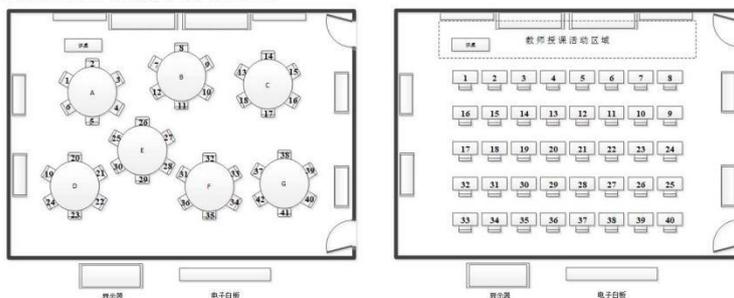


图 2 “圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室的布局

3 研究工具

(1) 智慧教室空间座位偏好问卷

座位偏好问卷主要参考 Kaya 等^[30]提出的教室布局的座位偏好调查问卷。经过实地调研，本

研究确定了圆桌式、秧苗式的具体空间布局，以期更加符合调查对象的实际情况。调查问卷中，学生假设在如图 2 所示的两种智慧教室上课，在最想要坐的座位序号上面分别打√。

(2) 学习动机量表

学习动机量表采用学业自我调节量表 (Academic Self-regulation Scale)。该量表由 Vansteenkiste 等^[31]结合 SDT，从外部调节、内摄调节、认同调节、内部动机四个维度来测量学习动机。每个维度的相对自主性指数 (Relative Autonomy Index, RAI) 计算如公式 (1) 所示：如果分数为负，表明学习行为更多地受外部因素的控制；如果分数为正，则表明行为具有更强的自主性^[32]。四个维度的 Cronbach's α 值分别为 0.73、0.84、0.78、0.92，整体的 Cronbach's α 值为 0.84，表明各维度及整体的信度良好。

$$RAI = \text{内部动机} \times 2 + \text{认同动机} - \text{内摄动机} - \text{外部动机} \times 2 \quad \text{公式 (1)}$$

4 研究过程

2019~2020 学年上学期，本研究选取 H 大学教育技术学、数字媒体等专业的 102 名本科生为研究对象。征得任课教师和学生的知情同意，本研究选择在“教育技术学导论”“教育研究方法”“计算思维”三门课程中开展研究，对学生的座位偏好、学习动机等实施调查。

四 研究数据获得及其分析

本研究向三门课程的 102 名学生分别发放纸质问卷，共回收问卷 101 份，回收率达 99.02%。尽管在问卷施测前，本研究征得师生的同意，并且宣读了知情说明书，让学生根据实际情况填写。但是，由于在智慧教室真实情境中采集数据，在数据预处理中，有关座位偏好的选项中出现了一些漏选、多选、歧义等问题。排除这些无效问卷后，本研究得到有效问卷 78 份，有效率达 77.23%。所填问卷中，男生占 26.9%，女生占 73.1%，比例约为 1:3，与学校实际情况相符。

1 智慧教室座位偏好分析

两种智慧教室布局的座位偏好频次如图 3 所示，可以看出：学生有明显的座位偏好。在“圆桌式”布局中，学生最喜欢的座位编号依次为 11、10、4、22、16、18、23、28；而在“秧苗式”布局中，学生最喜欢的座位编号依次为 20、14、12、13、19、21、3、10。

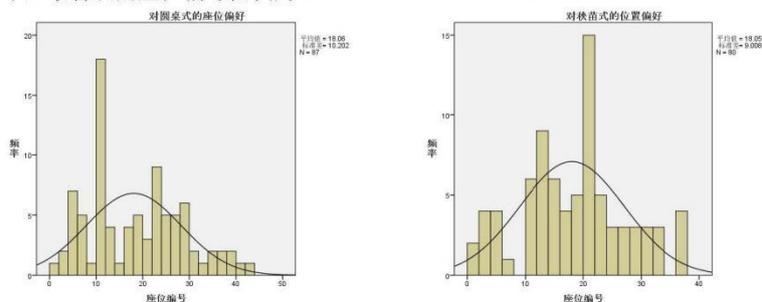


图 3 “圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室布局的座位偏好频次图

2 学习动机水平分析

学习动机量表各维度的描述性统计如表 1 所示。整体上来看，自主动机的均值高于受控动

机,说明学习更多受到内部因素驱动。此外,认同调节的均值略大于内部动机、内部动机的均值大于内摄调节,说明大学生学习动机整体情况较好,学习自主性较强。

表1 学生动机(学业自我调节)量表详细说明及描述性统计

维度	题数	均值	标准差	维度	均值	标准差
外部调节	4	3.12分	0.90	受控动机	3.35分	0.80
内摄调节	4	3.58分	0.97			
认同调节	4	4.53分	0.68	自主动机	4.52分	0.71
内部动机	4	4.50分	0.86			
RAI	---	3.72分	3.14			

3 两种布局类型座位偏好与学习动机的关系分析

考虑到实际的教室布局与规模,本研究将学生座位分别编码为二分类变量,对“圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室布局的座位偏好与学习动机的关系分别进行分析:

(1)“圆桌式”布局座位偏好与学习动机的关系分析

结合已有座位的划分方式,本研究根据图2(左)的座位布局,重新编码学生的圆桌式座位编号:①对于距离讲台远近变量,将A、B、C圆桌座位编码为1,代表距离讲台近;其余编码为0,代表距离讲台远。②对于高低交互区变量,根据Marx等^[33]的高低交互区划分方法,将D、F、G圆桌座位编码为0,代表低交互区;其余座位编码为1,代表高交互区。③对于距离屏幕远近变量,将E、F圆桌座位编码为0,代表距离屏幕远;其余编码为1,代表距离屏幕近。

根据表2,可以看出:①有关距离讲台远近,四个维度/指标在0.01显著性水平呈现差异,即选择距离讲台近的学生的认同调节、内部动机、自主动机、RAI显著高于选择距离远的学生;②有关高低交互区,四个维度/指标在0.05显著性水平呈现差异,即偏好高交互区的学生的认同调节、内部动机、自主动机、RAI显著高于偏好低交互区的学生;③有关距离屏幕远近,仅内部动机在0.1显著性水平呈现差异,即选择距离屏幕近的学生内部动机略高于其他学生。

表2 圆桌式布局不同座位偏好的学习动机的独立样本t检验(此处仅呈现结果显著的变量)

分类变量	维度/指标	均值(标准差)	均值(标准差)	t值	Sig.(双侧)
距离讲台远近	认同调节	4.73(0.65)	4.31(0.66)	-2.79	0.007**
	内部动机	4.83(0.70)	4.14(0.89)	-3.82	0.000**
	自主动机	4.78(0.63)	4.23(0.69)	-3.70	0.000**
	RAI	4.60(3.23)	2.75(2.77)	-2.71	0.008**
高低交互区	认同调节	4.66(0.64)	4.23(0.71)	-2.60	0.011*
	内部动机	4.67(0.77)	4.12(0.95)	-2.42	0.021*
	自主动机	4.66(0.65)	4.17(0.74)	-2.89	0.005**
	RAI	4.25(3.06)	2.47(3.03)	-2.35	0.021*
距离屏幕远近	内部动机	4.61(0.82)	4.20(0.92)	-1.86	0.067#

注:**表示置信水平 $p<0.01$,*表示置信水平 $p<0.05$,#表示置信水平 $p<0.1$ 。下同。

(2) “秧苗式”布局座位偏好与学习动机的关系分析

与圆桌式类似，本研究通过编码将秧苗式布局座位偏好划分为三个不同的变量，分别代表三种类型的座位偏好。根据表 3，可以看出：①关于距离讲台远近，认同调节、自主动机在 0.05 显著性水平呈现差异，而内部动机在 0.1 显著性水平呈现差异，即选择距离讲台近的学生认同调节、自主动机、内部动机显著高于选择距离讲台远的学生；②关于高低交互区，认同调节、自主动机在 0.05 显著性水平呈现差异，而内部动机在 0.1 显著性水平呈现差异，即偏好高交互区的学生的认同调节、自主动机、内部动机均显著高于偏好低交互区的学生；③关于距离屏幕远近，未发现显著性差异。

表 3 秧苗式布局不同座位偏好的学习动机的独立样本 t 检验 (此处仅呈现结果显著的变量)

分类变量	维度/指标	均值(标准差)	均值(标准差)	t 值	Sig.(双侧)
距离讲台远近	认同调节	4.71 (0.63)	4.39 (0.70)	-2.07	0.042*
	内部动机	4.72 (0.80)	4.34 (0.88)	-1.94	0.056#
	自主动机	4.72 (0.65)	4.37 (0.72)	-2.19	0.032*
高低交互区	认同调节	4.65 (0.61)	4.31 (0.76)	-2.14	0.036*
	内部动机	4.64 (0.82)	4.27 (0.90)	-1.84	0.070#
	自主动机	4.64 (0.64)	4.29 (0.77)	-2.16	0.034*

五 结果与讨论

1 智慧教室座位偏好区域呈现三角形特征、非偏好区域较为分散

在智慧教室布局中，存在座位选择的偏好区域与非偏好区域。本研究中学生偏好的具体座位用六角星标注，学生的偏好区域用虚线三角形表示 (如图 4 所示)，这与 Marx 等^[34]提出的高交互区一致，同时与陈向东等^[35]提出的研讨型教室的黄金区域相似。处于这些区域的学生比其它区域的学生有更高的参与度，但不同的教室布局，会导致这些偏好区域出现一定的差异。整体来说，圆桌式布局的偏好区域覆盖面积要比秧苗式布局大，这在一定程度上说明相较于秧苗式布局，圆桌式布局中师生的活动范围更大、可在教室内自由走动，方便师生交流、小组协作学习等^[36]。圆桌式布局设计的目的，是扩大学生的交互区域，提高学生的学习参与，这种室内设计在一定程度上扩大了座位选择的偏好区域^[37]。

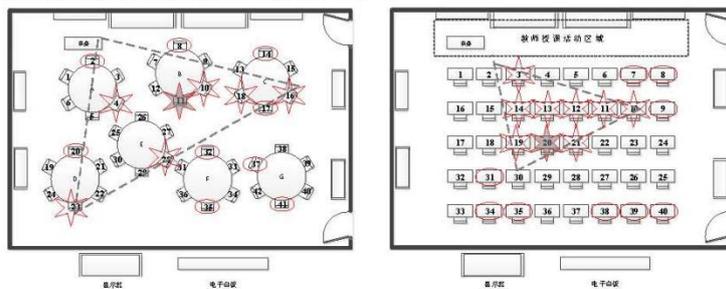


图 4 “圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室布局座位偏好的三角区域

然而,这两种布局都存在学生不想坐的区域,即“非偏好区域”。如图4所示,本研究中的非偏好区域用椭圆标注,其中圆桌式布局的非偏好区域相对分散,与座位的朝向和距离讲桌远近有关(如座位背向教师的2、8、14号和距离教师很远的35、41号),而与距离屏幕远近无关;秧苗式布局的非偏好区域位于距讲桌最远的三块区域(左下角31、34、35号,右上角7、8、9号和右下角38、39、40号),这一研究结论与Park等^[38]、陈向东等^[39]有关“阴影区域”的研究发现一致。由此可见,相对于朝向(背向或面向讲台)和距离讲桌的远近,距离屏幕的远近不是学生位置选择的主要考虑因素。

