

指向核心素养的智能化深度学习系统框架

刘婧韡¹ 刘一萌² 顾小清¹

(1. 华东师范大学 教育学部, 上海 200062; 2. 西北工业大学 计算机学院, 西安 710129)

[摘要] 深度学习作为促进核心素养发展的重要学习方式之一, 已被证实是先进且可行的。然而, 如何将深度学习原则嵌入个性化、多模态、可反馈的学习过程中, 是世界教育难题。随着科技的进步, 先进的教育技术可用于搭建多样的智能化学习系统和平台, 成为解决这一难题的可能途径。然而, 大部分智能化学习系统无法支持学生深度学习过程, 进而促进核心素养的培养。鉴于此, 本研究以威克萨姆与麦吉的深度学习原则为依据, 将学习过程与计算机技术深度融合, 构建指向核心素养的智能化深度学习系统框架。本研究设计了指向核心素养的智能化深度学习系统的概念框架、系统架构、核心功能模块, 阐释了具体的深度学习过程, 并通过系统交互原型让学生亲身体验, 进而验证学习效果, 为核心素养导向的教育数字化转型提供可行方案。

[关键词] 深度学习; 核心素养; 智能化系统; 系统框架

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2023)06-0112-09

一、引言

核心素养的培养与深度学习理论密切相关。加拿大著名的课程改革专家迈克尔·富林(Fullan, 2013)提出教育技术有助于促进深度学习, 且深度学习可以作为指向核心素养发展的学习方式(郭华, 2016)。我国学者吴刚平提出, 核心素养的发展是通过“以复合型的课程内容观, 培养学生解决真实问题, 亲历实践、探究、体验、反思、合作、交流等深度学习的过程”来实现的(陈华等, 2022)。

然而, 深度学习实践还存在很多局限: 首先, 实践过程高度依赖教师的素质和能力; 其次, 引导和监控学生深度学习行为缺乏系统性框架; 第三, 教师缺乏相关技术和理论深层分析学生深度学习行为。因此, 传统课堂难以实现教学效果的实时反馈

并达到优化教学过程的目的。新型教学方式的出现, 有效地解决了传统课堂的局限性。例如, 美国 High Tech High 高中(HTH), 通过项目式的传统课堂学习带动深度学习(Neumann, 2008)。但由于该项目依赖大量优秀教师与顶级课程资源, 需投入大量的人力和财力, 其深度学习实践方式无法被复制。如果通过智能化技术手段设计这些优质的教学资源和学习项目, 则可以实现教学时间地点灵活、教育资源共享, 进而为个性化教学、沉浸式学习、自主和协作学习的发展和普及提供契机。

本研究根据核心素养的培养目标与深度学习原则框架, 提出了指向核心素养的智能化深度学习系统框架, 通过挖掘系统框架的特征、设计系统架构及核心功能模块实现促进深度学习理论的智能化与实践, 并通过实验评估验证该系统框架的合理

[收稿日期] 2023-08-05

[修回日期] 2023-10-19

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjy.2023.06.012

[作者简介] 刘婧韡, 博士, 华东师范大学教育学部教育信息技术学系, 研究方向: 学习科学与技术设计、智能教育与评估(jwliu@dedu.ecnu.edu.cn); 刘一萌, 博士研究生, 西北工业大学计算机学院, 研究方向: 泛在操作系统、群智感知; 顾小清, 博士, 教授, 博士生导师, 华东师范大学教育学部教育信息技术系系主任, 研究方向: 学习科学与学习技术、技术支持的教学创新。

[引用信息] 刘婧韡, 刘一萌, 顾小清(2023). 指向核心素养的智能化深度学习系统框架[J]. 开放教育研究, 29(6): 112-120.

性、可行性及有效性。

二、研究现状

(一) 核心素养与深度学习

1. 核心素养

世界进入数字化时代,教育面临着前所未有的挑战和机遇。“培养什么样的人”成为教育界需要广泛思考的问题,并提出新时代学生应具备的“核心素养”(core competence)概念。代表性的核心素养框架包括经济合作与发展组织的核心素养框架(DeSeCo)(OECD, 2005)、欧盟核心素养框架(Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning)(Gordon et al., 2009)、美国核心素养框架(Framework for 21st Century Learning)(Johnson, 2009)。2016年,中国公布了学生发展核心素养总体框架及基本内涵。它以“全面发展的人”为核心,将党的教育方针具体化、细化,落实立德树人的根本任务,提升新时代国家人才核心竞争力(张华, 2016)。这些核心素养框架的表达、分类虽然不同,但都体现了以信息技术为引领的新时代对学生培养的新要求。荷兰学者沃格特(Voogt & Roblin, 2012)总结了不同国家和地区的核心素养框架,提出具有世界共识的核心素养要素,即协作(collaboration)、交往(communication)、创造性(creativity)和批判性思维(critical thinking),这就是著名的4C核心素养。

北京师范大学发布的《21世纪核心素养5C模型研究报告》在4C模型的基础上增加了“文化理解与传承素养”,突出教育的文化传承功能。由此,我国各级学校开始探索指向学生核心素养的课程设计与实践(魏锐等, 2020)。

