

基于深度学习的智慧课堂设计框架

杨重阳 武法提

(北京师范大学教育学部教育技术学院, 北京 100875)

[摘要] 作为智慧教育与教学实施的主阵地,智慧课堂的建设与发展是智慧教育规模化进阶的直接驱动力。然而,智慧课堂的概念庞杂且分散,其建设陷入设备堆砌和功能叠加的单向循环,并涌现诸多功能障碍。本研究通过梳理智慧课堂的研究现状,厘清其囊括外在环境条件和内在目标模式的宏观概念、深度学习的价值导向;基于智能技术赋能的智慧课堂新形态,归纳得出面向特色空间的沉浸式课堂和面向基础空间的交互式课堂应用,明晰网络与技术、数据与模型、硬件终端设备与软件系统平台、数字教学资源、教师资源五大结构要素及其功能边界;结合 DIKW 模型,设计包含知识组织与整合、知识获取转换与输出、知识进化的深度学习框架。该框架可用于指导智慧课堂的有序建设,辅以人机协同底线思维推动智慧课堂的高效运转,助力深度学习的有效达成与智慧生成。

[关键词] 智慧课堂;深度学习;实践智慧;人机协同

[中图分类号] G423

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2022)06-0091-10

一、问题提出

自教育部(2018)印发《教育信息化 2.0 行动计划》以来,政府、企业和学校等依托物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,协同推进智慧教育的理念与环境、模式与组织形态、资源与评价、管理与服务等要素的发展。课堂作为技术设施和智慧教育的载体及未来人才培养的主阵地,亟待变革。当前科技变革教育的方向逐渐凸显,进程逐步加快,智慧课堂越来越成熟。尽管研究者从环境论、生态论、要素论等视角解读智慧课堂的内涵,设计新型教学模式(Ivanova et al., 2015; 杨俊锋等, 2021),但用于指导智慧课堂落地的理论体系尚需

完善,政府、企业和学校对其认识和接受仍有待加强。网络基础环境参差不齐,智能技术瓶颈无法突破,多源异构数据采集过滤体系欠缺,使得在网络高并发阶段难以支撑课堂教学高密度设备联通、高清视频传输、大规模数据采集、实时数据分析等业务。这些约束使技术创新的课堂变革陷入“卡顿、延时、清晰度低、沉浸感弱”等和“统计为王、缘由不明、因果寥寥”等困境,教师的教学经验与机器的智能服务未能实现人机协同。

5G 凭借高速率、低时延、低功耗、广覆盖、移动性等特征,与人工智能物联网、云计算、边缘计算等智能技术的深度融合,可用于打造“云网边端”一体化的网络架构(余胜泉等, 2020),生成灵活动

[收稿日期] 2022-08-13

[修回日期] 2022-10-15

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.06.010

[基金项目] 国家社会科学基金教育学一般课题“基于人机智能协同的精准学习干预研究”(BCA200080)。

[作者简介] 杨重阳,博士研究生,北京师范大学教育学部,研究方向:智慧学习环境、教育数据挖掘与学习分析(ycy@mail.bnu.edu.cn);武法提(通讯作者),教授,博士生导师,北京师范大学教育学部,研究方向:智能教育、智能学习系统设计、教育大数据与学习分析(wft@bnu.edu.cn)。

[引用信息] 杨重阳,武法提(2022). 基于深度学习的智慧课堂设计框架[J]. 开放教育研究,28(6): 91-100.

高、稳定性强、可控性优且宽带成本低的智慧学习环境。工业和信息化部等十部门(2021)印发的《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023年)》文件明确指出,“探索5G在智慧课堂、全息教学等场景融合应用”是未来教育发展方向之一。“增强移动宽带、海量物联、超高可靠和低时延连接”等5G应用场景(Series, 2015),可支持超高清视频的分布式获取和高速率传输、终端设备的高密度部署和广范围联通、大规模数据的规范化采集和实时性分析等功能,实现“人一机一场景”全方位感知、软硬件系统数据的程序化建模、资源工具的适配性供给和时域性交互的沉浸式体验。通过叠加人类教师的智慧,并辅以教学行为的可行性分工,它还可大幅推动基于人机协同的智慧课堂规模化应用进程,助力学生主体性的彰显、深度学习目标的达成与智慧成果的生成(刘邦奇, 2022)。尽管智慧课堂研究呈快速上升态势,但研究内容呈零星点状分布,归纳度、聚焦度与深度不显著。作为课堂变革的核心场景,智慧课堂的内涵与价值目标为何?5G等智能技术如何突破课堂变革困境,赋能智慧课堂的形态、要素与功能模式的常态发展?为了回答上述问题,本研究探讨智慧课堂的宏观概念、智能技术对智慧课堂形态的中观扩容、各要素的微观应用,设计基于深度学习的智慧课堂理论框架,试图为智慧课堂落地提供支撑。

二、智慧课堂的内涵与价值导向

(一) 内涵反思

智慧课堂的界定和模式的探索是突破课堂变革困境的基础。智慧课堂被视为课堂的延伸,深度

融合了课堂的本质、机器的智与人类教师的慧(邱艺, 2018),涵盖三种类型:一是被视为一种新型教学模式,二是特指智慧学习环境或空间场所,三是拓展为可容纳多种新型教学模式的智慧学习空间场所。研究者就智慧课堂的第三种描述达成了共识,并在智慧教育理念的引领和智慧学习环境外在条件的支撑下(黄荣怀等, 2012; 唐焯伟等, 2014),从多样、智能的结构要素和多元、灵活的流程模式等视角深化对其的认识(见表一)。