2 学生的自主动机高于受控动机,学习动机水平较高

调查表明,大学生的自主动机高于受控动机,在学习动机连续体上按其水平高低由高到低分别是认同调节、内部动机、内摄调节、外部调节。在智慧教室环境下,大学生的自主动机大于受控动机,RAI较高,学习行为较少受外部因素的控制,表现出更强的自主性。后续的课堂观察发现,有些学生提前到教室“占”座位,有些学生积极参与教学活动,就近通过屏幕进行演示与讨论,这些行为也验证了学生的动机水平较高。

3 学生的自主动机与高低交互区、距离讲台远近的座位偏好显著相关

本研究发现,在“圆桌式”、“秧苗式”两种智慧教室布局中大学生座位偏好与学习动机有一定的关联:偏好坐在高交互区的学生和偏好坐在距离讲台近的学生,都有较高的认同调节、内部动机、自主动机。然而,对于偏好距离屏幕远近的变量,本研究并没有发现显著性差异。

在从外部动机向内部动机转化的连续体上,前两个节点是外在调节、内摄调节,相关统计数据表明这两个节点与座位偏好没有显著关系;后两个节点是认同调节、整合调节,相关统计数据表明这两个节点与座位偏好有显著关系。而从偏好的显著区域来看,高低交互区、距离讲台远近的座位偏好与学习动机显著相关,但距离屏幕远近的座位偏好与学习动机没有显著关系。由此可见,屏幕多样、媒介多元并非学生偏好与追求的对象,并不能用来长久地激发和维持学习动机。因此,在具体的教学过程中,教师应当运用教学策略扩大智慧教室空间的交互区域,激发并促进学生的外部动机向内部动机转化。

六 结语

本研究以智慧教室为研究情境,探究了智慧教室环境下大学生对特定教室布局的座位偏好、学习动机水平及其两者之间的关系,结果发现:在智慧教室布局中,存在座位选择的偏好区域与非偏好区域;在智慧教室环境下,大学生的自主动机高于受控动机,RAI较高;大学生对高低交互区、距离讲桌远近的偏好与其认同调节、内部动机、自主动机、RAI有显著关系。研究结论体现了座位偏好所具有的丰富内涵特征,揭示了学生对学习空间中位置特征的偏好与个体学习动机的关联。未来研究可通过扩大样本量来验证智慧教室中座位偏好、实际座位、座位匹配与学习动机及其投入之间的关联,据此改善学生的学习体验,提升学生的学习动机。为了构建以学生为中心的、技术赋能的生态化学习环境,实践者在智慧教室开展教学中,需要更多关注学习者的主体特性,激发学习者自主动机,扩大智慧教室空间交互区域。

参考文献

- [1][10]张屹,郝琪,陈蓓蕾,等.智慧教室环境下大学生课堂学习投入度及影响因素研究——以“教育技术研究方法课”为例[J].中国电化教育,2019,(1):106-115.
- [2]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,(2):22-27.
- [3]Baepler P, Walker J D. Active learning classrooms and educational alliances: Changing relationships to improve learning[J]. *New Directions for Teaching and Learning*, 2014,(137):27-40.
- [4]祝智庭,贺斌.智慧教育:教育信息化的新境界[J].电化教育研究,2012,(12):5-13.
- [5]陈恣.具身认知视角下 A-STEM 学习空间设计[J].全球教育展望,2020,(4):46-57.
- [6]李志河,李鹏媛,周娜娜,等.具身认知学习环境设计:特征、要素、应用及发展趋势[J].远程教育杂志,2018,(5):81-90.
- [7]MacLeod J, Yang H H, Zhu S, et al. Understanding students' preferences towards the smart classroom learning environment: Development and validation of an instrument[J]. *Computers & Education*, 2018,122:80-91.
- [8]张雪,杨浩,石映辉.智慧教室环境下大学生学习环境偏好与学习策略的关系探究[J].现代教育技术,2020,(3):45-51.
- [9][36]赵瑞军,陈向东.学习空间对教师教学行为影响的研究——基于华东师范大学的“新型学习空间”[J].远程教育杂志,2017,(4):77-86.
- [11]何文涛,杨开城,张慧慧.智慧教室环境下协作学习的行为构成及其特征分析[J].电化教育研究,2017,(11):87-95.
- [12]Amedeo D, Gollledge R G, Stimson R J. Person-environment-behavior research: Investigating activities and experiences in spaces and environments[M]. New York: Guilford Press, 2008:244-245.
- [13]Vander Schee B A. Marketing classroom spaces: Is it really better at the front?[J]. *Marketing Education Review*, 2011,(3):201-210.
- [14]Shernoff D J, Sannella A J, Schorr R Y, et al. Separate worlds: The influence of seating location on student engagement, classroom experience, and performance in the large university lecture hall[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2017,49:55-64.
- [15][33][34]Marx A, Fuhrer U, Hartig T. Effects of classroom seating arrangements on children's question-asking[J]. *Learning Environments Research*, 1999,(3):249-263.
- [16]Hemyari C, Zomorodian K, Ahrari I, et al. The mutual impact of personality traits on seating preference and educational achievement[J]. *European Journal of Psychology of Education*, 2013,(3):863-877.
- [17]Zomorodian K, Parva M, Ahrari I, et al. The effect of seating preferences of the medical students on educational achievement[J]. *Medical Education Online*, 2012,(1):1-7.
- [18][19][22][28][35][39]陈向东,侯嫣茹.研讨型教室的黄金区域是如何形成的[J].电化教育研究,2018,(6):75-82.
- [20]王周秀,许亚锋.学习空间影响教学行为的实证研究[J].电化教育研究,2015,(4):95-102.
- [21][30]Kaya N, Burgess B. Territoriality: Seat preferences in different types of classroom arrangements[J]. *Environment and Behavior*, 2007,(6):859-876.
- [23]冯忠良.应用心理学丛书:教育心理学[M].北京:人民教育出版社,2000:217-255.
- [24]Ryan R M, Deci E L. Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions[J]. *Contemporary Educational Psychology*, 2020,(61):1-11.
- [25]Ryan R M, Deci E L. Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and

- wellness[M]. New York: Guilford Publications, 2017:193.
- [26]Kalinowski S, Toper M L. The effect of seat location on exam grades and student perceptions in an introductory biology class[J]. Journal of College Science Teaching, 2007,(4):54-57.
- [27]Walberg H J. Physical and psychological distance in the classroom[J]. American Journal of Education, 1969,(1):64-70.
- [29]金智勇,张立龙.智慧教室“三位一体”模型构建及实践探索——以华中师范大学为例[J].现代教育技术,2019,(4):75-81.
- [31]Vansteenkiste M, Sierens E, Soenens B, et al. Motivational profiles from a self-determination perspective: The quality of motivation matters[J]. Journal of Educational Psychology, 2009,(3):671-688.
- [32]Grolnick W S, Ryan R M. Parent styles associated with children's self-regulation and competence in school[J]. Journal of Educational Psychology, 1989,(2):143-154.
- [37][38] Park E L, Bo K C. Transformation of classroom spaces: Traditional versus active learning classroom in colleges[J]. Higher Education, 2014,(5):749-771.

Research on the Correlation between Location Preference and Learning Motivation in Smart Classroom

——Take Round Table and Seedling Layouts as Examples

LIU Qing-tang^{1,2} LU Guo-qing^{[Corresponding Author]2} WU Lin-jing^{1,2} DENG Wei^{1,2}

(1. Hubei Research Center for Educational Informationization, Central China Normal University, Wuhan, Hubei, China 430079;

2. School of Educational Information Technology, Central China Normal University, Wuhan, Hubei, China 430079)

Abstract: The location of smart classroom is not just a physical coordinates, but also rich in connotation. The location features include high and low interaction zones, distance from the podium and media. However, how learners' preferences for these features and the correlation with learners' learning motivation need to be further explored. Base on this, our study involved 102 undergraduates in H University and analyzed undergraduates' learning motivation in relation to seating preference in smart classrooms. The results indicated that two types of layouts both had seat preference and non-preference zones. The autonomous motivation was higher than the controlled motivation, and students' motivation was at high level. The learning motivation in different distance from the podium and the high and low interaction zones were significant, while the the screen distance was not significant. This conclusion could help improve the design of space in smart classroom, meanwhile, provide direction and reference for expanding the interaction area and stimulating students' learning motivation in rich-media environment.

Keywords: seating preference; learning motivation; self-determination theory; smart classroom

*基金项目: 本文为国家自然科学基金“数据驱动的学习动机诊断模型及应用研究”(项目编号: 61977035)、“面向精准教学的课堂教学行为大数据分析及其应用策略研究”(项目编号: 71974073)的阶段性研究成果。

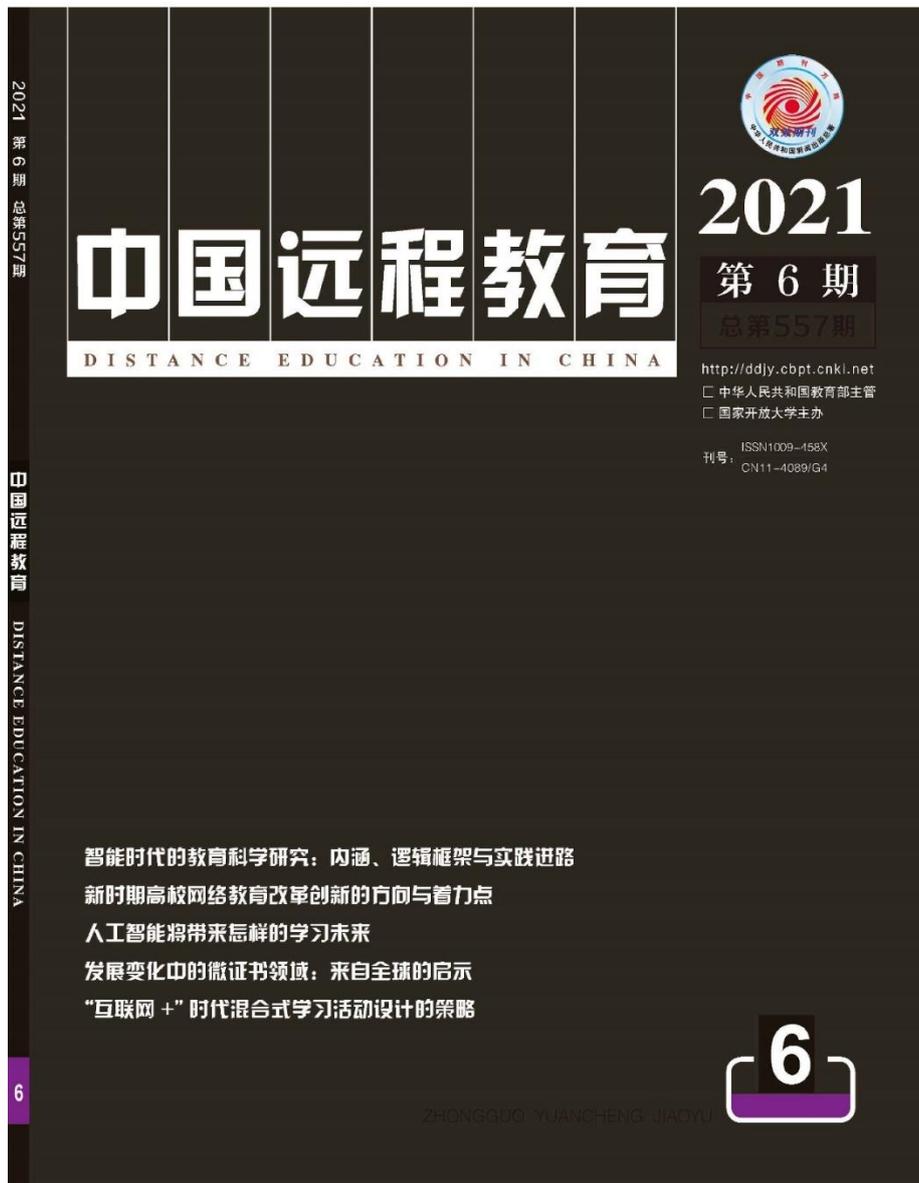
作者简介: 刘清堂, 教授, 博士, 研究方向为学习分析技术、知识挖掘与知识服务, 邮箱为 liuqtang@mail.ccnu.edu.cn.