2. 深度学习

深度学习(deeper learning)最早由教育心理学家佛伦斯·马顿和罗杰·萨尔乔(Marton & Säljö, 1976)提出。深度学习概念更偏向杜威的学习理论,强调学生联系自身经验构建知识。深度学习是相对于浅层学习而言的,强调学习不是机械的重复与记忆,而是对知识进行有意义的建构。恩特威斯尔与拉姆斯登(Entwistle & Ramsden, 1982)将深度学习与元认知相结合,细化了深度学习的内涵。基于布鲁姆认知目标分类修订中的解释,元认知突出意

义学习和学生对自身经验的反思领悟,并通过认知过程培养学生的创造性和解决问题的能力。这使得深度学习更具有构建主义的特征,将解决真实问题与元认知作为深度学习的方式和策略(王天平等, 2022)。比格斯(Biggs, 1987)提出的深度学习过程模型(Presage-Process-Product),以实证研究的方式验证深度学习的影响因素,除了包括联系学生经验、元认知,还增加了学生学习兴趣与学习动机,强调探究真实情境中深度学习的影响因素。

3. 指向核心素养的深度学习

核心素养的培育与深度学习联系密切。比如,崔友兴(2019)指出核心素养与深度学习的内在逻辑为:核心素养是深度学习的旨归,深度学习是核心素养的重要培育途径。杨玉琴等(2017)认为核心素养是深度学习的结果,核心素养的培育促进了深度学习,两者互相增强与互动。瓦格纳(Wagner, 2008)基于现代人才市场和社会变化的需求,具体阐述了深度学习素养的培养,如批判思维、解决真实问题的能力、合作能力、持续学习能力、创造能力与沟通交流能力的培养。特里灵与法德尔(Trilling & Fadel, 2009)证实了深度学习逐渐成为培养学生的核心素养的重要途径,也同时验证了以信息技术为依托的教学创新是助力这一途径实现的重要方式和手段。

为更好地测量深度学习是否真实地发生在特定的教学情境,学者们研发了很多深度学习的测量方式与测量工具。显性的测量方式是结合学生学习经验的自我报告与外显的行为指标(如学前学后成绩对比、眼神接触、学习过程分析等)(沈霞娟等, 2019)。这些测量方法的指标要素逐渐成为深度学习原则。影响广泛的是威廉和弗洛拉休利特基金会(William and Flora Hewlett Foundation)发起的“为了深度学习的新教育”研究。法林顿(Farrington, 2013)重点强调深度学习原则,即六个维度的原则框架,分别为掌握核心知识、批判性思维、团队协作能力、沟通能力、学术思维模式及如何学习的能力。如何学习的能力包含学生能否自主设立学习目标,反思学习经验,了解自身学习水平,逐渐形成自我成长的学习能力以实现终身学习,并基于深度学习促进核心素养的发展(张良等, 2019)。研究者可以根据这六个原则更加精准地抓

取与分析学习数据。

(二) 智能教育技术应用促进深度学习

深度学习强调主动学习、协作学习、解决实际问题与批判性思维。目前已有许多线上学习系统将传统课堂的深度学习转为线上学习的实践经验。

1) 基于项目的学习 (project-based learning, PBL): 鼓励学生参与现实世界的复杂项目, 以深刻理解特定主题或概念。董艳团队 (Meng et al., 2023) 证实通过项目式学习能够促进深度学习的协作学习、解决实际问题及提升批评思维能力, 还发现项目式学习在线平台存在很多挑战, 如学生缺乏对学习目标的把控、缺乏协作学习方法等。

2) 探究式学习 (inquiry-based learning, IBL): 即学生通过提出问题, 调查和建构知识, 积极参与学习过程。索特里奥例等 (Sotiriou et al., 2020) 关于欧洲国家科学教学协会 (NSTA) 和探究中心的大规模 (453 所学校) 研究, 证实了信息技术能够提供丰富的资源和工具支持各学科的探究式学习, 最终提升学生协作解决复杂问题的能力。

3) 基于问题式学习 (problem-based learning, PrBL): 阿斯兰 (Aslan, 2021) 发现通过在线社交平台开展问题式学习小组讨论的学生的学习成绩、解决问题能力显著提高。

4) 大规模开放在线课程 (massive open online courses, MOOCs): 埃尔比亚利等 (Elbyaly & Elfeky, 2022) 的研究表明, 大规模开放在线课程可以对学生的元认知有所提升, 尤其是学生回放和慢放学习视频的功能, 能够更好地促进学生概念联结、批判性思考等方面的深度学习。

5) 适应性学习系统: 使用算法和数据分析为每个学生提供个性化学习体验。刘 (Liu, 2022) 提出自适应学习系统可以成为深度学习支架, 并且对学生的学习自主性、投入度等方面产生积极影响。值得注意的是, 这些系统的有效性取决于其与课程和教学实践的深度融合。

人工智能的发展使深度学习的过程更易被测量和分析, 因此, 深度学习原则框架在线教育技术教学情境下具有更加重要的实践意义。国外比较成熟的深度学习原则框架有卡敏与黑夫纳 (Carmean & Haefner, 2002) 提出的五个维度的深度学习原则框架, 由学习的合作度、主动性、投入度、情境性、及