在智能技术和智能功能的渗透与联通下,不少研究者通过对课堂教学的流程再造、结构要素的系统化扩容及数字化升级,构筑精准个性、功能酷炫且体验丰富的具象化智慧课堂。例如,刘邦奇等(2015)在建构主义学习理论的指导下,发挥新一代信息技术的优势,着力打造“课前微课导学、课中互动探究、课后个性辅导”的智能、高效智慧课堂。谢幼如等(2018)将智慧课堂描述为以“培养具有高智能和创造力的人才”为导向,基于大数据、学习分析等技术,创设一种可记录学习过程数据、实施学情诊断分析和资源智能推送、开展“云+端”的学习活动、支持服务和多元智能评价的课堂。蔡苏等(2021)依托5G赋能的智慧学习环境优势和潜能,调动学生的多感官功能,生成“多模态资源整合、多模态互动、多模态评估”的智慧课堂。

在科技与教育双向赋能的基础上,研究者逐渐摆脱技术偏向,回归“育人”本质,通过强调“智慧生成和思维能力培养”的高阶目标和“人机协同”的建设理念,构建了支持主动建构知识、指导师生交互、助力价值提升的人性化智慧课堂。例如,王天平等(2019)立足于“智慧生成”的立场,

表一 智慧课堂内涵的代表性观点

年份	作者	智慧学习环境	高阶教育目标	新型教学资源	诊断分析服务	新型教学模式	多元交互体验	主动建构学习	多维智能评价
2012	黄荣怀等	√		√			√		
2014	钟绍春等	√	√			√			
2015	刘邦奇	√			√	√			
2018	谢幼如等	√	√		√				√
2021	蔡苏等	√		√			√		√
2019	王天平等	√	√						
2020	解月光等	√	√					√	√
2021	王星等	√	√			√			

将智慧课堂视为活动主体与具身化情境充分交互的育人课堂。解月光等(2020)以促进学生建构学习、协调发展“工具、价值和意义思维”为目标,构建了“问题感知、情景感知、技术感知和启发评价”的智慧课堂模型。王星等(2021)以智慧生成为导向,依托富媒体工具和智能化环境,采用人技共智的手段,明晰学生的素养智慧与思维智慧、学习智慧与学科智慧、道德智慧的生成路径,构筑了智适应支持学生个性化学习与教师群体化教学的课堂。

上述研究侧重于“智慧学习环境及其所赋予的智能功能等外在条件,教学模式和人性化目标等内在特征”的某一方面。本研究探讨的智慧课堂包括课堂环境这一外在条件和“开展深度学习,实现实践智慧生成”的目标及新型教学模式等内在特征。课堂环境智能功能的实现离不开科技对结构要素的升级和流程的重塑,同时强调回归教育本源,以明确深度学习的路径和实践智慧生成的培育。二者相辅相成,协同指导智慧课堂的开展。

(二)价值导向:深度学习

深度学习是智慧课堂的核心目标与终极指向(余胜泉, 2021),影响着智慧课堂的外在环境建设与内在模式选择。学界从学习方式、学习过程和学习结果三种视角探讨深度学习理论,却忽略了实操性价值,难以有效激活深度学习(龚静等, 2020),更遑论将其视为智慧课堂的核心目标。为了推动深度学习理论的落地,研究者一方面面向智慧课堂设计深度学习框架,明确课堂教学的实施策略和步骤,另一方面构建具有实操性的深度学习评价模型,判断课堂教学和学习者的深度学习状态,发展深度学习策略和生成深度学习课堂。

彭红超等(2021)综合深度学习的三种视角,将深度学习视为一种基于理解、追求迁移应用的有意义学习,强调学习投入与高阶知能的生成,并基于深度学习的任务,设计了包含课堂环境分析、明确目标、确定评估、学生分析、任务设计、编制制定、绘制分布和决策预设等八个步骤的深度学习框架,用以指导智慧课堂中深度学习的生成。刘哲雨等(2017)将深度学习视为一种高层次学习方式,即学习者在深度理解和情境迁移的前提下,主动、批判性地整合新知识,以解决复杂问题、培养创新

能力,并构建了面向学习者深度学习基础(新知理解)和深度学习程度(内部关联迁移、外部拓展迁移)的“3+2”评价模式。王天平等(2021)将课堂深度学习视为学习者信息加工、意义生成、行为参与和情感激发的综合体,并基于认知、行为、情感三个维度辨析浅层学习与深度学习的特点,构筑了包含“分析质疑与迁移创新”的高认知投入、“自主性和创造性”的高行为投入、“情感升华与情感内化”的高情感投入的深度学习三维表征模型。该模型面向课堂学习群体,兼顾学习发生的广度、深度与关联度,滞后式诊断课堂深度学习有无发生。为了指导课堂深度学习的高效落实,殷常鸿等(2019)依托学习者“重述、综述、抽象、追溯、修正、重构、迁移”的思维演化过程,构建了“皮亚杰—比格斯”深度学习评价模型及由思维层次和知识深度组成的量化指标。

综上,本研究将深度学习视为学习者信息加工、社会交互、状态体验和思维演变的综合体,通过构建由认知、行为、情绪、思维组成的深度学习模型,量化学习者的深度学习水平,凸显智慧课堂的重点观测对象,生成对应策略,助力深度学习达成和思维能力培养。

三、智能技术重塑智慧课堂的形态与要素

智慧课堂的核心在于具备明确的要素与功能流向的教学模式,弥合优质资源、教师经验、学生先验知识之间的差距。本研究通过归纳智慧课堂的新形态,明确智慧课堂各要素的功能定位与具体流向,划分其责任边界。