收稿日期: 2021年2月5日

编辑: 小新

75

10. 刘清堂, 卢国庆, 等. 情境感知的移动经验取样方法及工具研究[J]. 中国远程教育, 2021(06):35-45. (CSSCI 源期刊, 核心)



目次

CONTENTS

01 智能时代的教育科学研究：内涵、逻辑框架与实践进路	郑永和 王杨春晓 王一岩
实践纵览 高校网络教育发展策略研究	
11 新时期高校网络教育改革创新的方向与着力点	陈丽 林世员 赵宏 张文梅
18 高校网络教育发展脉络与阶段特征	林世员 陈丽 赵宏 张文梅
25 人工智能将带来怎样的学习未来 ——基于国际教育核心期刊和发展报告的质性元分析研究	刘妍 胡碧皓 顾小清
35 情境感知的移动经验取样方法及工具研究	刘清堂 卢国庆 邓伟 吴林静 梅镭 王娇娇
国际论坛	
46 发展变化中的微证书领域：来自全球的启示 [爱尔兰] 马克·布朗 [爱尔兰] 梅雷亚德·尼克·朱拉·梅西尔 [爱尔兰] 伊莱恩·贝尔尼 [爱尔兰] 孔丘尔·麦克洛赫莱恩	
学术聚焦 “互联网+”时代的混合式教学设计	
60 “互联网+”时代混合式学习活动设计的策略	冯晓英 吴怡君 曹洁婷 郭璐文
68 高等继续教育专业社会适应性评估指标体系构建研究 ——以国家开放大学为例	胡立峰 夏冬梅 程千
76 英文摘要	
78 英文目次	



情境感知的移动经验取样方法及工具研究*

□ 刘清堂 卢国庆 邓伟 吴林静 梅镭 王娇妍

【摘要】

移动互联网+教育促进了教育数据采集方法的革新。移动经验取样法是一种移动技术与经验取样方法相结合的纵向即时数据采集方法。本研究在系统梳理移动经验取样法的理论基础、取样方法和相关工具的基础上,重点对情境感知移动经验取样工具的功能流程和关键技术进行重点分析,设计并实现了一款指向真实学习情境的教育即时数据采集工具。该工具以智能终端为信息采集载体,实现随机取样、间隔取样、基于事件的取样和设备取样四种取样方式。接着,从感知有用性与感知易用性两个方面,通过焦点小组讨论对工具进行了评价与完善,并对工具的功能进行了横向比较。最后,对工具的应用进行了展望,以期移动经验取样工具的本土化研究及应用提供借鉴与参考。

【关键词】 经验取样法;移动经验取样法;移动技术;情境感知技术;取样方法;取样工具;教育数据采集

【中图分类号】 G40-057

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-458x(2021)6-0035-11

DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.06.005

一、问题的提出

教育数据采集方法关乎教育量化研究质量。结果类、过程类、自我报告等数据捕获与测量方法是教育数据采集的主要方式(Azevedo, 2015),但有其自身的局限性。指向结果的测量方法包括测验和迁移测试等,是采集学习结果数据的有效方法。指向过程的数据测量方法和工具有屏幕录像、日志文件、面部表情识别、生理传感器等,能够全面、有效地捕获学习过程信息。但是,采用这些方法进行量化与表征时采用的多为观察性指标,编码格式不一致,也难以采集个体内部心理状态信息。传统的自我报告法(如前测、后测问卷)常用于采集个体特性与状态数据,然而该方法采集到的数据具有一定的滞后性和延迟性,难以捕获到个体在真实情境中即时的内部心理状态信息。经验取样法(experience sampling method, ESM)

应运而生,它能够有效解决采用传统自我报告法采集数据时存在回忆偏差的问题,捕获个体在具体情境中的真实状态信息。ESM的日益普及得益于两个因素:一是数据采集质量高,通过最小化回忆偏差、最大化生态效度提高了教育数据采集质量;二是数据采集移动设备迅速发展并普及。

随着情境感知、移动技术的蓬勃发展,智能手机、PDA等移动设备得到普及。这些移动设备在任何地方、任何时间都能与互联网连接,进行数据传输与交换。在社会科学领域,移动设备逐渐成为流行和通用的经验取样工具(Kuntsche & Labhart, 2013; Raento, Oulasvirta, & Eagle, 2009)。这些设备大多具有情境感知功能,能够实时、智能地获取个体的位置、活动、社交等信息,对个体的学习环境与内在学习状态有所“认识”。

然而,国内教育领域研究者很少利用移动设备进行ESM相关实证研究,究其原因,主要是对移动经验取样理论和方法缺乏认识,进而导致国内教育

* 本研究受国家自然科学基金“数据驱动的学习动机诊断模型及应用研究”(项目批准号:61977035)、教育部人文社会科学研究规划基金“基于远程课堂学习情绪计算的同步课堂教学干预机制研究”(项目编号:20YJA880009)和教育部人文社会科学研究规划基金“教师工作坊中学习者在线学习投入研究”(项目编号:20YJA880078)资助。

领域缺少合适的、开源的、适配的移动经验取样工具。基于此,本研究围绕以下问题开展研究:截至目前有哪些纵向数据采集方法和移动经验取样工具?针对这些方法与工具的不足,如何设计和开发教育领域中本土化的移动经验取样工具?移动经验取样工具如何在教育中更好地应用?基于以上问题,本研究在对移动经验取样法的理论基础、取样方法和取样工具进行系统梳理的基础上,设计并开发了一款移动经验取样工具,并对其教育应用进行了展望。

二、移动经验取样法的相关研究

(一) 相关概念

经验取样法(以下简称“ESM”),又称“生态瞬时评估法”(ecological momentary assessment, EMA),是一种在真实的情境下对被试的环境、行为和体验等信息进行即时纵向采集的研究方法(段锦云,等,2012;卢国庆,等,2019)。最初的使用方法是当被试收到提醒工具(如闹钟、手表等)发出的信号时,主动报告自己的真实状态。本质上,经验取样法也是一种自我报告的方法,它通过提醒工具和自我报告相结合来获取即时数据。但是,不同于传统的自陈测验方法,经验取样法强调在自然情境中采集数据,在时间与空间维度上更加接近事件发生的真实情境,能获得更为真实的数据。

移动经验取样法(mobile experience sampling method, mESM)指采用移动设备(如智能手机)的经验取样方法。不同于传统的ESM, mESM能够充分利用移动设备的情境感知技术,对环境信息和个体行为进行有效的“感知”,并对个体所在的环境信息(如位置、噪声、光线等)、行为信息(如活动、社会交互等)和生物信息(如温度、心跳、眼动等)进行自动记录,同时也可以通过即时的自我报告获取用户的主观体验和感知。这种数据采集方法能够采集多种模态数据,具有更好的内部效度和生态效度。

(二) mESM的理论基础

ESM来源于心流(flow)理论。心流理论最早由米哈里·希斯赞特米哈伊(Mihaly Csikszentmihalyi)提出,指当个体专心于某件事情时感觉到时间飞逝、物我两忘这样一种完全沉浸其中的愉悦满足感(朱珂,等,2018),又称“沉浸体验”。心流是一种积极的最佳体验与满足状态,它能够很好地解释个体在任务中

的沉浸状态。希斯赞特米哈伊(Csikszentmihalyi, 1975)认为,技能(abilities)和挑战(challenges)是影响沉浸体验的主要因素。研究发现只有个体感知的任务挑战性自身技能均很高,并且任务对于自身也很重要或相关的时候,才会产生很好的投入或最优的体验(Shernoff, et al., 2014, pp. 475-494)。而经验取样法最早用于测量个体的沉浸体验。研究者采用mESM能够很好地测量学生即时的学习体验(Larson & Csikszentmihalyi, 2014, pp. 21-34),有效地感知学习者当下的真实环境信息,客观地捕获学习者的行为信息。

(三) 几种常见的取样方法

mESM是一种密集型纵向研究方法(intensive longitudinal method, ILM),利用被试随身携带的移动设备,在不同的教育情境中对被试多次采样,以获得学习者在不同活动中的环境、个体行为和心理状态信息等。经过文献梳理(Bolger & Laurenceau, 2013, pp. 18-21; Conner, et al., 2009; Zirkel, Garcia, & Murphy, 2015),常见的纵向数据采集方式有随机取样、间隔取样、事件取样和设备取样(或情境感知取样)四种方式。这些经验取样方式的使用情境、技术平台、花费、复杂度和控制度等特点见表1。

在表1中,随机取样、间隔取样、事件取样是典型的三种传统取样方式。随机取样一般是指每天的取样信号发送时间随机(例如,每天3-8次),发送信号的时间未知。这种研究方法一般用来调查被试即时的体验,如学业情绪等。间隔取样一般是指在固定的时间对被试进行取样。事件取样主要用于围绕特定的事件而进行信息采集的研究,一般在事件发生的过程中或事件之后立即进行取样。

不同于传统的经验取样方式,新兴的设备取样(device-contingent sampling)充分利用传感器等技术设备自动感知、触发以完成更复杂的即时数据采集(MIT, 2008)。它是一种情境驱动的经验取样方式,一些研究者将这种方式开发为具体的移动应用程序(Intille, et al., 2003)。移动设备内置多种传感器(如麦克风、相机、GPS、加速度等),能够捕捉和记录音频、图片、位置和运动等信息(Kuntsche & Labhart, 2013)。Bolger (2013, p. 19)将这种方式描述为基于设备的取样,并概括了这种取样方式可以获得的五种数据类型:①体验(如情感、行为和感知)的自陈测验;②生理指标(如心率);③任务表现(如呈现在智