学生自有度组成。这一原则框架证明在学习管理平台 (learning management system, LMS) 中可以实施有效的深度学习。另一更加具有实证基础的是威克萨姆与麦吉 (Wickersham & McGee, 2008) 的反映学生学习满意度的深度学习原则, 其使用九个维度进行学习设计, 以支持在线学习平台中深度学习的连续性, 提高深度学习体验的满意度 (见表 1)。

表 1 威克萨姆与麦吉 (Wickersham & McGee) 深度学习原则

深度学习原则维度	外显学习行为举例
1. 主动学习 (active learning)	解决现实世界问题 询问、分析新观点 通过学习活动进行创造与协作
2. 社会学习 (social learning)	通过与同伴互动进行学习 学习时得到及时反馈与真实评估
3. 学习者情境性 (learner context)	能够选择学习内容与多种学习模式 能够参与高阶测评 能够根据先前知识与经验选择学习活动
4. 投入式学习 (engaged learner)	能够选择如何学习 选择特定学习目标 可以获得多模态教学资源
5. 学习者自主权 (learner ownership)	能够设定学习目标与时间线 能够选择学习成果的形式 能够记录学习反思过程 能够明确问题、过程与解决方案
6. 技术支持性 (technology-supported)	能够在任何物理空间学习 能够在多模态教育技术资源中做选择 能够获得公共与私人线上功能 能够进行深层次功能的交互
7. 直观设计 (intuitive design)	具有直观的功能导航与操作指南 具有多模态内容选项 具有清晰的学习表现与任务完成标准 对残障学生有无障碍辅助功能
8. 投入式活动 (engaged activities)	能够公开对学习成果或任务作出贡献 能够协作合作完成学习活动 能够应用、综合与评价所学知识
9. 促进性教学实践 (facilitative teaching practice)	能够决定学习目标并驱动学习 能够回应学习者并适应学习者 能够参与有目的的知识磋商与获取

无论是布鲁姆与凯勒 (Bloom, 1973; Keller, 1968), 还是富林与奎恩 (Fullan & Quinn, 2020), 都认为深度学习原则在智能化教学及人工智能技术发展蕴含着巨大潜能。我国对人工智能学习系统研究起步较晚, 研究总量并不多, 主要集中在对学生模型的研究, 尤其是基于学习风格模型和国外成熟量表的研究较为深入 (姜强, 2012)。

综上所述, 指向核心素养的智能化深度学习系统的研究多集中于以下三个方面: 1) 针对培养学生核心素养的深度学习教学研究多为传统课堂中的教学创新探索, 极少与现代教育技术深度融合; 2) 智能化学习系统促进深度学习的有效性研究多集中于对深度学习某方面的提升和促进效果, 缺乏整体设计理念, 没有结合核心素养的培养目标; 3) 针对智能化学习系统的实证研究多集中于个性化学习绩效的提升, 缺乏素养导向的功能, 这就需要重新架构或调整学习技术系统。

鉴于此, 本研究提出指向核心素养的智能化深度学习系统的设计框架, 针对核心素养的要素, 依据深度学习理论, 进行整体设计, 并且根据设计框架, 让学生亲自体验, 以验证设计框架的可行性与有效性。

三、指向核心素养的智能化深度学习系统框架

(一) IDL-C 框架概念及关系

本研究就如何利用教育技术实现指向核心素养的深度学习理论落地, 提出了指向核心素养的智能化深度学习系统(Intelligent Deep Learning Systems that Point to Core Competency, IDL-C)框架。该框架包含三个核心概念, 即深度学习原则框架、智能化学习技术、中国学生核心素养(见图1)。深度学习相关学习科学理论为智能化学习系统的设计提供了理论基础, 智能化教学技术是中国学生核心素养培养的技术手段, 深度学习原则与核心素养之间的

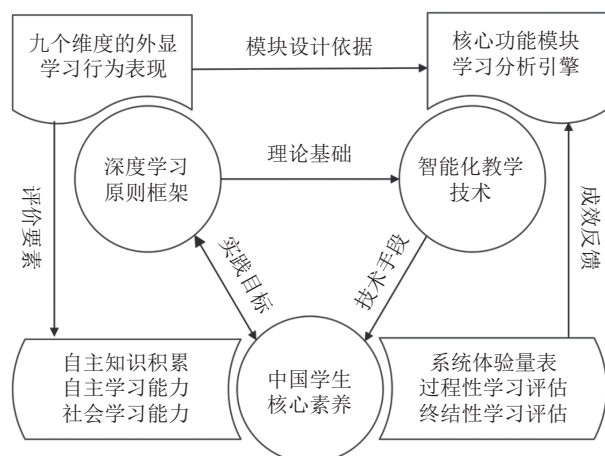


图1 IDL-C 系统核心概念元素关系

关系是通过学习实践过程不断验证、支持和优化的。中国学生核心素养定义了深度学习在中国实证研究中的重要要素, 也促进了具有中国特色的深度学习原则框架的形成。

1) 深度学习原则框架借鉴威克萨姆与麦吉(Wickersham & McGee)的九个维度原则及其对应的外显学习行为(见表1), 并将其用作深度学习教学设计的依据。2) 智能化深度学习系统通过学习分析引擎将收集到的学习者的历史数据及实时数据进行深度融合分析, 并根据学习者的目标、兴趣和爱好生成教学内容。其核心功能模块依托深度学习原则的九个维度进行设计, 主要包括教学资源设计和学习模式设计。3) 中国学生核心素养具体表现为与深度学习原则相融合的三大素养: 文化知识积累, 即学习者对学科知识点的掌握及对元认知的提升; 自主学习能力, 即学习者学习过程中的投入度、主导程度、批判性思维、创新创造等; 社会学习能力, 即学习者的合作与沟通能力、社会责任感、情感态度与价值观等。三个核心概念之间相互促进、深度融合、不断优化和完善, 从而促进学生核心素养的提高。