(一)智慧课堂新形态

研究者对智慧课堂的共识是将其视为支持新型教学模式的智慧学习场所或空间,并以此构建多种教学模式。本研究依托智慧课堂的实施场所(环境),将其分为面向特色空间的沉浸式课堂和面向基础空间的交互式课堂两类。

面向特色空间的沉浸式课堂旨在跨越时空边界,充分彰显“以学习者为中心”的设计理念,发挥以物联网、VR/AR/MR、5G和边缘计算为代表的智能技术与终端设备、优质师资资源与新型教学资源的力量,全方位调动学习者的视、听、触等

多模态感知能力, 破除扁平化信息接收造成的认知障碍, 增强学习体验和教学临场感, 推动学习者知识建构与生成的效率, 培养其敏捷的想象力和直觉顿悟力。此类课堂形态通过配备独特的空间教室和教育装备, 支持远程直播、面对面沉浸式教学和具身学习。一方面, 智慧学习环境的联通性、交互性等基础特征和高速率、低时延等网络特征, 改善了多终端联通存在的功能延迟、视频传输卡顿与清晰度低等问题, 4K、8K 等超高清视频和全息影像等优质资源和技术运维服务(如重庆华中旭学校基于方略盒子的 5G 同步直播课堂教学和北京邮电大学的 5G 全息远程教学), 可破除异步空间中师生与生生难以全方位、立体化互动的障碍, 助力优质教师资源的大范围共享及远程高清直播课堂的规模化传播。另一方面, “云网边缘”一体化的网络架构与云渲染技术的深度融合, 转变了高清、超高清等大流量资源的传输和呈现方式, 辅以 3D 混响设备、可穿戴式设备、力学和触觉传感装置设备等, 可全方位调动学生的多元感知功能, 激活学生的多维先验知识, 激发学生的主动建构学习行为, 打造知行合一的沉浸式虚拟课堂, 如 5G+VR、5G+AR、5G+MR 课堂(蔡苏等, 2021)。

面向基础空间的交互式课堂只需在普通教室配置数据采集、分析、反馈和可视化呈现的教育装备, 就可支持情境感知、问题诊断、精准推送和多元评价等智能功能, 突破“教师—学生”的单一传递式教学范式, 全场域拓展教与学的空间, 助力常态化课堂教学的流程革新与模式创新、学生高阶认知和高阶思维能力的养成与灵活运用。此类课堂形态催生了多种教学模式, 但其目标均指向学生深度学习。数据被视为智慧课堂中知识内容呈现、教学流程重塑、评价方式重构、思维能力进阶、课堂质量提升的核心要素(刘邦奇等, 2018), 其采集机制成为智慧课堂首先要破解的难题。数据的管理、分析和可解读式呈现也是需持续关注的问题。智慧课堂外在支撑环境搭建的数据中台和一体化网络架构, 可实现数据的规范化存储、清洗, 支持网络高并发阶段在设备边缘侧开展实时计算、智能分析与合理调用等业务, 实现课堂的过程评价与诊断反馈等智能服务, 继而开展师生、生生交互,

辅助教师及时调整教学进度并开展精准干预(如流明镜的应用), 构筑深度学习课堂或精准个性化课堂等闭环流程(杨重阳等, 2022)。此外, 异步、碎片化等教学的驱动, 弹性课堂、移动在线课堂等新课堂形态的涌现, 将基础学科课堂拓展到更加广泛的场域空间, 推动其向无缝、泛在教学范式发展。

(二) 结构要素及其功能边界

理想化的智慧课堂应具备环境的稳健性与空间的泛在性、资源的新颖性与工具的适用性、知识的建构性与活动的交互性、数据的靶向性与模式的精准性、评价的多元性与体验的沉浸性等特征, 但也常让教育实践者陷入设备堆砌、功能叠加的误区。本研究立足智慧课堂的人性化特征, 明晰课堂环境各结构要素的功能边界, 确定其责任目标和实现路径。

纵观两类智慧课堂, 其结构要素涉及外在硬件基础与内在软性资源。外在硬件基础包括网络基础设施与智能技术(简称网络与技术)、教育数据与分析挖掘模型(简称数据与模型)、硬件终端设备与软件系统平台; 内在软性资源包括数字教学资源与教师资源(见图 1)。两类智慧课堂结构要素的侧重点不同: 面向特色空间的沉浸式课堂侧重于数字教学资源(尤其是新型教学资源)和支持资源加工与呈现的硬件终端, 面向基础空间的交互式课堂将“数据与模型”视为推动整个系统高效运转的核心。二者结构要素的最终流向均汇聚于教师, 即教师是智慧课堂各结构要素的连通桥梁, 也是各要素功能发挥与流动的掌舵人。

1. 网络与技术: “云网系统”助力要素的功能实现

5G 为网络基础环境带来的优势毋庸置疑。5G 无线技术通过建立大规模天线系统(Massive MIMO), 大幅提升无线网速; 5G 传输网技术采用切片分组网传输接入, 实现端到端的网络交换; 5G 核心网技术实现了本地分流和远端流量并行操作。然而, 5G 与智能技术的深度融合是实现 5G 效益最大化的必由之路。

智慧课堂的外在基础环境可依托混合云的模式部署, 对接 IPV6、5G、物联网等基础设施, 构筑云网一体的融合系统。“云网系统”支持网络全面云化, 具备超高吞吐、超低时延的无损特性, 且