表1 四种不同经验取样方式的特点

方法	使用情境	技术平台	花费	复杂度	控制度	被试负荷	
随机取样	调查即时的体验： (1) 持续的体验，如学业情绪； (2) 容易受到回忆偏差影响； (3) 因知道报告时间而产生不利影响	计算机化测验	PDA	较高	较高	较高	中等 (3天) → 较高 (7天以上)
			掌上电脑	较高	较高	较高	
			移动设备 (电话)	中等	较高	较高	
			移动设备 (短信)	中等	较高	较高	
		移动设备 (App)	较高	较高	较高		
增强型纸笔测验	纸质问卷与发射信号工具 (BB机、腕表等)	较低	中等	较低	中等		
间隔取样	如下体验和行为： (1) 不易受到记忆偏差影响； (2) 能够在相应时间间隔后被回忆； (3) 不会受到心理准备的干扰	计算机化测验	PDA	较高	较高	较高	较低 (1天) → 中等 (4天)
			掌上电脑	较高	较高	较高	
			电话	较高	中等	较高	
			网络问卷	较低	较低	中等	
		电子邮件	较低	较低	中等		
纸笔测验	纸质问卷	较低	较低	较低	较低		
基于事件取样	与学习事件相关，研究者对于具体的学习事件感兴趣	计算机化测验	PDA	较高	较高	中等	低 (低频事件) → 高 (高频事件)
			掌上电脑	较高	较高	中等	
			电话	中等	中等	中等	
		移动设备 (App)	较高	较高	中等		
		纸笔测验	纸质问卷	较低	较低	较低	
设备取样	通过生物传感器、可穿戴设备等收集、跟踪用户的各种行为信息	计算机	智能手机	中等	较高	较高	中等
			电脑	较高	较高	较高	
		独立采集器	可穿戴摄像机	中等	中等	较高	较低
			生物传感器	中等	中等	较高	
			录音设备	较低	较低	较高	
环境中的传感器	中等	中等	较高				

能设备上的认知类任务)；④环境指标 (如环境噪声、温度、拍摄情境图片)；⑤空间数据 (如GPS信息)。

(四) mESM工具相关研究

ESM从传统的提醒工具 (如闹钟) 与纸质问卷相结合的方式，逐步向移动技术支持下的提醒与问卷集成的mESM方式演进。mESM是契合移动互联网时代的技术与特征，形成的新一代用户信息行为研究方法 (胡蓉, 等, 2018)。与早期的提醒闹钟与纸质问卷相结合的方式相比，mESM呈现出新的特性，具有情境感知、智能触发、多模态信息采集等特点。国外研究者开发了许多mESM工具，这些工具集成了情境感知、在线问卷调查、移动组件和管理组件等模块，支持掌上电脑、智能手机等主流移动平台 (Conner, 2015; Van Berkel, Ferreira, & Kostakos, 2018)。目前mESM工具主要包括移动应用程序、短消息/语音服务和终端用户开发三类。

1. 移动应用程序实现mESM

利用智能设备搭载移动应用程序 (App) 是常见的mESM工具，这类工具应用较广泛。ESP是第一款移动经验取样应用程序 (Barrett & Barrett, 2001)，

主要应用在掌上电脑上，用于采集用户即时的思想、感受和和行为等。MyExperience以掌上电脑为平台，主要通过位置传感器、蓝牙传感器、用户交互和设备状态等记录设备使用日志，并通过用户的自我报告收集用户反馈 (Froehlich, et al., 2007)。然而，该程序主要用于评估移动设备的一些功能，应用范围有限。StudentLife是一款以智能手机 (安卓环境) 为平台，通过传感器和采集器，结合内置的分类器，自动感应学生的活动、睡眠和社会交往情况等的移动应用程序 (Wang, et al., 2014)。研究者利用该工具的情境感知功能，结合动态自陈测验，探究一学期内学生的活动、睡眠和社会交往

等与学生的压力、情绪等自我报告的内部状态的关联，表明情境感知获得的分类数据与学生自我报告的数据之间存在相关性。虽然该应用程序具有很强的学生事件分类功能，但是该程序存在兼容性不高、扩展性不强等弱点。Ohmage是一款不仅能够通过用户自陈测验收集用户即时反馈，而且实现利用传感器采集GPS、加速度等情境数据，以及利用穿戴设备采集心率、血压等生物数据的应用程序 (Tangmunarunkit, et al., 2015)。但是，该工具针对特定群体，主要应用在医学健康领域。

2. 短消息/语音服务实现mESM

利用智能设备的短消息/语音服务可以实现mESM。Kuntsche等 (2013) 提出了一种基于Internet的智能手机优化评估技术 (internet-based cell phone-optimized assessment technique, ICAT)，该技术包括回顾性基准自我报告评估，以及给参与者发送短信，短信中包含了连接到Internet存储的超链接问卷。SurveySignal是一款成熟的mESM应用软件，最初是由芝加哥大学开发的，主要基于短消息服务 (short message service, SMS)，结合在线问卷系统而实

现移动经验取样 (Hoimann & Patel, 2015)。该工具比较成熟, 只要智能终端联网即可参与经验取样研究。研究表明, 基于SMS的取样是一种新颖、方便且具有成本效益的方式, 可以收集有关情境特征的数据, 同时最大限度地降低回忆偏差, 但是这些工具不支持国内运营商。另外, 有研究者 (Sumaya & Darling, 2018) 将移动技术与交互式语音响应技术结合使用, 通过呼叫平台以语音的形式采集信息。一般而言, 这类工具只能实现随机提醒和间隔提醒。

3. 终端用户开发实现 mESM

为降低研究者的开发难度, 国外出现了终端用户开发 (end-user development, EUD) 平台。ESMAC 是一款基于XML配置的事件触发的情境感知经验取样工具, 支持Android 4.4以上终端设备的可视化用户终端编程平台 (Bachmann, et al., 2015), 它采用基于流程布局, 集成了在线测试、位置和活动分类器等功能。Jeeves是一款基于可拖拽模块的用户终端可视化编程平台 (Rough & Quigley, 2017), 研究者可以像搭建积木一样构建自己的经验取样应用程序。movisensXS是一款基于流程布局的用户可视化编程平台, 集成了情境感知、表单等可视化引擎, 由研究者在终端平台上根据研究需要进行创建和修改, 并导出对应的应用程序, 以开展经验取样研究 (Siade & Seyif, 2017)。这类可视化的用户终端编程环境, 或基于块布局, 或基于流程布局, 其开发的移动应用程序不支持跨平台运行, 兼容性低, 并且只能满足经验取样的部分功能, 加之隐私保护等问题, 很难直接应用在国内的教育研究中。

通过上述分析, 国外在经验取样移动工具的实现、演进、应用等方面积累了丰富的成果, 为社会心理学、组织行为学、医疗健康等领域的研究做出了巨大贡献, 取得了很好的应用成效, 主要体现在以下三个方面: 第一, 在数据层面, 通过经验取样工具能够采集独特的数据集, 这些数据是参与者在真实情境中的体验数据, 无法采用其他方法获得。同时, 重复测量的数据具有一定的“嵌套”特点, 使得这些数据具有很强的统计分析潜力。第二, 在分析层面, 有助于研究个体内部心理特征与行为的变化及其过程。第三, 在理论层面, 这类工具的应用能够拓展已有的理论模型, 提高理论精度, 扩展特定理论的解释力 (张银普, 等, 2016)。因此, 我们认为, mESM在教育中具有很强的应用潜力, 能够有效促进真实情境下的学习体验研究 (万力勇, 等, 2019),

有助于研究者了解教育环境如何影响并塑造学习、行为和其他结果, 探究个体、行为、环境之间的多元关联。

然而, 这种工具仍然存在一些技术难点, 也体现在三个方面: 第一, 搭载App的主要缺点是, 智能设备使用不同的操作系统 (如iOS、Android、Windows Mobile、BlackBerry等), 以及这些操作系统具有不同的版本, 需要开发每个操作系统下的程序, 同时要兼容不同版本以安装在所有手机上, 否则该应用程序将局限于某种类型的手机。第二, SMS/语音取样方法局限于自我报告与对位置的评估 (通过IP地址), 情境感知功能会受到限制, 如果将情境感知技术融入mESM, 这种方式不是很好的解决方案。第三, 可视化终端用户开发方案虽然能够减轻研究人员编写ESM程序的负担, 但是, 这种方式在一定程度上阻碍了逻辑流程, 降低了程序的自由程度和可控性, 不是应用情境感知技术的有效解决方案。

最后, 在技术实现上, 仍然存在若干难题未得到解决: 其一, 在功能上, 情境感知mESM工具有哪些功能流程? 如何将情境感知技术与mESM融合从而更全面地采集学生的学习数据? 其二, 在取样方式上, 事件取样等方式如何与学生的日程学习事件相关联? 如何实现自动交互及更新? 其三, 在数据关联上, 经验取样平台数据如何与第三方问卷调查平台的数据关联? 等等。这些问题也是本研究拟突破的技术难点。

在国内, 目前对于ESM的研究仅仅停留在理论探讨和方法框架梳理层面, 鲜有mESM工具开发与应用相关研究。因此, 迫切需要本土化的可访问的mESM研究设计工具。该工具能够将情境感知技术与自我报告相结合, 能让计算机科学领域以外的研究者配置mESM研究参数, 并嵌入他们的研究设计之中。本研究立足经验取样的工具层面, 旨在设计并实现一款跨平台、兼容性高的情境感知mESM工具——“日程管家”, 在对mESM工具进行需求分析、功能模块设计以及关键问题分析的基础上, 对mESM工具进行开发实现与应用展望。

三、情境感知的mESM工具设计

(一) 工具的需求分析

为解决传统的采用自我报告法进行教育数据采集存在的滞后与回忆偏差问题, 结合移动技术、情境感知技术等, 本研究提出了采集学生即时数据的情境感知mESM, 设计并实现了教育领域采集即时数



据的mESM工具。该工具能够实现随机取样、间隔取样、基于事件取样和设备取样四种取样方式，并自动获取个体在真实情境中的环境信息，将传统问卷调查法与移动提醒方式相结合，能够获取个体的即时心理状态信息，以及个体在真实环境中的上下文信息。简言之，系统主要需求是在实现随机取样、间隔取样、基于日程事件取样、设备取样四种取样方式的基础上，支持用户填写问卷，并根据用户历史统计信息，生成学习者学习仪表盘，共计六项需求，见表2。

表2 功能需求分析

模块	管理端	移动端	备注
随机取样	设置生效日期、随机提醒次数、提醒超时、采集项等	在预定的时间段随机提醒，支持用户填写问卷	采集项包括学习地点、学习伙伴、图片、音频、视频、第三方问卷等
间隔取样	设置生效日期、间隔提醒次数、超时时间、采集项等	在预定的时间段间隔提醒，支持用户填写问卷	
基于事件的取样	设置生效日期、事件类型(如导入课表/移动端日程)、提醒类型、超时时间、采集项等	在预定事件的时间段内自动提醒，支持用户填写问卷	
设备取样	设置情境感知功能选项列表	利用移动端的传感器/采集器自动获取学习者位置、光线强度、噪音分贝和活动等	活动类型包括静止、步行、跑步、机动车上等
自我报告	支持主流第三方问卷平台。设置第三方问卷(问卷星等)的类型、链接	填写移动端第三方问卷	通过用户ID实现对用户的跟踪
仪表盘	后台记录学习者学习相关统计信息	APP生成学习仪表盘，动态更新，支持月、周等视图	

工具的需求具体包括：①随机取样。该工具允许研究者在管理端设置提醒时间段、提醒次数与最小时间间隔等。例如，本周在上午8:00~晚上10:00的时间段内每天随机提醒一次。②间隔取样。该工具允许研究者在管理端设置提醒时间段、提醒次数等。例如，本月内每天上午9:00~12:00的时间段内每天等距间隔提醒2次。③基于事件的取样。主要指学生的学习计划安排、日程事件，主要包括学生的自主计划以及学生的课程信息。④设备取样。经验取样情境感知主要通过传感器、采集器等设备或技术等实现移动设备对个体所处的环境