(二) IDL-C 框架的特征

为将外显学习行为(见表1)融合到智能化深度学习系统触发的学习过程中, 本研究将其表现抽象成IDL-C系统框架的功能实现特征, 包含以下四个方面。

1. 灵活碎片性

智能化系统需要大量的学科知识作支撑, 有必要将碎片化的知识点构建为海量的教学内容单元。这些教学单元如同人体的细胞簇, 是为不同的学习者生成的个性化知识结构。通过碎片知识构建的教学单元具有更大的灵活性, 既能够满足学习活动实施过程中时间地点的灵活性, 也可实现学习自主性, 基于学习者的学习兴趣个性化生成学习轨迹。

2. 发展生成性

发展生成性表现为每个教学单元的内容在智能化深度学习系统中不是一成不变的, 而是在获取学习者数据后根据学习者的实际学习情境灵活变化的。教学单元与多模态教学资源库相链接, 结合学习者的目标选择与兴趣特点通过分析引擎生成个性化学习资源。另外, 随着学习者的数据增加,

系统可获取和推送的资源更加丰富。

3. 深度沉浸性

系统可针对学习者的兴趣与特点确定教学内容的呈现方式。例如, 针对低年龄段的学生, 系统可用动画视频的方式呈现教学单元内容; 对于高年龄段的学生则呈现相对复杂的文章或有声书模式。沉浸式学习最典型的教学方式是将学习内容游戏化。游戏化的学习内容和教学过程, 更容易提高学习兴趣, 强化学习者的主动性与投入度。

4. 交互推理性

智能化深度学习系统的交互推理特征主要表现在两方面: 1) 在学习内容生成过程中, 学习者通过人机交互操作, 将自己的学习行为数据传递给系统, 系统依此来定制和推送个性化的学习目标、模式及内容; 2) 在学习效果反馈过程中, 系统根据每位学习者的历史及实时测试数据, 不断迭代和更新其功能模块。每次学习效果的反馈都会为系统未来学习模式和内容的呈现产生影响。

(三) IDL-C 框架设计

指向核心素养的智能化深度学习系统(IDL-C)框架(见图2)具备灵活碎片性、发展生成性、深度沉浸性及交互推理性四大特征。整体框架的核心是学习分析引擎, 学习分析引擎将收集到的学习者交互数据和学习资源库内容融合, 进而实施深度学习分析和建模, 最终将课程内容和教学模式输出到内容推送模块。

IDL-C 框架分为五个部分: 1) 学习交互界面为

学习者和系统提供了人机交互接口; 2) 用户数据库作为系统的个性化定制辅助资源, 包含学习者的历史学习数据及实时学习数据, 数据类型涵盖了学习目标数据、学习兴趣数据、学习模式数据及学习成果数据; 3) 学习资源库, 包括学习目标个性化定制库、多学科知识图谱、投入式多模态教学资源库、社区化群体协作资源库及学习成效评估资源库; 4) 学习分析引擎是系统的核心组成部分, 包含个性化目标驱动模块、学习指标微调模块、沉浸学习模块、探究社区模块、知识轨迹模块、学习分析模块、形成性评价模块, 这些模块分别实现对应的系统功能(见表2); 5) 内容推送与呈现通过融合智能化预测模型与多个人工智能算法, 生成教学模式和课程内容, 进而呈现给学习者。

系统运行流程及功能模块之间的作用方式为: 1) 系统实时采集学习者的数据, 将其分类并储存在用户数据库中, 通过对用户操作行为的捕获及用户数据分析, 触发学习分析引擎运作; 2) 在学习事件的触发下学习引擎会调配多模态的学习资源库, 通过与学习数据的匹配融合, 推动其他功能模块的运转, 例如, 学生完成学前测评后, 系统根据学生的数据, 匹配目标定制库中该教学单元相关的知识、能力、情感目标。3) IDL-C 系统将推送内容按相关性进行排序, 推送排名前三的内容, 学习者再根据推送进行内容筛选, 并反馈筛选结果; 4) 系统记录学习者的选择, 并反馈给学习分析引擎。系统通过参数微调优化下一教学单元的目标推荐结果。