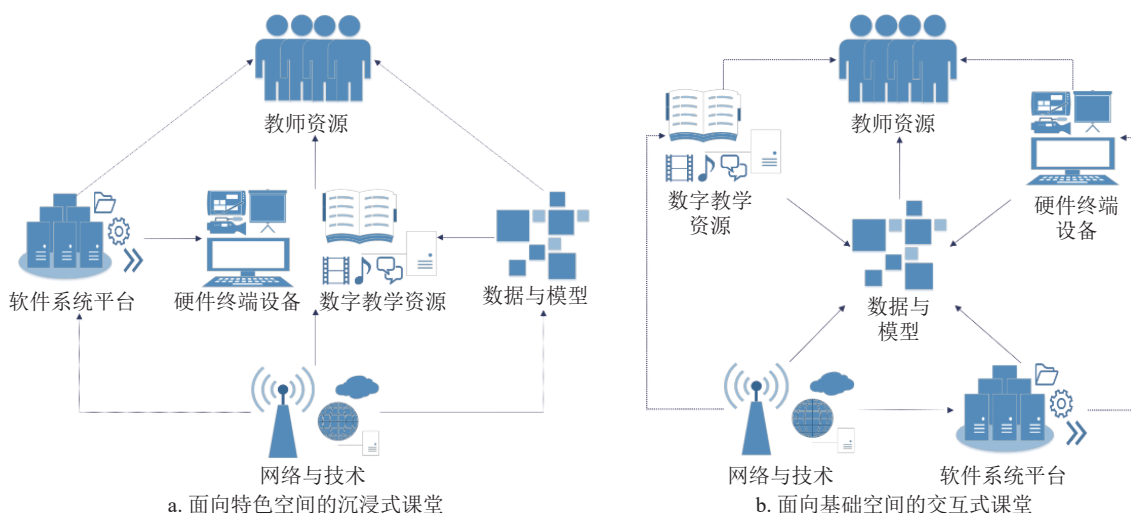


图1 智慧课堂形态的结构要素及内部关系

基础算力强大。该系统通过动态调配资源和业务端到端的承载方式,可减少网络传输的带宽压力和往返时延。面向特色空间的沉浸式课堂环境对系统要求高,需具备强网络承载能力,支持便携式设备,超高吞吐、超低时延地在边缘侧传输高清或超高清的VR/AR资源、全息影像资源。面向基础空间的交互式课堂环境需利用超高吞吐、超低时延的无损特性感知活动情境,传输交互式资源,借助端到端的承载方式在设备边缘侧开展实时的数据采集、分析与反馈等,将数据存储到云数据中心。

2. 数据与模型: 破解教学黑箱的中坚力量

广大教育研究者虽然认同数据是破解教学黑箱、推动课堂变革的中坚力量,但是一线教学数据的伴随式采集方案并不健全,需要采集何种类型的数据,如何采集数据,开展何种分析仍是亟待解决的问题。为了避免数据堆砌,提高数据采集和应用效率,我们应采用“以需促采”的原则,围绕“为什么采集数据—采集何种类型数据—运用何种手段采集”的流程精准采集数据。

“为什么采集数据”对应教学需求,即需要了解教学主体的教情、学情。“采集何种类型数据”对应分析模型所需的数据类型,即采用何种分析模型满足教学需求,该分析模型需用哪类数据?“运用何种手段采集”对应教学装备,即课堂需要配备何种设备工具支持数据采集?上述教情、学情是助力学习者开展深度学习的核心因素。换言之,影响教育装备配置与智能功能实现的思想源头是深

度学习,具体实践操作源头是“为什么采集数据”(教学需求分析)。值得注意的是,智慧课堂中异质性分析模型(如专注度模型、兴趣模型等)与同质性分析模型普遍呈现多样性特征,如何选取分析模型及选取何种模型(采集何种类型数据)是明确智慧课堂功能边界的关键。设计者需根据深度学习的要求,综合考量当地教育主管部门和学校现状、教师教学经验和学生先验知识等,选取恰当的分析模型,设计最优的分析路径,实现效益最大化。

本研究以“智慧教室中学生的专注度和学习兴趣”为例,探讨其运作机制及操作流程。

1) 专注度

为什么采集数据:学习者的专注度是检验学习者是否深度学习的最佳因素。

采集何种类型数据:面向智慧课堂的专注度表征方式大多基于脑波、生理信号和面部运动单元等单一模态或多模态数据构筑模型。为了减轻单一模态数据表征专注度结果精准度不足及脑波数据侵入性过高等问题,研究者采用基于鼠标动力学特征和面部运动单元数据构建学习者专注度检测模型(Li et al., 2016),结合视频数据实时呈现个体的专注度等级。

运用何种采集手段:通过配置高清摄像头,采集学习者的视频数据,实时监测学习者的专注度水平,挖掘学生的专注度机制,采取干预策略,助力学习者开展深度学习。

2) 学习兴趣

为什么采集数据: 学习兴趣是学习者有效学习的内部动机, 也是影响深度学习的重要因素。

采集何种类型数据: 面向智慧课堂的学习群体兴趣的表征方式可基于面部表情与头部姿态、生理信号等单一感官和多感官信息。为了提高识别的精准性, 陈靛影等(2018)构建了包含认知注意力、学习情感及思维活跃度的三维兴趣模型, 它基于学习者的头部姿态、面部表情和师生互动等数据, 实时检测学习者的兴趣偏好。