有所感知，进而使得计算机能够对使用者所处的环境有所认识。⑤自我报告。鉴于目前已经存在第三方问卷调查平台，该工具能够与主流的问卷调查平台兼容，如问卷星和qualtrics等。⑥仪表盘。该工具能够根据学习者足迹生成学习仪表盘，对学习行为信息、个体内在心理状态、环境信息进行个性化反馈。

(二) 工具的功能流程

日程管家包括学习者的移动端和研究者的管理端两部分，其功能流程见图1。研究者在管理端进行测试管理、用户管理、日程管理及相关数据分析。其中，测试管理主要指设置ESM研究目的的相关参数，如项目名称、项目描述、采集项、生效日期、取样方式、提醒时间段、提醒次数、第三方问卷链接等参数。

当预先设置的日程事件触发时，移动端会自动提醒学习者，询问其是否正在进行学习；如果在学习，接着通过第三方问卷平台自我报告此刻学习情境下的认知、情感、动机等心理状态；智能终端对学习者的学习地点、噪声、光线等环境信息自动进行采集；如果学习者没有在学习，就询问学习者本周学习任务是否已经完成，并重新设置下一次在线学习的具体时间，待到设定时间后继续提醒学习者。

(三) 工具的模块设计

移动端和管理端的功能模块见图2。移动端功能

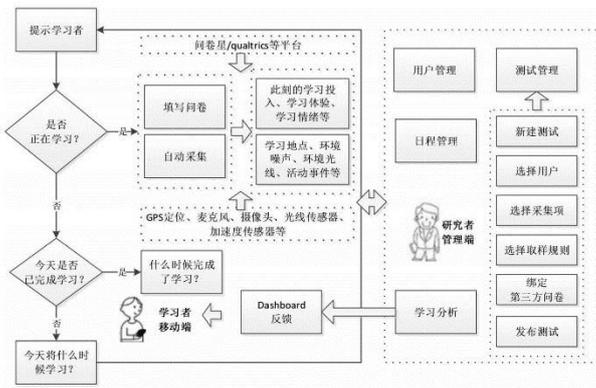


图1 功能流程

主要包括：①注册登录，支持用户注册、登录移动应用程序；②日程管理，支持用户增加、删除、修改和查看日程等操作；③提醒查看，支持用户查看系统推送的通知；④自我报告，支持用户填写预设的采集项目；⑤个人信息修改，支持用户对个人信息的修改操作。

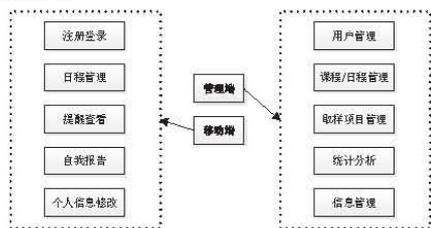


图2 功能模块图

对于管理端，主要包括：①用户管理，支持系统管理员增加、禁用、查看用户，支持批量导入用户；②课程/日程管理，对于课程信息支持导入用户课程，对于学生新建的日程信息支持管理员查看、导出日程信息；③取样项目管理，支持新建经验取样项目，修改经验取样项目信息，部署或暂停经验取样项目，经验取样项目选项主要包括第三方问卷的绑定，选择用户，选择采集项、取样周期、采样方式等；④统计分析，对用户的基本信息、学习时间、学习地点、学习日程安排、实际学习情况等进行分析；⑤信息管理，支持系统管理员查看、修改关于我们、意见反馈、语言、字典等信息。

（四）工具的关键技术分析

mESM工具得到的结构化的数据集主要包括两类：一类是个体沉浸在真实情境下的心理状态数据，此类数据通过学习者自我报告的形式填写上传，其类型由第三方问卷平台设定，可以是学习者此刻的学习动机、认知投入和情感投入等内部心理状态；另一类数据通过移动端的传感器等捕获，主要包括学习者的环境信息，如位置信息等。获得的取样数据集为[沉浸真实情境下的学生心理状态信息，自动采集的环境信息]。为此，该工具主要用到情境感知、日程事件更新机制、跨平台数据交换技术等。

1. 情境感知技术实现环境信息的自动采集

将情境感知技术与ESM相结合具有一定的应用价值。通过情境感知技术自动采集用户的客观情境信

息，有助于丰富学生数据集，减轻学生参与负担。工具中情境感知技术由位置传感器、光线传感器、声音采集器与事件分类器等以及用户交互组成。工具使用自动感应活动、会话和睡眠等分类器，对用户的活动或状态进行分类。对于用户的活动，主要根据位置传感器、加速度传感器实现用户静止、走路、跑、骑自行车、乘坐机动车等移动方式的判定；对于用户的对话主要根据麦克风采集的音频特征，获取用户的对话个数以及对话的持续时间等；针对用户的睡眠主要根据加速度传感器、麦克风、光线感应器等获得用户的睡眠情况（如入睡时刻、深度睡眠时长、起床时刻等）。设睡眠时间为SD（sleep duration），

$$SD = \sum_{i=1}^n W_i * F_i \quad (W_i \geq 0)$$

其中， W_i 指相关因素的权重， F_i 指相关因素，分别代表：①光线特征；②手机设备使用特征（手机锁定的状态）；③活动特征（如静止）；④声音特征（如安静）等。

2. 日程事件更新机制实现其与取样方式的关联

取样方式是教育数据采集的核心。不同取样方式如何与学生的日程事件关联是本工具解决的重要技术问题。本研究通过日程事件动态更新机制实现取样方式与学生日程事件的关联，是工具的创新之处。对于随机取样和间隔取样，工具根据用户回答交互情况，自动更新数据库日程事件。对于设备取样，工具实现信号提醒发生时刻的情境感知数据采集。对于事件取样，该工具允许研究者在管理端设置基于日程事件的提醒方案。学习事件分为两类：①学习者在移动端设置的日程计划事件；②研究者在管理端设置的学生课程事件。定义学习事件Study Event={Study Event Title, Starting Time, End Time, Study Location, Study Partner, Notes}。基于学习事件的提醒是指在学生的学习发生期间自动提醒用户，其提醒规则如下：

$$T = \begin{cases} \frac{T_{end} - T_{start}}{2} & \text{if } (T_{end} - T_{start}) \leq 1h \\ T_{start} + 30 \text{ min} & \text{if } (T_{end} - T_{start}) > 1h \end{cases}$$

其中， T 为提醒时刻， T_{start} 为日程事件开始时刻， T_{end} 为日程时间结束时刻。如果日程事件的时间大于1个小时，第一次提醒的时间为开始时间过半小时后提醒；如果日程事件的时间小于一个小时，



第一次提醒的时间为开始时间到结束时间的中间时间点。

3. 在网络请求中嵌入字段实现跨平台信息交换

不同数据源之间的数据交换、关联和整合是教育数据采集的难点。本研究主要通过网络请求中嵌入字段的方式，解决平台与第三方问卷数据之间如何关联的技术难题，为跨平台数据关联提供了参考。鉴于目前已经存在很成熟的问卷系统，例如，问卷星和qualtrics等，本工具并没有像其他工具或框架一样，如AWAHE (Herdade, et al., 2015)，开发独立的出题测验功能。本工具兼容第三方问卷平台，通过在网络请求中嵌入字段实现跨平台信息交换。对于问卷星而言，根据其平台接口的要求，参数名为sojumparm; 数据类型是string，编码后最大长度为150个字符，本研究将UserID通过参数以HTTP网络请求的方式(get请求)传送到问卷星平台，从而实现在问卷星问卷之间的区分。对qualtrics而言，同样是get请求，不同的是需要在问卷平台embedded-data中设定具体的参数名称，然后以HTTP网络请求的方式将用户ID传送到系统，系统会自动标识，网络请求链接参考如下：https://YOURORG.azure.qualtrics.com/jfe/form/SV_0000000?Participant=UserID。

在此基础上，在第三方问卷平台中来源详情自动与用户ID相互关联，将采集的数据同步上传到服务器，并支持在无网络下自动采集、本地存储，有网络时自动上传云端。数据层的实体主要为用户、日程、取样实例、作答、资源等；第三方问卷平台与之关联的实体主要为问卷，其具体关联见图3。

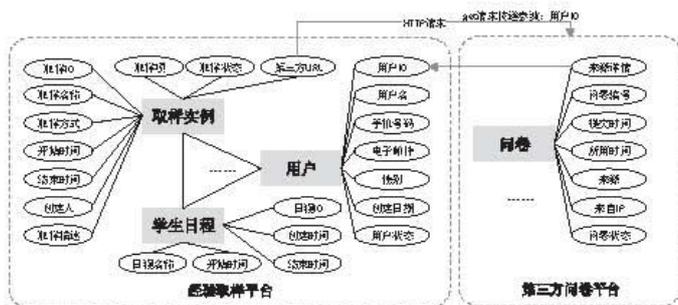


图3 经验取样平台与第三方问卷平台的关联示意

四、情境感知的mESM工具的开发及评价

(一) 工具系统架构

日程管家工具的开发采用了C/S架构(客户端/服务器端架构)，移动端采用React Native混合开发框架技术，这种开发模式生成的移动安装程序能同时在Android和iOS两大主流平台运行；服务器后端的开发环境是Java JDK 11，采用MVC模式(model view controller)来响应用户请求，用内嵌的servlet容器，配合Nginx反向代理完成多服务部署。该工具采用“数据层—动作层—触发层—感应层”四层架构，见图4。

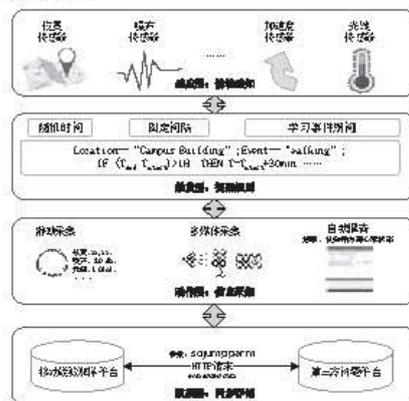


图4 mESM日程管家系统架构图

日程管家工具最终实现界面如图5所示。

(二) 工具的评价与完善

在日程管家的设计阶段，本研究设计出了具体的原型方案，并对其进行评价与完善。方案的评价主要基于技术接受模型(technology acceptance model, TAM) (Davis, 1989)，从感知有用性(perceived usefulness)、感知易用性(perceived ease of use)



图5 移动端实现界面

两个方面,主要采用焦点小组方法,对取样工具的可用性、可理解性、灵活性等进行了讨论。焦点小组法是可用性测试的常见方法之一(顾小清,等,2010),它一般由使用者、开发者等组成讨论小组,针对工具的设计方案开展讨论,获得一些定性数据,从而了解使用者对工具的看法和态度,并通过后续改进使之更符合用户的要求。

1. 焦点小组评价

为了对方案原型进行评价,并发现设计方案中存在的问题,本研究组织了焦点小组,选择了4名参与者。这些参与者包括一位教育心理学专家,一位有多年丰富经验的项目经理,还有两名用户(数字媒体专业研究生)。此次焦点小组的成员人数虽然较少,但涵盖了经验取样的研究者、设计者和使用者等。焦点小组讨论围绕经验取样工具的技术接受程度,结合TAM框架,从感知有用性和感知易用性两个方面对设计方案进行评价。通过此次研讨发现存在的主要问题如下:

(1) 关于感知易用性的问题。第一,闹钟的强制推送会对用户产生很强的干扰。用户反馈:“这种提醒方式肯定会干扰我的正常学习和生活。在公共场所或者安静的教室内,如果我将手机设置为震动或者静音,但是手机突然闹铃提醒,让我回答问题,我不喜欢这种提醒方式。”第二,多媒体的上传加重了研究者和学生的负担,能否自动采集相关环境信息。专家认为:“用户上传音频、视频和多媒体资源,无论对于使用者还是对于研究者的后期分析都增加了很大的工作量。能否利用智能手机内部的传感器将环境中的光线和音频进行自动获取和分析?”第三,音频和视频的采集限制和存储问题。项目经理反映:

“图片、音频和视频如果大量存储的话,会增加服务器的负担,可能会引起加载太慢。”

(2) 关于感知有用性的问题。第一,对用户而言,实用性较低。用户反馈:“该应用程序除了学习提醒之外,如果能让我对学习进度有宏观的了解就最好不过了。”第二,缺少用户反馈,以及隐私问题。

“这个工具仅仅是一个取样工具,对我来说是没有任何反馈的,功能流程和界面不是友好。感觉有人采集了我手机里面信息,但是我并不知道他获得了我的什么信息,我十分担心自己的隐私。”

2. 工具完善

根据焦点小组反馈的问题,本研究做以下改进:

(1) 有关感知易用性的改进。第一,将闹钟的强制提醒方式修改为系统通知的推送方式,让用户在特定的场合可以将手机设置为震动模式,而通知推送将会震动提醒,这样就会降低对用户的干扰[问题1]。第二,增强经验取样的情境感知功能。利用手机内置的传感器和采集器,对用户环境中的光线、噪声和位置等进行自动检测[问题2]。第三,增加音频和视频取样的规则,时长小于10秒或者3~10秒,不对内容进行分析,仅仅对音频和视频的特征进行分析。另外,为了减轻服务器的负担,将图片、音频和视频采用轻量级第三方服务器存储(如阿里云OSS存储)[问题3]。

(2) 有关感知有用性的改进。第一,将用户的学习、环境情况等信息以个性化仪表盘的形式呈现给用户,增强实用性[问题1]。第二,对界面进行重新设计,增加用户的反馈界面。第三,针对用户隐私,在用户知情同意后才进行相关数据的采集,即用户同意相关权限之后方可采集[问题2]。第四,组织多名软件测试人员先后进行多次黑盒测试、白盒测试等,结果表明该工具已经能够稳定使用,功能流程全部实现。

(三) 工具的横向比较

日程管家与其他mESM工具的功能比较结果如表3所示,主要有五个方面的不同:第一,在运行系统上,本工具兼容移动设备的主流操作系统(Android/iOS),除SurveySignal、AWARE之外,大多



数工具只能在单类操作系统上运行。第二,在自我报告方面,日程管家与SurveySignal支持添加第三方问卷平台的链接,而其他7个工具不支持该功能,而是具有独立的问卷系统,通过后台编写问卷题目。第三,在取样方式上,本工具同时支持随机取样、固定取样、基于事件的取样以及设备取样,而其他工具存在取样方式缺失问题,如MyExperience、SurveySignal不支持事件取样与设备取样等。第四,在参数配置方面,日程管家允许后台配置参数,而其他大多数工具配置复杂,如MyExperience、Ohmage通过XML配置增加了语法错误的风险,Jevees、MovisensXS通过可视化编程配置参数等。第五,在仪表盘方面,日程管家支持仪表盘反馈,其他工具除Ohmage外,大多不支持这项功能。可以看出:该工具支持主流操作系统,实现了四种取样方式,兼容主流第三方问卷平台,具有更多的情境感知功能,配置参数更加简单方便,同时融合了仪表盘等元素,有助于mESM在教育领域研究中的本土化应用。

表3 日程管家与其他mESM工具的功能比较结果

名称	系统	自我报告	随机取样	固定取样	事件取样	设备取样				配置	仪表盘	
						位置	加速度	设备信息	噪声			光线
日程管家	Android/iOS	T	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	Y
MyExperience	Pocket PC	E	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	X	N
Jevees	Android	E	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	V	N
MovisensXS	Android	E	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	V	N
ESMAC	Android	E	N	N	Y	Y	N	N	N	N	V	N
Ohmage	Android	E	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	X	Y
StudentLife	Android	E	N	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	U	N
SurveySignal	All/SMS	T	Y	Y	N	N	N	N	N	N	U	N
AWARE	Android/iOS	E	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	C	N

注: ALL/SMS代表支持短信服务的所有移动设备,“Y”代表支持,“N”代表不支持,“T”代表兼容第三方问卷,“E”代表内嵌选项,“O”代表在线后台配置,“X”代表XML配置,“V”代表可视化编程,“U”代表不详,“C”代表Code配置。表中工具参考文献见前文“mESM工具相关研究”部分。

五、研究总结

(一) 应用展望

2007年,Hektner等人在著作*Experience sampling method: Measuring the quality of everyday life*中系统介绍了ESM在教育领域的应用范围,包括学生学习的分布、课堂结构、课堂体验、课外活动、教师体验

等方面(Hektner, Schmidt, & Csikszentmihalyi, 2007, pp. 229-251)。近年来,随着情境感知技术的发展,通过情境感知获取个体信息,进而分析个体学习行为和环境关系的相关研究逐渐受到重视。mESM在学生投入、主观体验和学习环境信息采集等方面的应用研究取得了进展。这些研究主要聚焦课堂瞬时学习投入(Schmidt, Rosenberg, & Beymer, 2018),大学生非正式学习(Xie, Heddy, & Greene, 2019; Xie, Heddy, & Vongkulluksn, 2019)、移动学习、混合学习(Henrie, et al., 2015; Manwaring, et al., 2017)和大班讲授型课堂(Shernoff, et al., 2017)等情境下个体的学习体验。

在研究设计方面,不同研究者根据具体的研究情境与研究问题进行不同的移动经验取样设计。在环境因素方面,这些研究主要关注个体的学习时间、地点位置、活动类型、学习原因和自主性等;在行为因素方面,主要关注个体的学习行为、社会交互等;在个体因素方面,主要关注自我效能、认知投入、学习动机和学业情绪等方面。

因此,mESM在教育领域的应用方面,以社会认知理论(social cognitive theory, SCT)为视角,将个体的学习放在更加宏观的社会脉络下进行考量,探究个体、环境、行为三者的互动关系(见图6),建立环境因素、个体因素与行为结果关系的整合模型是应用的一个重要方向。本研究拟采用已经开发实现的mESM工具(日程管家),实现学习的环境信息、学习投入等信息的纵向即时采集。拟以具体课程为案例,聚焦具体的学习活动单元,探究学习情境下学生学习环境与学习投入变化规律,探索学生行为模式、认知模式和情绪模式,纵向分析情境因素(学生位置、学习材料、多媒体使用、学习活动类型等)与学生学习投入的关联。

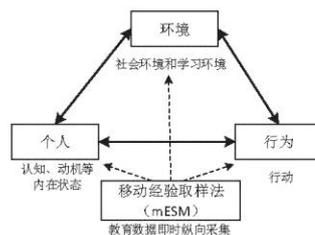


图6 采用mESM研究个体、环境、行为三元动态交互

(二) 研究总结

在学习发生的真实情境中进行教育数据采集是提高教育研究质量的重要途径之一。为提高教育数据采集的情境性、真实性和生态性,本研究在对理论、方法、工具进行系统综述的基础上,将情境感知技术与经验取样法相结合,设计开发了mESM工具——日程管家。该工具主要包括管理端、移动端,实现了随机取样、间隔取样、事件取样、设备取样四种采样方式,融合了情境感知技术,能够智能地采集学生的光线、位置和噪声等环境信息,即时获取个体在真实情境下的内部心理状态。该工具将情境感知技术应用于ESM信息的自动采集,使用日程事件更新机制实现日程事件与取样方式的关联,使用嵌入式字段实现不同数据源之间的数据交换与关联,具有一定的创新性与参考价值。

同时,研究者要意识到mESM存在的若干不足。第一,移动设备取样的效果依赖于手机网络的连接,任何原因导致网络关闭或没有接收到网络信号都会导致参与者接收提醒的时间比预期的晚。第二,提醒本身会对学生学习造成一定的干扰,可以通过缩短重复测量问卷的长度来减弱干扰及被试负担。第三,工具依赖于第三方问卷平台,在增加了便捷性的同时也增加了一定的信息安全风险。值得注意的是,在mESM工具设计和使用中,应当遵守相关法律法规,经被收集者同意,遵循合法、正当、必要的原则,明示收集、使用信息的目的、方式和范围,以防出现个人信息的过度采集和隐私泄露等安全问题。

[参考文献]

- 段锦云,陈文平. 2012. 基于动态评估的取样法:经验取样法[J]. 心理科学进展(7): 1110-1120.
- 顾小清,顾凤佳. 2010. 微型移动学习的可用性设计[J]. 电化教育研究(2): 52-57.
- 胡蓉,唐振贵,赵宇翔,等. 2018. 移动经验取样法:促进真实情境下的用户信息行为研究[J]. 情报学报(10): 1046-1059.
- 卢国庆,谢魁,张文超,等. 2019. 面向即时数据采集的经验取样法:应用、价值与展望[J]. 电化教育研究(6): 19-26.
- 万力勇,赵呈领,许梦. 2019. 经验取样法(ESM):促进真实情境下的学习体验研究[J]. 远程教育杂志(6): 19-31.
- 张银普,骆南峰,石伟. 2016. 经验取样法——一种收集“真实”数据的新方法[J]. 心理科学进展(2): 305-316.
- 朱珂,李冰青,苏林猛. 2018. 网络学习空间中协同学习的触发机制及实证研究[J]. 中国电化教育(7): 25-32.
- Azevedo, & Roger. (2015). Defining and measuring engagement and learning in science: Conceptual, theoretical, methodological, and ana-

lytical issues. *Educational Psychologist*, 50(1), 84-94.

- Bachmann, A., Zetzsche, R., Schankin, A., Riedel, T., Beigl, M., Reichert, M., et al. (2015). *ESMAC: A web-based configurator for context-aware experience sampling apps in ambulatory assessment*. Paper presented at the Proceedings of the 5th EAI International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare.
- Barrett, L. F., & Barrett, D. J. (2001). An introduction to computerized experience sampling in psychology. *Social Science Computer Review*, 19(2), 175-185.
- Bolger, N., & Laurenceau, J.-P. (2013). *Intensive longitudinal methods: An introduction to diary and experience sampling research*. New York: Guilford Press.
- Conner, T. (2015, May). Experience sampling and ecological momentary assessment with mobile phones. Retrieved October 10, 2019, from <http://www.otago.ac.nz/psychology/otago047475.pdf>
- Conner, T. S., Tennen, H., Fleeson, W., & Barrett, L. F. (2009). Experience sampling methods: A modern idiographic approach to personality research. *Social & Personality Psychology Compass*, 3(3), 292-313.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Davis, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 1989: 319-340.
- Ferreira, D., Kostakos, V., & Dey, A. K. (2015). Aware: Mobile context instrumentation framework. *Frontiers in ICT*, 2, 6.
- Froehlich, J., Chen, M. Y., Consovo, S., Harrison, B., & Landay, J. A. (2007). *My Experience: A system for in situ tracing and capturing of user feedback on mobile phones*. Paper presented at the Proceedings of the 5th international conference on Mobile systems, applications and services.
- Hektner, J. M., Schmidt, J. A., & Csikszentmihalyi, M. (2007). *Experience sampling method: Measuring the quality of everyday life*. Sage.
- Henrie, C. R., Bodily, R., Manwaring, K. C., & Graham, C. R. (2015). Exploring intensive longitudinal measures of student engagement in blended learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(3).
- Hofmann, W., & Patel, P. V. (2015). Survey Signal: A convenient solution for experience sampling research using participants' own smartphones. *Social Science Computer Review*, 33(2), 235-253.
- Intille, S. S., Rondoni, J., Kukla, C., Ancona, L., & Bao, L. (2003). *A context-aware experience sampling tool*. Paper presented at the CHI '03 extended abstracts on human factors in computing systems.
- Kuntsche, E., & Labhart, F. (2013). Icat: Development of an internet-based data collection method for ecological momentary assessment using personal cell phones. *European Journal of Psychological Assessment*, 29(2), 140-148.
- Kuntsche, E., & Labhart, F. (2013). Using personal cell phones for ecological momentary assessment: An overview of current developments.