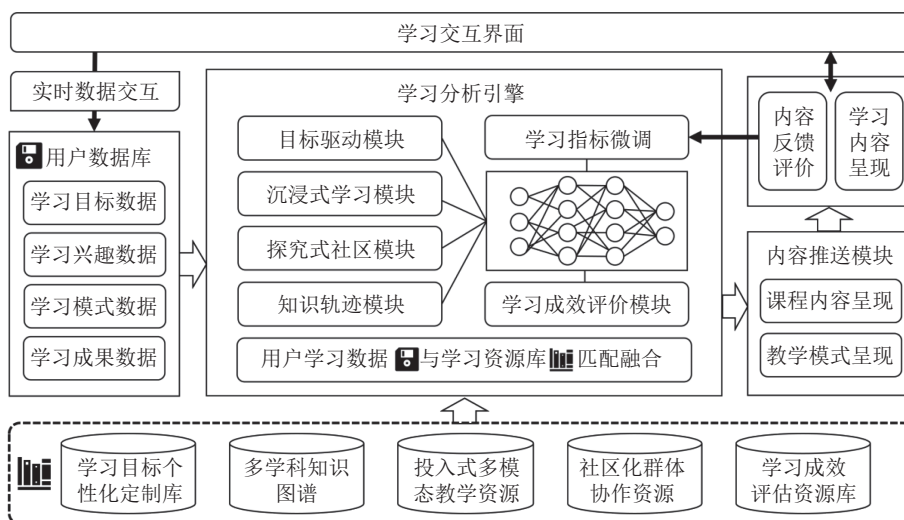


图2 指向核心素养的智能化深度学习系统(IDL-C)框架

表 2 IDL-C 框架功能模块

模块	解释
1.目标驱动模块	个性化制定学习目标,可根据系统推荐目标动态调整。
2.内容推送模块	根据推荐算法推送学习者感兴趣或关联性强的学习内容。
3.沉浸式学习模块	问题解决式、项目式、探究式学习活动,游戏化练习。
4.探究式社区模块	合作与协作的探究式学习活动、兴趣小组、项目小组、论坛式学习、圆桌式学习。
5.知识轨迹模块	打破传统学科结构,以知识点形成教学单元,根据学生学习行为分析推送教学单元,学生在推送中进行二次选择,由此生成个性化学习轨迹。
6.学习分析引擎	结合不同预测模型与算法,采集与分析学习行为数据,动态获取学习者学习兴趣、学习方式倾向、学业预判与预警。值得注意的是,使用智能化深度学习系统学习时长决定了分析的精准度。
7.学习成效评价模块	对学习过程与成果进行动态评价,生成个性化学习档案与作品集,学习者可根据关键词分类、搜索与分享。

四、IDL-C 框架可行性与有效性验证

(一) 实验部署

研究选取 105 个学生作为被试者,以唐朝历史为教学内容,利用 Axure 软件制作了交互性样本课软件原型,并在学习过程中应用,以此验证 IDL-C 框架在培养学生核心素养方面的优势(软件界面见图 3)。

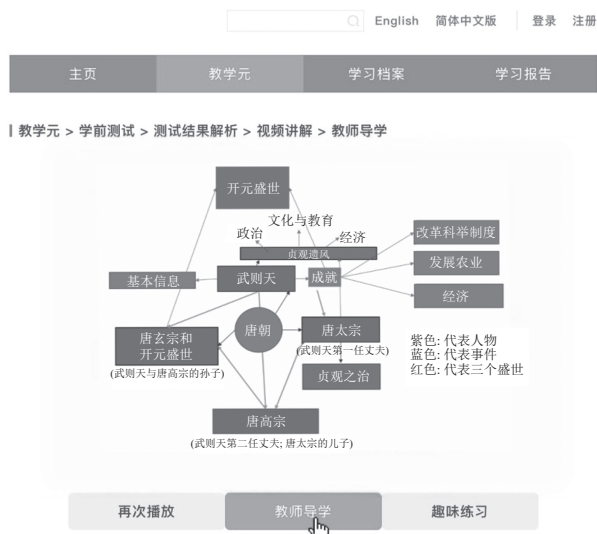


图 3 基于 IDL-C 框架的样本课软件界面

(二) 学习过程设计

基于 IDL-C 框架的学习过程见图 4。1)学习者首先选取学科、章节、单元知识点,进入单元学

习。如学生进入历史课程“唐代历史武则天时期”教学单元。2)学前评估:了解学习者对该单元的先前知识掌握情况。3)兴趣评估:如提问学习者对武则天时期的建筑、诗词歌赋是否感兴趣,各界人士如何评价武则天等。4)推送学习目标:系统根据目标与学前评估数据,推送多模态的教学内容(如视频、课件、有声书等),或推送沉浸式学习(游戏化练习、探究式学习等)。学习者既可选择个体投入式学习,也可参与协作学习。教学与练习结束后,系统设计现实问题或情境,引发学习者思考,培养其解决实际问题的能力与高阶思维。5)系统将学习者的学习过程与成果记录在学习档案中。学生可选择对学习档案中的成果进行评估,也可以选择传统的测试以巩固知识点。系统会对比学前与学后知识点测试的分数。学习者在学习过程中可看到自己的学习进度和目标达成提示,跳过或重复某个学习环节,整个过程数据通过学习报告反馈给学生。