运用何种采集手段: 通过配置高清摄像头、智慧终端等, 采集学习者的视频数据和师生交互数据, 把握学习者对内容的兴趣程度。

3. 硬件终端设备与软件系统平台: 支撑教学应用的现实工具

智慧课堂是智慧学习环境的外在条件与新型教学模式内在特征的有机结合。环境是课堂运转的基础, 建设目标是助力学习者达成深度学习。然而, 基础教育的常见做法是在普通教室配备教室主机套装、教师智能套装、学生学习套装和移动充电车等装备, 把普通教室变成智慧教室。尽管软硬件设备是支持智慧课堂空间无缝衔接、情境敏捷感知等必不可少的工具, 但由上述设备堆砌组建的智慧教室, 曲解了智慧教室的内涵, 也偏离了教育的本质目标。事实上, 智慧教室的构建不仅需要传统基础设施, 还需依托现实条件增添新型基础设施。但新型基础设施建设会带来一系列问题: 智能技术的复杂性提高了使用门槛, 教育产品的持续迭代提高了维护成本, 加重了学校负担, 产品与功能的割裂加大了深度融合的难度。因此, 如何规避上述问题, 发挥软硬件终端设备的功能优势, 实现课堂效益最大化, 成为当前亟待破解的难题。

为有效缓解新型基础设施建设面临的问题, 余胜泉(2022)提出将传统的“以基础设施投入为中心”的建设方式转变为“以服务为中心”, 即学校通过获取可重组的服务开展新基建, 充分发挥其功能优势, 实现服务与应用的深度融合。然而, 以购买设备为主的硬件终端与以购买服务为主的软件系统, 在不同课堂形态施展的功能并不一致。

面向特色空间的沉浸式课堂需基于时空、沉浸等特色, 采用购买服务和设备资源并行的方式, 实现虚拟教师资源与数字学习资源的流转。一方

面, 远程直播课堂的核心在于师生处于异步空间, 包括部分学生远程、教师远程与师生双远程三类场景: 对于部分学生远程与师生双远程场景, 学校除必备的直、录播系统, 还需为学生提供学习终端(如点阵笔、平板电脑等), 以及在软件平台内设数据分析模型, 以检测教与学状态; 对于教师远程场景, 可综合考虑学校现状, 融合 5G 云渲染技术、光场技术、智能视觉、云端多点全息现实技术等, 配置可呈现教师虚拟实体的装备, 实现教师全息影像的无障碍跨越, 增强沉浸性、交互性与真实性体验, 优化远程学习效果; 沉浸式课堂的核心在于教育主体与仿真资源处于异步空间, 需借助可穿戴设备(如 VR 眼镜和体感手套)将学生置于虚拟空间, 覆盖其视觉、听觉甚至触觉, 实现人与虚拟环境的交互, 并基于一体化设备(如奥鹏 zSpace 软件)将 AR、MR 等虚拟资源叠加到现实生活, 通过拖拽、旋转、放大等方式实现教育主体与资源的立体化互动。

面向基础空间的交互式课堂可采用以购买服务为主、设备为辅的方式, 配置支持课堂教学的基础设施、数据采集与分析模型。换言之, 除了必备的常态化录播系统(摄像头、拾音器、一体机), 其余软硬件设备可伴随业务功能配置, 如采集数据用的传感器、点阵笔、学生平板等硬件设备, 智慧教育云平台、希沃白板等软件系统, 数据分析用的内嵌于软件系统的学科知识图谱, 以及检测学生认知投入、专注度、知识状态、情绪倾向和师生交互程度等功能组件。这不仅可有效规避设施堆砌和设备更新的困境、减轻学校的运营维护负担, 还可采用小步走策略实现课堂智能功能的常态化运用。

4. 数字教学资源: 唤醒思维与交互, 助力深度学习

互联网让我们接触丰富的数字教学资源, 但其无需许可的共建性、向前过滤和兴趣列表呈现形式消弭了数字教学资源的中央权威(戴维·温伯格, 2014), 引发了资源的数量与质量、结果与需求等之间的矛盾。换言之, 数字教学资源的准确性、与校本课程的适配性等有待验证。此外, 互动性、体验性与生成性教学资源的制作难度与使用复杂阻碍了一线教学的常态化应用进程。为了拓展数字教学资源的应用场景, 创作共用的资源建设方法、平台资源准入机制可从源头上缓解资源的权威性

与适配性不足、稀缺性明显等缺憾,盘活软件系统中的数字教学资源库,支持智慧课堂的内容需求。

研究表明,浅层学习注重输入,深度学习注重输出,且强调知识获取、知识衔接、知识输出的整体过程(刘智明,2020)。数字教学资源不是让课堂显得热闹非凡,而是通过革新获取知识渠道(感知式)、内化知识的方式(关联式)和外化知识的途径(交互式与表述式)增加学生的投入和交互,唤醒高阶认知和思维能力,助力开展深度学习。值得注意的是,数字教学资源应与客观世界紧密联系,且以创造意义的方式呈现,以便在新情境中激活心理资源,实现高通路迁移。此外,数字资源如果超过个体的信道容量,会导致投入的持续注意力和能力不佳,甚至损害个体的思考能力,因此需要科学设计数字资源内容与类型的筛选方式、交互的方式及在课堂教学的占比。

5. 教师资源:要素功能灵活施展的源动力

教师被视为教育高质量发展的中坚力量。然而,一线优质教师匮乏、区域教师配置不均衡等问题凸显。除了加大培训力度,扩大优质资源的覆盖范围,优质教师的智力流转也成为首选策略。例如,远程直播课堂为优质教师的在线流转提供了渠道。教育部等八部门(2022)启动新时代基础教育强师计划,着力优化义务教育教师资源配置,推动城镇优秀教师、校长向乡村校、薄弱校流动。