European Psychologist, 18(1), 3.

Larson, R., & Csikszentmihalyi, M. (2014). *The experience sampling method: Flow and the foundations of positive psychology*. New York: Springer.

Manwaring, K. C., Larsen, R., Graham, C. R., Henrie, C. R., & Halverson, L. R. (2017). Investigating student engagement in blended learning settings using experience sampling and structural equation modeling. *Internet and Higher Education*, 35, 21-33.

MIT (Producer). (2008). Context-aware experience sampling. Retrieved October 10, 2019, from <http://web.mit.edu/caesproject/>

Raento, M., Oulasvirta, A., & Eagle, N. (2009). Smartphones: An emerging tool for social scientists. *Sociological methods & research*, 37(3), 426-454.

Rough, D. J., & Quigley, A. (2017). Jeeves—an experience sampling study creation tool. Paper presented at the Proceedings of *BCS Health Informatics Scotland (HIS)*.

Schmidt, J. A., Rosenberg, J. M., & Beymer, P. N. (2018). A person-in-context approach to student engagement in science: Examining learning activities and choice. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 19-43.

Sheroff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B., & Sheroff, E. S. (2014). Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory. *Applications of flow in human development and education*. New York: Springer.

Sheroff, D. J., Sannella, A. J., Schorr, R. Y., Sanchez-Wall, L., Ruzek, E. A., Sinha, S., et al. (2017). Separate worlds: The influence of seating location on student engagement, classroom experience, and performance in the large university lecture hall. *Journal of Environmental Psychology*, 49, 55-64.

Stade, M., & Seyff, N. (2017). Features for mobile feedback tools: Applying the KANO method. Paper presented at the Proceedings of *Mensch und Computer 2017-Tagungsband*.

Sumaya, L. C., & Darling, E. (2018). Procrastination, flow, and academic performance in real time using the experience sampling method. *The*

Journal of genetic psychology, 179(3), 123-131.

Tangmunarunkit, H., Hsieh, C.-K., Longstaff, B., Nolen, S., Jenkins, J., Ketcham, C., et al. (2015). Ohmage: A general and extensible end-to-end participatory sensing platform. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 6(3), 38.

Van Berkel, N., Ferreira, D., & Kostakos, V. (2018). The experience sampling method on mobile devices. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 50(6), 93.

Wang, R., Chen, F., Chen, Z., Li, T., Harari, G., Tignor, S., et al. (2014). *Student Life: Assessing mental health, academic performance and behavioral trends of college students using smartphones*. Paper presented at the Proceedings of the 2014 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing.

Xie, K., Heddy, B. C., & Greene, B. A. (2019). Affordances of using mobile technology to support experience-sampling method in examining college students' engagement. *Computers & Education*, 128, 183-198.

Xie, K., Heddy, B. C., & Vongkulluksn, V. W. (2019). Examining engagement in context using experience-sampling method with mobile technology. *Contemporary Educational Psychology*, 101788.

Zirkel, S., Garcia, J. A., & Murphy, M. C. (2015). Experience-sampling research methods and their potential for Education Research. *Educational Researcher*, 44(1), 7-16.

收稿日期:2019-11-19

定稿日期:2020-07-31

作者简介:刘清堂,教授,博士生导师;卢国庆,博士研究生;邓伟,博士,副教授;吴林静,博士,副教授;梅镭,王娇娇,硕士研究生。华中师范大学教育信息技术学院(430079)。

责任编辑 单玲

(上接第24页)

工作的通知[EB/OL]. [2019-12-16]. http://www.moe.gov.cn/srsite/A07/moe_743/201912/t20191216_412262.html

Ally, M. & Samaka, M. (2013). Open Education Resources and Mobile Technology to Narrow the Learning Divide[J]. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(2):14-27.

Shetu, S. F., Rahman, M. M., Ahmed, A., Mahin, M. F., Akib, M. A. U., Saifuzzaman, M. (2021). Impactful e-learning framework: A new hybrid form of education[J]. *Current Research in Behavioral Sciences*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666518221000255#>

收稿日期:2021-04-29

责任编辑 郝丹

（二）著作

1. 朱珂. 国际视野下 STEAM 教育的理论与实践. 科学出版社, 2020.9



内 容 简 介

本书梳理了国内外STEM教育的研究现状,阐述了美国、英国、澳大利亚等国STEM教育的发展路径、宏观发展政策、STEM教育支持系统及师资建设等内容。结合其他国家STEM教育的发展历史与现状,阐述其对我国STEM教育的发展启示。同时,从应用的视角探讨国际STEM教育中典型的教学模式及应用案例,以期为广大中小学教师开展STEM教育研究提供理论和实践指导。

作为STEM教育理论与实践研究的专著,本书可供从事基础教育的广大中小学一线教师、教育管理人员,以及高等院校教师、教育工作者、教育和相关专业本科生、研究生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

国际视野下STEM教育的理论与实践/朱珂著. —北京:科学出版社, 2020.9

ISBN 978-7-03-065906-4

I. ①国… II. ①朱… III. ①科学知识-教学研究-中小学 IV. ①G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第157942号

责任编辑:方小丽/责任校对:贾娜娜

责任印制:张 伟/封面设计:无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2020年9月第一版 开本:720×1000 B5

2020年9月第一次印刷 印张:13

字数:255000

定价:120.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

STEM教育致力于学科知识的整合,以培养具有科学素养、技术素养、工程素养和数学素养,综合运用多学科知识解决实际问题的复合型创新人才为目标,是未来教育发展的重要方向。我国正处于发展的重要战略机遇期,迫切需要开展STEM教育,培养复合型人才,实现我国社会经济的大发展、大转型。本书旨在向读者介绍国内外STEM教育的理论和应用成果,希望通过这些分析和梳理,让读者对于国内外STEM教育领域的研究能够有一个比较全面的认识 and 了解。

本书共包含八章。第一章介绍了STEM教育的起源与发展,旨在让读者了解STEM教育的发展演变过程;第二章至第六章侧重在文献的基础上对国内外STEM教育发展路径、宏观发展政策、支持系统、师资系统等进行系统的梳理;第七章介绍STEM教育典型的教学模式,探讨开展STEM教育的有效策略;第八章为应用案例,旨在向读者介绍相关主题的案例设计。

本书的潜在读者群既包括教育技术学和学科教学等领域的科学研究人员,又包括各类教育从业人员,希望本书能使更多学者关注STEM教育的研究领域,将自身的教学实践和已有的科学研究相结合,探索新的教育实践之路。

本书的研究成果是河南师范大学教育信息技术学院研究团队长期从事STEM教育理论与实践的成果积累,也是研究团队中教师、硕士研究生从事项目研究的工作总结。其中冯冬雪硕士从事STEM教育的国际比较研究,贾彦玲硕士从事STEM教育的教学模式设计与应用研究,高晗蕊硕士、周冰硕士、何甜甜硕士从事STEM教育的教学案例收集及开发,贾鑫欣硕士、孔晓靓硕士、杨树杰硕士、陈婉旖硕士从事STEM教师培养研究,团队成员的研究积累为本书的撰写提供了丰富的资源。

本书的撰写参考了大量文献资料,主要文献已罗列于参考文献中,但难免有疏漏。在案例设计部分,由于条件和水平有限,本书借鉴、参考了国际范围内较为经典、极具启发价值的教学案例,在此向勇于探索的STEM教育实践者们表达由衷谢意。感谢科学出版社邓娴编辑、王丽豪编辑等的悉心指导和反复校对。

本书仅是从文献综述和基础应用角度对STEM教育进行探讨,加之本人水平

有限，书中不足之处恳请读者不吝赐教。

本书受到了全国教育科学规划国家一般课题“人工智能助推教师专业发展的机制与策略研究”（项目编号：BGA190050）、2019年度河南省高校科技创新人才支持计划（人文社科类）项目（项目编号：2019-cx-016）、河南省哲学社会科学规划后期资助项目（项目编号：2018HQ025）资助。

目 录

第 1 章 STEM 教育概述	1
1.1 STEM 教育的起源与发展	1
1.2 STEM 教育的概念	2
1.3 STEM 教育的特征	7
1.4 STEM 教育培养目标与高考新大纲	10
1.5 STEM 专业的就业形势	12
参考文献	14
第 2 章 STEM 教育的发展路径	16
2.1 北美洲国家的 STEM 教育发展路径	16
2.2 欧洲国家的 STEM 教育发展路径	19
2.3 大洋洲国家的 STEM 教育发展路径	22
2.4 亚洲国家的 STEM 教育发展路径	24
2.5 各国 STEM 教育发展的特点	31
参考文献	33
第 3 章 STEM 教育的宏观发展政策	35
3.1 美国 STEM 教育的战略规划与立法保障	35
3.2 英国 STEM 教育的教育愿景与战略规划	40
3.3 澳大利亚 STEM 教育的战略规划	45
3.4 韩国整合型人才教育的发展规划	48
3.5 中国 STEM 教育的指导意见与规划	49
3.6 各国 STEM 教育宏观发展政策的特点	54
参考文献	55
第 4 章 STEM 教育的支持系统	57
4.1 美国 STEM 教育的支持系统	57
4.2 英国 STEM 教育的支持系统	64

4.3 澳大利亚 STEM 教育的支持系统	66
4.4 德国 STEM 教育的支持系统	68
4.5 芬兰 STEM 教育的支持系统	69
4.6 中国 STEM 教育的支持系统	69
4.7 各国 STEM 教育支持系统的特点	71
参考文献	72
第 5 章 STEM 教育的师资建设	73
5.1 美国 STEM 教师培养的现状与措施	73
5.2 英国 STEM 教师培养的措施	83
5.3 中国 STEM 教师培养的依据和机构	87
参考文献	92
第 6 章 国内外 STEM 教育研究述评	94
6.1 国内 STEM 教育的研究述评	94
6.2 国外 STEM 教育的研究述评	106
参考文献	108
第 7 章 STEM 教育的教学模式	110
7.1 基于 6E 模式的 STEM 教学设计	110
7.2 基于项目的 STEM 学习模式	112
7.3 STEM SOS 教学模式	118
7.4 基于活动理论的 STEM 学习活动模型	132
参考文献	136
第 8 章 STEM 教学设计应用案例	138
8.1 小小消防员	138
8.2 F1 方程式赛车	152
8.3 等待生长的黄瓜	156
8.4 拯救土豆	158
8.5 多边形制作	161
8.6 鼠夹车	164
8.7 空投救援物资	173
8.8 手机号角音箱	178
8.9 二氧化碳赛车	179
8.10 液压手臂	187
8.11 蒸馏器	191
8.12 闯关机器人	193
参考文献	199