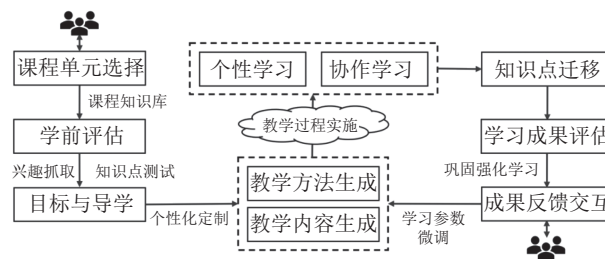


图 4 基于 IDL-C 框架的学习过程

(三) 问卷设计与结果

本研究以比格斯等(Biggs et al., 2001)深度学习量表 R-SPQ-2F 为参照,同时结合深度学习原则改编形成李克特五分量表(1 为非常不同意,2 为不同意,3 为不确定,4 为同意,5 为非常同意),共 20 个问题,6 个维度:系统交互与操作、社会学习、内容适应度、自主性与满意度、情境性、学习投入度。问卷均为正向问题,共 105 名学生参与调研。学生根据学习体验填写量表,检验结果见表 3 和表 4,问卷具有良好的信效度。

本研究利用 R 语言进行数据可视化(见图 5),六个维度均呈右倾,即学生对基于 IDL-C 框架设计的学习平台使用体验良好。

五、讨论与结语

(一) 实验讨论

本研究基于人文社会学科,直观地呈现学生在

表 3 基于 IDL-C 框架学习体验问卷信度及指标

维度 (Domain)	Cronbach's α	指标 (Q)
系统交互与操作	0.876	灵活性、交互简易性、直观设计 (3 题)
社会学习	0.875	互动交流、及时反馈、真实评估 (3 题)
内容适应度	0.92	现实问题、真实学习材料、综合分析内容、协作学习内容 (4 题)
主导度与满意度	0.875	自主目标、自主选择成果、反思记录 (3 题)
情境性	0.912	多模态内容与活动、先前知识与经验关联、知识迁移、创造创新 (4 题)
学习投入度	0.891	选择自主性(顺序与模块)、参与活动、分享与贡献 (3 题)

表 4 KMO 和 Bartlett 的效度检验

KMO 取样适切性量数		.759
巴特利特球形度检验	近似卡方	1393.198
	自由度	190
	显著性	.000

深度学习过程中建构知识的过程, 并针对与核心素养直接联系的维度进行试验。1) 社会学习维度: 学生分别对“愿意在讨论版中与不同学习者交换想法”“学习过程中对自己的学习进度和掌握程度得到即时反馈并促进充分理解学习内容”及“通过学习体验让我对学习评估充满了自信, 并且评估结果反映了我的真实水平”三道题目进行了自我