课堂变革是教育高质量发展的落脚点。智慧课堂应充分发挥教师智力和机器智能的优势,采用人机协同的方式推动教师与机器的精细化分工,灵活施展各要素功能,实现课堂效益最大化。智能机器拥有强大的算力,可专攻预测性、计算性及重复琐碎与常规性工作,如学生问题诊断(情绪、认知、专注度、兴趣等)、身心健康检测、资源精准推送、组卷评阅等。教师则需灵活转换不同角色,专注创造设计、启发引导、情感交互、复杂决策等任务,如教学设计、数字教学资源制作、交互活动组织、学生思维培养等,需能熟练运用软硬件设备工具并基于数据分析结果开展教学。

四、基于深度学习的智慧课堂设计框架

智慧课堂的底层逻辑在于激发学生的主体性,

助力达成深度学习,实现实践智慧生成。因此,深度学习和实践智慧的定义与关系成为智慧课堂的具象化设计方向。

深度学习是学习方式、学习过程和学习结果的综合体,强调知识迁移、意义关联、社会交互和情感体验,并量化表征学习者的高阶认知、高阶思维、高交互行为、优情感转变状态。值得注意的是,深度学习强调学习者的主体地位,通过激活学习者的主观能动性,促使其积极主动地开展知识迁移与意义建构等内在加工过程,发展高阶认知和高阶思维。实践智慧源于亚里士多德理论,其生成路径依靠教育和濡化,外在表现形式归结为学习者的决策能力,即学习者可正确审视情境特征,掌握解决问题的正确途径和手段(肖恩·加拉格尔,2004)。

本研究认为实践智慧是深度学习的正向结果,深度学习是实践智慧的生成途径和内在机理。一旦学习者进入深度学习状态,便会生成特定的实践智慧,但实践智慧的生成不一定代表深度学习的开展。基于此,本研究依托智慧课堂结构要素,面向更小范畴、更易表征的深度学习,从知识管理视角,辅以 DIKW(Data-Information-Knowledge-Wisdom)模型设计智慧课堂理论框架,指导实践应用(见图2)。除了知识整合环节强调以教学者为中心,该框架其它环节均强调以学习者为中心,着重突显学习者知识流动的广度和深度。

(一) 知识组织与整合

知识组织与整合强调课堂的知识来源,即教学者基于特定规则制作软性资源,如教学设计、课件教具等。与传统软性资源不同的是,教学设计的侧重点是教学目标的确定与数字资源的选取,课件教具的侧重点则依赖于创作共用的制作方式和证据导向的流程重塑。

对教学设计而言:1)教学目标需从宏观结构与微观实施两个维度互为补充。宏观结构的三维概述已趋于成熟,微观实施的操作却明显不足。为了突显其可操作、可实施的特点,本研究建议采用知识图谱的形式量化教学目标,明确基础概念、核心知识点、需具备的先验知识、重难点、学生已掌握和未掌握知识,明晰知识结构,细化学习目标进程。2)数字资源作为唤醒学习者内部学习动机的因素之一,不仅需要与现实保持紧密联系,实现校外经

验与校内知识体系的有机结合, 而且可以作为一种刺激, 激发学习者探讨和深思。除了必备的基础资源, 智慧课堂可综合真实性资源、动态生成性与交互性资源、可调动学生多种感官功能的资源等。

对课件教具而言: 为了减轻开发校本化课件的负担, 教师可基于现有的视频、习题、仿真资源、活动、测验、课件等资源编辑、重组资源。课件流程设计可依赖分支、网状及模块化的知识结构(段金菊, 2013)和学情分析结果, 实现基于需求偏好的灵活跳转。

(二) 知识获取、转换与输出

知识的获取、转换与输出是学习者信息加工的内在机制与外在表现, 核心在于依托学习者的投入规律和思维偏好, 激活学习者主动参与的动机, 培养关联组织与连贯叙述能力、系统性思维。

知识获取强调教师的教与学习者的学两种方式。教师可通过资源呈现、直观讲述、对话引导与活动组织等方式开展教学。智能技术可支持挖掘大规模学习群体的需求习惯、投入规律与思维偏好, 可在恰当时机呈现高清、超高清的真实性、交互式、体验式资源, 便于学习者在情景化、具身化的场景中高效吸收知识。由于教师习惯于在课堂垄断连贯叙述, 学生通常使用零碎的词语、单一且不连贯的句子回答问题(Chase et al., 2019), 不利于学生形成关联式、网状式、螺旋式思维。教师以何种认知水平的话语提示引导学生, 学生便以何种认知水平的话语进行回复(陈玲等, 2021)。因此, 教师亟需细化问题链, 系统设计基础性、真实性、开放性与可拓展性问题与提示内容及具体流程, 引导

学生组织连贯性语言, 系统表述自己的观点, 并培养学生的问题意识和系统性思维。学习者可积极参与教师组织的课堂活动, 尤其是协作学习活动, 激活自身的领导者、联通者等角色, 灵活运用新旧知识, 领悟知识的真正意义和实践价值。

知识转换强调学习者知识关联与内化的过程。该环节依托学习者参与教学活动(如倾听、对话、交互、协作、探究等)的行为表现与生理信号数据, 量化其行为参与深度、情绪转化强度等信息, 具体包括: 1) 基于视频和日志量化学习者的身体姿态(如举手、站立、侧身、趴桌、端正、低头、抬头等)、与设备的交互数据(点击、浏览、点赞、记笔记、作答等), 表征其行为参与深度; 2) 依托视频和手环数据量化学习者的面部运动(如皱眉、抿嘴、嘴角上扬等)、生理信号数据(心率、心率变异率、皮肤电、皮肤温度等), 识别其喜悦、困惑、焦虑、沮丧等情感倾向性, 分析情感序列演化规律, 把脉情感转化强度。