(G-4501.31)



国际视野下STEM教育的 理论与实践



科学出版社互联网入口
经管分社: (010)64012800 销售: (010)64031535
E-mail: jingguanfa@mail.sciencep.com

www.sciencep.com



定价: 120.00元


[首页](#)
[主题出版](#)
[出版单位](#)
[统计分析](#)
[排行榜](#)
[关于我们](#)
[首页](#) / [数据检索](#) / [检索详情](#)

图书详情信息 (CIP)



CIP核准号	2020157942
ISBN	978-7-03-065906-4
正书名	国际视野下STEM教育的理论与实践
丛书名	
出版单位	科学出版社
出版地	北京

作者	朱珂, 著	出版时间	20
印次	**	版次	**
分册名	**	分册号	**
副书名及说明文字	**	其他责任者	**
定价(元)	82	正文语种	
开本或尺寸	**	装帧方式	**
中图法分类	G633.72	主题词	科
内容摘要	**		

版权页

图书在版编目 (CIP) 数据

国际视野下STEM教育的理论与实践 / 朱珂著. — 北京: 科学出版社, 2020.9
ISBN 978-7-03-065906-4

I. ①国… II. ①朱… III. ①科学知识—教学研究—中小学 IV. ①G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第157942号

五、获得奖励及荣誉

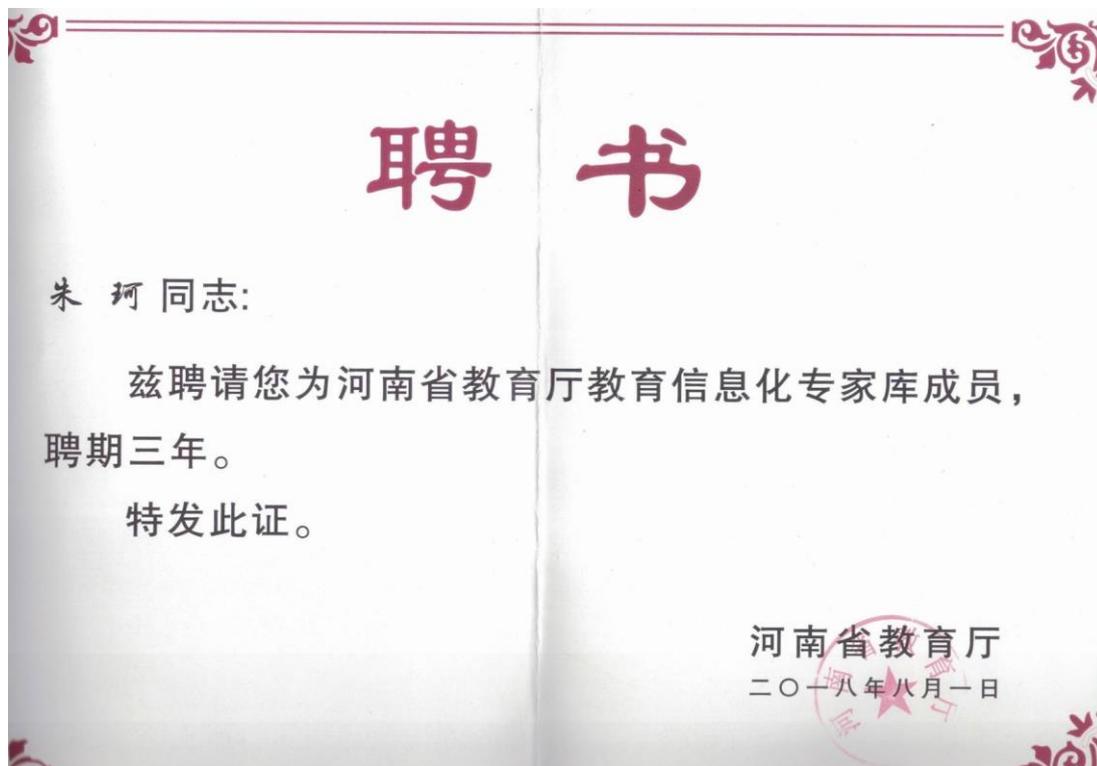
1. 河南省教育学会教育专业委员会第十届理事会理事



2. 中国教育技术协会人工智能专业委员会常务理事



3. 河南省教育厅教育信息化专家库专家（2018-2021）



4. 指导学生在专业技能比赛中获得省级以上奖励：《梅瑞尔成分显示理论》一等奖



5. 指导学生在专业技能比赛中获得省级以上奖励：《合作学习》二等奖

荣誉证书

河南师范大学作品《合作学习》

在第三届“iTeach”全国大学生数字化
教育应用创新大赛中荣获：

二等奖

作者：谢青青、郑光启、王玉玺

指导教师：朱珂

证书编号：iTeach2019-160

教育部高等学校教育技术专业教学指导分委员会

华南师范大学（代章）

二零一九年十二月二十二日

6. 指导学生在专业技能比赛中获得省级以上奖励：《教学活动与学习空间》三等奖



7. 指导学生在专业技能比赛中获得省级以上奖励：《运动镜头》三等奖

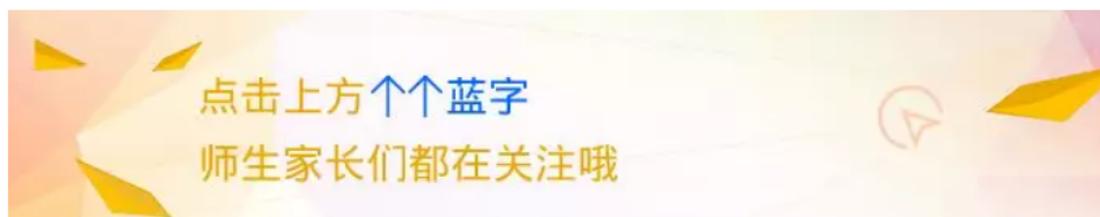


六、省级及以上新闻媒体报道

1. 河南省教育厅

5名80后河南高校科技创新人才谈“数字经济”

河南省教育厅 2021-10-21 14:57



中共中央政治局10月18日下午

就推动我国数字经济健康发展

进行第三十四次集体学习

中共中央总书记习近平在主持学习时强调

近年来

互联网、大数据、云计算、

人工智能、区块链等技术加速创新

日益融入经济社会发展各领域全过程

数字经济发展速度之快、

辐射范围之广、影响程度之深前所未有

正在成为重组全球要素资源、

重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量

集体学习对教育发展及河南经济发展

会带来怎样的影响和变化？

来看看入选

2022年度河南省高校科技创新团队和

创新人才支持计划名单

的**5位80后科技创新人才**怎么说

科技赋能教育，教育赋值科技，教育与科技共塑未来。虚拟现实、人工智能、机器人、区块链、大数据和物联网推动了工业4.0的发展，促进先进生产技术与智能数字融合共生，实现教育领域和经济领域的互联互通，助推物理世界进一步迈向智能化、自动化和数字化。

河南作为全国第一教育人口大省，河南教育现代化的推进情况直接影响着全国教育现代化的进程。推进教育现代化，需以数字技术为强有力支撑。利用数字技术构建智慧教育生态，创设智慧教育环境，优化智慧教育应用，助推教师专业发展，是实现教育的高质量发展的必由之路。

加快数字化发展，河南一直在行动。5G项目、人工智能、工业物联网等的加速布局，使河南的数字化建设成效显著。河南师范大学以振兴师范教育，打造高水平有特色的新师范为己任，直面当前我国基础教育资源配置公平与效益、质量提升、学生个性化发展三大时代命题，立足教育大数据开展技术攻关与应用示范，为破解这些难题提供思路和解决方案。基于人口、经济和教育等多维大数据，提高教育资源配置的有效性，促进教育公平；基于教学和管理大数据，揭示教育活动的特殊规律，提升教育质量；基于学习过程和成长过程大数据，为学生提供全方位个性化学习服务。

数字技术与教育教学的深度融合，是构建高质量教育支撑体系的必然选择。面向未来，以学习习近平总书记在推动我国数字经济健康发展进行第三十四次集体学习中的重要讲话精神为契机，立足数字技术推动教育模式变革、流程再造和生态重塑，进一步推动河南教育高质量发展，谱写新时代中原更加出彩的绚丽篇章。

2. 以专家视角在《河南教育》论述人工智能助推教师专业发展的机遇、变革与策略

七、教学成果校外推广应用及效果证明材料

1. 西华师范大学

附件 4

教学成果校外推广应用及效果证明

成果名称：教师信息化教学素养“金课”集群体系构建与创新应用		
成果应用单位：西华师范大学 教育学院		
面向对象及受益人数	<input checked="" type="checkbox"/> 教师	25 人次
	<input checked="" type="checkbox"/> 学生	400 人次
成果应用效果（应用后所取得的成效、应用前后对比等）		
<p>成果立足于教师教育研究深化的现实需求以及国家高等教育教学改革发展的政策导向，聚焦于教师信息化教学素养的全面提升，全面梳理能力构成、组织架构、教学内容以及课堂形态，深入探索“金课”课程集群建设机理，总结出“金课”集群构建策略。围绕教学内容、学习测评、多样化的技术工具、差异化无障碍设计、技术性教学环境、参与式教学策略等教学要素开展实证研究，改进完善发展路径及优化策略，总结“金课”集群发展运行模式的实证经验。</p> <p>该成果在华中师范大学教育信息技术学院进行应用推广，应用单位一致认为教学效果显著，教师的信息化教学能力得到提升，教学效果和教学质量得到提高，产生了显著的效益。成果对信息化时代教师的素养提升具有重要的指导意义，为新时代“金课”集群建设与应用提供了新的思路和案例示范。</p>		
二级单位负责人签字：杨海茹 (盖章)		
		
(学校盖章)		
2022 年 1 月 12 日		

2. 华中师范大学

附件 4

教学成果校外推广应用及效果证明

成果名称：教师信息化教学素养“金课”集群体系构建与创新应用		
成果应用单位：华中师范大学 教育信息技术学院		
面向对象及受益人数	<input checked="" type="checkbox"/> 教师	35 人次
	<input checked="" type="checkbox"/> 学生	400 人次
成果应用效果（应用后所取得的成效、应用前后对比等）		
<p>成果聚焦于教师信息化教学素养的全面提升，全面梳理能力构成、组织架构、教学内容以及课堂形态，深入探索“金课”课程集群建设机理，总结出“金课”集群构建策略。该成果从“金课”集群课程体系的结构、“金课”集群课程内在知识逻辑关系整合、“金课”集群课程形态与教学内容的适配等维度开展创新研究。围绕教学内容、学习测评、多样化的技术工具、差异化无障碍设计、技术性教学环境、参与式教学策略等教学要素开展实证研究，改进完善发展路径及优化策略，总结“金课”集群发展运行模式的实证经验。</p> <p>该成果在华中师范大学教育信息技术学院进行应用推广，应用单位一致认为教学成效显著，教师的信息化教学能力得到提升，教学效果和教学质量得到提高，产生了显著的效益。</p>		
二级单位负责人签字：刘清莹 (盖章)		
		
2022 年 1 月 12 日		