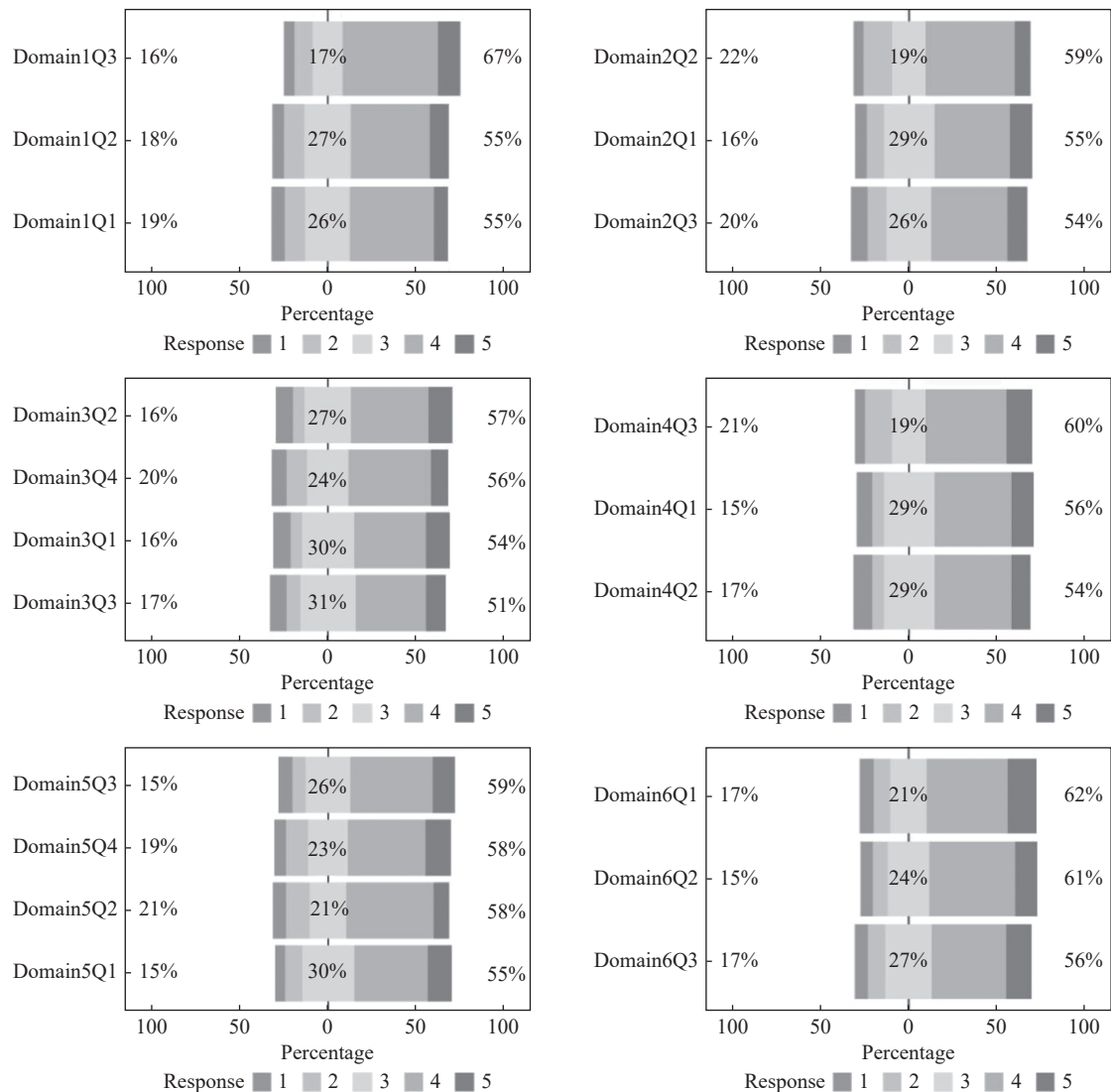


图 5 IDL-C 学生自我报告量表结果

评价,结果显示学生总体赞同率大于54%;描述性分析结果显示,学生认为在学习过程中体会到了与他人交流的积极学习氛围,并对自身的交流能力和学习反馈能力增加了信心,促进了协作素养与沟通素养的提升。2)情景性维度:情境化学习对学生核心素养的发展有着重要的价值,但目前的教学实践经常忽视情境化学习,或教学环境无法满足学生学习的“情境性”。在本实验中,超过55%的学生认为在学习过程中自主参与、知识迁移、经历复杂的情境化任务并展开了相应的心智建构。这些学习体验增强了学生的适应性与迁移能力,使学生能够有效地解决复杂的真实问题,由此促进学生的创造性素养与批判思维的提升。

综上,本研究设计并实现了指向核心素养的智能化深度学习系统(IDL-C)框架,首次通过智能化深度学习系统验证了深度学习原则与中国学生核心素养之间的显性和隐性关联。研究以深度学习理论为基础,充分利用智能化系统技术,构建了具有可操作性的系统框架,通过对核心学习模块与学习过程的设计和实验验证了IDL-C框架能够充分发挥学生参与学习与交流的主动性,开展复杂认知并解决真实问题,从而促进学生核心素养的养成。

(二) 结语

囿于主题和篇幅,本研究无法对系统模块设计细节进行详尽的展示和评估,后续研究将从三方面进一步完善:1)验证适用于中国不同地区或不同类型学生学情的深度学习特征,并通过实证数据对理论框架迭代和优化,探索深度学习理论的本土化落地;2)通过细化模块内部结构及算法,完善IDL-C智能化深度学习系统框架的核心功能模块;3)通过异构智能感知单元和设备(如眼动追踪和脑电设备)多维度追踪学习者的学习过程,精准捕捉学习过程中触发的深度学习行为,从而探索学生核心素养培养的新途径和新理念。

[参考文献]

- [1] Aslan, A. (2021). Problem-based learning in live online classes: Learning achievement, problem-solving skill, communication skill, and interaction[J]. *Computers & Education*, 171-172.
- [2] Biggs, J. B. (1987). *Student Approaches to Learning and Studying*. Research Monograph[M]. Australian Council for Educational Research Ltd., Radford House, Frederick St., Hawthorn 3122, Australia: 117-

119.

- [3] Biggs, J., Kember, D., & Leung, D. Y. P. (2001). The revised two-factor Study Process Questionnaire: R-SPQ-2F[J]. *British Journal of Educational Psychology*, 71(1): 133-149.
- [4] Bloom B. S. (1973). Recent developments in mastery learning[J]. *Educational Psychologist*, 10(2): 53-57.
- [5] Carmean, C., & Haefner, J. (2002). Mind over matter: Transforming course management systems into effective learning environments[J]. *EDUCAUSE Review*, 37(6): 26-34.
- [6] 陈华, 吴刚平 (2022). 推进素养为纲的课程内容结构改革 [J]. *中国教育学报*, (7): 71-78.
- [7] 崔友兴 (2019). 基于核心素养培育的深度学习 [J]. *课程. 教材. 教法*, 39 (2): 66-71.
- [8] Elbaly, M. Y. H., & Elfeky, A. I. M. (2022). The role of metacognition in promoting deep learning in MOOCs during COVID-19 pandemic[J]. *PeerJ Computer Science*, 8: e945.
- [9] Entwistle, N. J., & Ramsden, P. (1982). *Understanding Student Learning*[M]. *Understanding student learning (routledge revivals)*. Routledge : 33-34.
- [10] Farrington, C. A. (2013). Academic mindsets as a critical component of deeper learning[R]. William and Flora Hewlett Foundation. https://hewlett.org/wp-content/uploads/2016/08/Academic_Mindsets_as_a_Critical_Component_of_Deeper_Learning_CAMILLE_FARRINGTON_April_20_2013.pdf.
- [11] Fullan, M., & Langworthy, M. (2013). *Towards a new end: New pedagogies for deep learning*[J]. Seattle, WA: 15-16.
- [12] Fullan, M., & Quinn, J. (2020). *How Do Disruptive Innovators Prepare Today's Students to Be Tomorrow's Workforce?: Deep Learning: Transforming Systems to Prepare Tomorrow's Citizens*[M]. Washington DC: Inter-American Development Bank: 17-20.
- [13] 郭华 (2016). 深度学习及其意义 [J]. *课程. 教材. 教法*, (6): 25-32.
- [14] Gordon, J., Halász, G., Krawczyk, M., Leney, T., Michel, A., Pepper, D., Putkiewicz, E., & Wiśniewski, J. (2009). Key competences in Europe: opening doors for lifelong learners across the school curriculum and teacher education[M]. Rochester, NY: 148-149.
- [15] 姜强 (2012). 自适应学习系统支持模型与实现机制研究 [D]. 沈阳: 东北师范大学. 26-28.
- [16] Johnson, P. (2009). The 21st century skills movement[J]. *Educational Leadership*, 67(1): 11.
- [17] Keller, F. S. (1968). "Good-bye, teacher..." [J]. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1(1): 79-89.
- [18] Liu, J. (2022). *Adaptive microlearning: an empirical study among the students in the rural areas of China*[D]. Duquesne University. Pittsburgh, PA: 82-85.
- [19] Marton, F., & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning: I—Outcome and process[J]. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1): 4-11.
- [20] Meng, N., Dong, Y., Roehrs, D., & Luan, L. (2023). Tackle implementation challenges in project-based learning: A survey study of PBL e-learning platforms[J]. *Educational Technology Research and Development*, 71(3): 1179-1207.