知识输出强调学习者知识内化的方式和程度, 即通过快速组织、整合新旧知识, 采取对话交流与社会交互的形式进行展示。该环节基于学习者的对话与行为数据, 表征其知识内化程度、思维加工方式和社会交互关系等: 1) 基于布鲁姆认知目标分类理论(Lorin, 2001)和比格斯等(Biggs & Collis, 2014)可观察的学习结果结构模型, 设计表征学习者认知水平和思维结构的编码框架, 基于学习者的对话文本与音频数据, 识别知识内化程度和思维加工方式; 2) 采用社交网络方法, 分析人-机-环境的交互状态(学习者与教师、学习者、教学设备、教

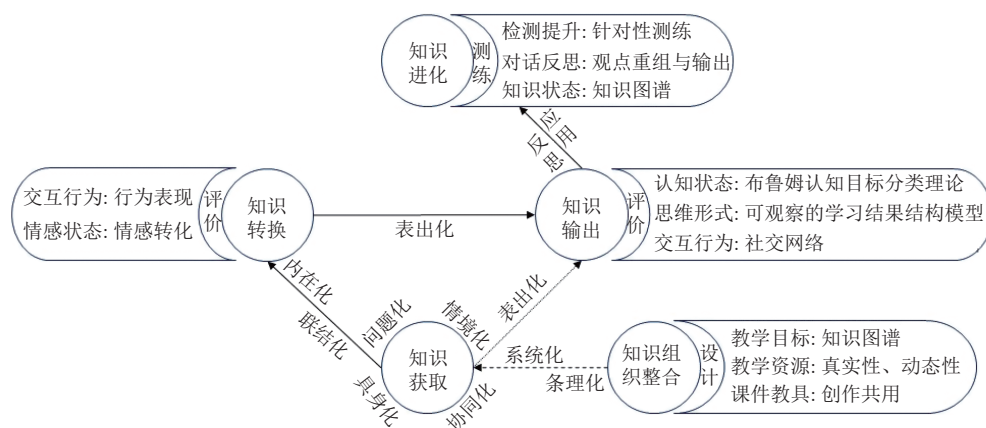


图2 基于深度学习的智慧课堂设计框架

学资源的交互), 量化关系网络中学习者的角色、交互行为与内容偏好等信息, 识别学习者的行为参与深度, 挖掘其知识与行为的关联关系与触发因素, 并将此类信息转化为群体共性(规律性)知识, 以备参考和决策。

(三) 知识进化

知识进化旨在通过综合运用新旧知识解决问题并开展对话反思, 将新知识留存在长期记忆。除开展测练与反思引导, 它也可综合测练结果和反思性话语数据, 提升学习者知识内化的广度和深度。

测练的前提是配置可重组测练题目、记录测练过程、量化测练结果的工具, 重点是分析测练的过程和结果。组织测练习题不仅要考虑题目与核心知识点的适配与难易程度, 而且需锻炼学习者的抽象思维、联想思维、创新思维等。此外, 学习者的答题时长、答题正确率、习题难度与高频错题等数据可用于评估课堂学习效果。

对话反思是学习者系统性归纳课程内容、深化新旧知识的重要途径, 也是深度学习不可或缺的支撑环节(钟启泉, 2021)。在引导学习者开展总结性反思时, 教师需着重强调将分散的、孤立的知识点按其内在结构相连接, 将新知识与旧有知识相连接, 将学习结果与真实情境相连接, 帮助学习者将模糊性或随意性观点变得明确且连贯。

为了准确且直观地了解学习者知识内化的广度和深度, 系统依托教学目标设计知识图谱, 综合知识输出的对话数据、知识进化的测练反思数据, 绘制课堂整体和学习者个体的知识图谱, 了解已掌握和未掌握的知识, 可为后续课程提供针对性指导与连贯性服务。

总之, 学习者要达成以高阶认知、高阶思维、高行为投入等目标, 除了依靠基于智能机器的深度学习评价模型与智能策略, 更多的是仰仗教师的引导、组织与传授。然而, 人类教师与智能机器的精细化分工策略, 仍需一线课堂实践的检验与迭代优化。因此, 面向人机智能协同的智慧课堂是未来亟待研究的重点, 也是我们正在努力破解的核心研究议题。

[参考文献]

[1] Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2014). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Out-

come)[M]. Academic Press: 23-26.

[2] 蔡苏, 焦新月, 杨阳, 蒋林帆, 余胜泉(2021). 5G环境下的多模态智慧课堂实践[J]. 现代远程教育研究, (5): 103-112.

[3] Chase, C. C., Marks, J., Malkiewich, L. J., & Connolly, H.(2019). How teacher talk guidance during invention activities shapes students' cognitive engagement and transfer[J]. International Journal of STEM Education, 6(1): 1-22.

[4] 陈靓影, 罗珍珍, 徐如意(2018). 课堂教学环境下学生学习兴趣智能化分析[J]. 电化教育研究, (8): 91-96.

[5] 陈玲, 杨重阳, 余胜泉(2021). 在线辅导中师生高质量对话的内在机理研究[J]. 远程教育杂志, (5): 76-86.

[6] 戴维·温伯格(2014). 知识的边界[M]. 胡泳, 高美译. 太原: 山西人民出版社: 3-27.

[7] 段金菊, 余胜泉(2013). 学习科学视域下的 e-Learning 深度学习研究[J]. 远程教育杂志, (4): 43-51.

[8] 工信部联通通信(2021). 十部门关于印发《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023年)》的通知[A/OL]. from http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1779/202108/t20210830_555906.html.

[9] 龚静, 侯长林, 张新婷(2020). 深度学习的生成逻辑、教学模型与实践路径[J]. 现代远程教育研究, (5): 46-51.

[10] 黄荣怀, 胡永斌, 杨俊峰, 肖广德(2012). 智慧教室的概念及特征[J]. 开放教育研究, (2): 22-27.

[11] Ivanova, E. P., Ilev, T. B., Mihaylov, G. Y., Stoyanov, I. S., & Yehorov, V. B.(2015). Working together: Education, research and development for 5g networks[J]. Автоматизация технологичних і бізнес-процесів, (24): 1-8.

[12] 教育部(2018). 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知 [L]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.

[13] 教育部(2022). 教育部等八部门关于印发《新时代基础教育强师计划》的通知[A/OL]. from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/202204/t20220413_616644.html.

[14] Li, J., Ngai, G., Leong, H. V., & Chan, S. C.(2016). Multimodal human attention detection for reading from facial expression, eye gaze, and mouse dynamics[J]. ACM SIGAPP Applied Computing Review, 16(3): 37-49.

[15] 刘邦奇(2022). 人工智能赋能课堂变革的核心价值: 智慧生成与模式创新[J]. 开放教育研究, 28(4): 42-49.

[16] 刘邦奇, 李鑫(2018). 基于智慧课堂的教育大数据分析与应用研究[J]. 远程教育杂志, (3): 84-93.

[17] 刘哲雨, 郝晓鑫(2017). 深度学习的评价模式研究[J]. 现代教育技术, (4): 12-18.

[18] 刘智明(2020). 混合式学习环境下促进深度学习的导学研究[D]. 北京师范大学: 10-12.

[19] Lorin, W. A.(2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's[J]. European Legacy, 114(458): 1013-1014.

[20] 彭红超, 祝智庭(2021). 面向智慧课堂的灵活深度学习设计框架研制[J]. 现代远程教育研究, (1): 38-48.

- [21] 肖恩·加拉格尔, 邓友超(2004). 解释学与认知科学[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), (1): 34-42.
- [22] 邱艺, 谢幼如, 李世杰, 黎佳(2018). 走向智慧时代的课堂变革[J]. 电化教育研究, (7): 70-76.
- [23] Series, M.(2015). IMT Vision–Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond[J]. Recommendation ITU, 2083: 1-19.
- [24] 孙曙辉, 刘邦奇(2015). 基于动态学习数据分析的智慧课堂模式[J]. 中国教育信息化, (22): 21-24.
- [25] 唐烨伟, 庞敬文, 钟绍春, 王伟(2014). 信息技术环境下智慧课堂构建方法及案例研究[J]. 中国电化教育, (11): 23-29+34.
- [26] 王天平, 闫君子(2019). 智慧课堂的概念诠释与本质属性[J]. 电化教育研究, (11): 21-27.
- [27] 王天平, 杨玥莹, 张娇, 陈泽坤, 赵栩苑(2021). 教师视野中的学生深度学习三维状态表征体系构建[J]. 现代远程教育研究, (5): 63-71+81.
- [28] 王星, 刘革平, 农李巧, 高楠, 郑淇予, 郭宇涵(2021). 智慧课堂赋能学生智慧的培育机制: 内在机理、结构要素与联通路径[J]. 电化教育研究, (8): 26-34.
- [29] 杨俊锋, 施高俊, 庄榕霞, 王运武, 黄荣怀(2021). 5G+智慧教育: 基于智能技术的教育变革[J]. 中国电化教育, (4): 1-7.
- [30] 杨鑫, 解月光, 苟睿, 何佳乐(2020). 智慧课堂模型构建的实证研究[J]. 中国电化教育, (9): 50-57.
- [31] 杨重阳, 武法提(2022). 精准教学与个性化学习场景中教学支持服务框架研究[J]. 现代教育技术, (1): 111-117.
- [32] 殷常鸿, 张义兵, 高伟, 李艺(2019). “皮亚杰—比格斯”深度学习评价模型构建[J]. 电化教育研究, (7): 13-20.
- [33] 余胜泉(2021). 智慧课堂核心是促进深度学习[J]. 小学教学研究, (31): 1-1.
- [34] 余胜泉, 陈璠, 房子源(2022). 以服务为中心推进教育新基建[J]. 开放教育研究, (2): 34-44.
- [35] 余胜泉, 陈璠, 李晟(2020). 基于5G的智慧校园专网建设[J]. 开放教育研究, (5): 51-59.
- [36] 钟启泉(2021). 深度学习: 课堂转型的标识[J]. 全球教育展望, (1): 14-33.

(编辑: 魏志慧)

Design Framework of Deep-Learning-Oriented Smart Class

YANG Chongyang & WU Fati

(School of Educational Technology, Faculty of Education, Beijing Normal University,
Beijing 100875, China)

Abstract: *As the direct product of smart education and the practice field, smart class development is a driving force for the large-scale advancement of smart education. However, the theoretical concepts of smart class are numerous and scattered, whose construction falls into a one-way circle of stacking equipment and superimposing function, and many functional barriers have emerged. According to the current smart class research, this study clarifies its macro concept of the external environment and the value orientation of deep learning. Based on the new form of smart class, we summarize the application of immersive class oriented to characteristic space and interactive class oriented to basic space and identify the structural elements and functional boundaries of five aspects, including network and technology, data and model, hardware terminal equipment and software system platform, digital teaching resources and teacher resources. Combined with DIKW, a deep learning framework consisting of knowledge organization and integration, knowledge acquisition, transformation and output, and knowledge evolution is designed. The framework will guide smart class construction in order, promote the efficient development of smart class based on a human-machine collaboration mechanism, and help to achieve effective deep learning and wisdom generation.*

Key words: *smart class; deep learning; practice wisdom; human-machine collaboration*