- [21] Neumann, R.(2008). Charter schools and innovation: The high tech high model[J]. *American Secondary Education*, 36(3): 51-69.
- [22] OECD. (2005). Definition and selection of key competencies: Executive summary | VOCEdplus, the international tertiary education and research database[Z]. Paris, France: OECD. <https://www.voced.edu.au/content/ngv%3A48358>.
- [23] 沈霞娟, 张宝辉, 曾宁(2019). 国外近十年深度学习实证研究综述——主题、情境、方法及结果 [J]. *电化教育研究*, 40 (5): 111-119.
- [24] Sotiriou, S. A., Lazoudis, A., & Bogner, F. X.(2020). Inquiry-based learning and E-learning: How to serve high and low achievers[J]. *Smart Learning Environments*, 7(1): 29.
- [25] Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times[M]. John Wiley & Sons. Warsaw, Poland: 45-61.
- [26] Voogt, J., & Roblin, N. P.(2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies[J]. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3): 299-321.
- [27] Wagner, T.(2008). Rigor redefined: The seven survival skills for careers, college, and citizenship[J]. *HOSA E-Magazine*, 66(2): 20-25.
- [28] 魏锐, 刘坚, 白新文, 马晓英, 刘妍, 马利红等. “21世纪核心素养5C模型”研究设计 [J]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 2020, 38(2): 20-28.
- [29] 王天平, 蒋花, 杨玥莹(2022). 深度学习对布鲁姆认知教育目标认识的异化样态及其复归策略 [J]. *教育与教学研究*, 36 (11): 17-26.
- [30] Wickersham, L. E., & McGee, P.(2008). Perceptions of satisfaction and deeper learning in an online course[J]. *Quarterly Review of Distance Education*, 9(1): 73-83.
- [31] 杨玉琴, 倪娟. 深度学习: 指向核心素养的教学变革 [J]. *当代教育科学*, 2017(08): 43-47.
- [32] 张华(2016). 论核心素养的内涵 [J]. *全球教育展望*, 45 (4): 10-24.
- [33] 张良, 杨艳辉(2019). 核心素养的发展需要怎样的学习方式——迈克尔·富兰的深度学习理论与启示 [J]. *比较教育研究*, 41 (10): 29-36.

(编辑: 赵晓丽)

A Framework for Intelligent Deep Learning Systems that Point to Core Competency

LIU Jingwei¹, LIU Yimeng² & GU Xiaoqing¹

(1. Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. School of Computer Science, Northwestern Polytechnical University, Xian, 710129, China)

Abstract: Core competency is a central goal of educational reform in the global arena. Research indicates that deep learning, as one of the important learning modalities, has great and feasible benefits to promote the development of core competency. However, how to embed the principles of deep learning, based on the development of students' core competencies, into a personalized, multimodal, and feedback-able learning process is currently a worldwide challenge. With the advancement of technology, educational technologies have built diverse intelligent learning systems and platforms, which have become a potential way to meet this challenge. However, most of the intelligent learning systems are difficult to support the deep learning process of students and thus promote the development of core competencies. Therefore, based on Wickersham and McGee's principles of deep learning, this paper integrates the learning process with computer technology to construct a framework for an intelligent deep learning system that promotes core competency development. This paper designed the conceptual framework, system architecture, and core functional modules of the intelligent deep learning system pointing to core competencies, and explained the specific deep learning process. Through the system interaction prototype, students can experience the learning process and verify the learning effect personally. It provides one feasible solution for the core-competency oriented digital transformation of education in China.

Key words: deep learning; core competency; educational technology; system framework