

多模态数据赋能课堂教学评价：机理分析与模型样态*

方丽雅 卢 锋

(南京邮电大学 教育科学与技术学院 江苏南京 210023)

摘要：人工智能、物联网、各种智能传感设备在教育领域的普及应用，推动教学朝着智能化方向发展。同时，新兴教育技术为多模态数据的采集提供了相应的技术支持。开展基于多模态数据的课堂教学评价，能够解决传统单一模态数据下课堂教学评价产生的“路灯效应”，通过实时采集细粒度的多模态课堂教学数据，窥察真实情境下课堂教学全貌，发掘教育大数据的潜在价值，实现课堂教学评价的自动高效开展。本文通过分析多模态数据对课堂教学评价的变革，尝试搭建基于多模态数据的课堂教学评价模型，从课前、课中、课后三个阶段进行多模态数据采集、融合与分析利用，动态生成可视化课堂教学评估报告，辅助师生教学评价的科学高效开展。研究认为，未来多模态数据下的课堂教学评价应继续探索多源异构数据的融合方法，并致力于解决多模态数据分析产生的数据伦理、数据质量、数据可解释性等问题，进一步完善基于多模态数据的课堂教学评价模式。

关键词：多模态数据 多模态学习分析 课堂教学评价模型 数据融合

中图分类号：G712 **文献标识码：**A

DOI：10.12218/j.issn.2095-4743.2022.47.143

引言

近年来，教育界高度重视教育评价改革。2020年10月，中共中央、国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》指出，要强化过程评价，健全综合评价，充分利用信息技术，提高教育评价的科学性、专业性、客观性。课堂教学评价是教育评价的重要一环。科学全面的课堂教学评价能够促进学生学习以及提升课堂教学质量。

在新一轮教育评价改革的引领下，当前课堂教育评价开始关注过程性评价、情感评价等，但实际评价过程中仍存在一些悬而未决的问题。一方面，目前采集的数据主要来自各类在线教学平台，忽略了真实学习环境中产生的数据及其蕴含的重要潜在价值。另一方面，传统课堂评价采集的数据多为单一模态数据。单一模态数据仅能反映学习过程中产生的部分信息，容易产生“路灯效应”，导致课堂教学评价的片面性和不准确性^[1]。

随着脑电仪、眼动仪等智能感知及可穿戴传感设备、大数据等技术逐渐深入教育领域，为实时获取、整合、分析面向真实的课堂教学情境的多模态数据提供了技术支持。课堂教学评价数据来源从单一模态发展为多模态，通过融合分析不同维度的数据来评估学生复杂的认知心理、情感状态、学习行为等，这已成为教育技术研究的重要方向。

一、多模态数据赋能课堂教学评价

1. 多模态数据的内涵及特征

每一种信息来源或形态，都可以称为一种模态^[2-3]。例如，人的感官知觉、文本、语音、视频等。近年来，随着人工智能领域的深入研究，有学者将“模态”定义为机器对外界信息的感知模式或信息通道。每一种传感设备采集到的数据都可以看作一种“模态”^[4]。

“多模态数据”是指对于同一现象、过程或环境采用两种或两种以上方式获取的相关数据。如对于同一学习过程的平台记录数据、视频数据、音频数据、眼动数据等^[5]。人的学习是多模态的，通过视觉、听觉、味觉等感官系统与环境进行交互，进而经由大脑皮层完成对外界信息的完整建构^[6]。多个模态可以相互组合起来形成完整的人体模态感知。

多模态数据具备单一模态所不具备的“特征和优势”：首先，多模态数据特性之一是多元互补性^[7]。不同类型的传感设备在数字学习空间和物理学习空间所采集到的数据并不是孤立的，这些数据之间可以相互补充，共同还原教学生态的全貌。其次，多模态数据具有跨空间性。多模态数据不仅仅来源于网络学习平台，它还更关注真实学习环境。借助可穿戴传感设备、智能感知技术等实现对真实复杂的课堂教学环境下学生学习的智能检测，以便更深层次地理解学习发

*基金项目：江苏省科研与实践创新计划项目（46017CX21824）；南京邮电大学教学改革研究项目“智慧教育时代人机协同教学模式建构研究”（项目编号：JG00821JX15）的成果。

生机制,更科学准确地评估课堂教学情况,为评价教师的“教”和学生的“学”提供数据反馈信息;最后,多模态数据具有时序性。多模态数据的时序性是指重视整个学习过程中学习者认知、情感、行为等动态变化,采集和分析不同教学场景下的过程性多模态数据,挖掘面向学习全周期的学习信息,并根据实时捕捉、动态更新的数据调整教学,推动智能化教学开展。

2. 多模态数据赋能课堂教学评价的表征

多模态数据赋能课堂教学评价一方面体现在多模态数据及多模态学习分析技术能够帮助师生更好地认识和理解复杂的学习现象^[8]。人的学习是一个复杂综合的过程,这一过程涉及心理、生理、行为等多个层面,涵盖文本、视频、语音等多种数据形式。学习者在学习过程中产生的面部表情、语音、手势、情绪等数据是全面客观开展课堂教学评价的依据。综合多种维度、不同层面的学习数据可以更加深入地揭示学习者内在认知规律,使学习过程的追踪和学习分析更完整,弥补传统课堂教学评价过度关注单一的“结果性评价”,忽视“过程性评价”的缺陷。另一方面,体现在综合多种来源的教学数据解释同一教育现象能够获得更加有科学价值的教学评价结论。不同维度的学习数据能够在一定程度上解释不同层面的学习行为,多模态数据的融合分析将相互补充的学习数据进行串联,不同模态的数据犹如一块块“拼图”,合力展示出学习者学习过程的完整样态,同时基于整合多模态数据的教学评价结论也更加具备说服力。

二、基于多模态数据的课堂教学评价模型建构

1. 多模态数据类型及与课堂教学评价指标

随着可穿戴设备和感知技术在课堂教学中的应用,实时捕获学生体征数等多模态数据成为可能。根据以往研究来看,多模态数据源主要包括生理体征数据、行为数据、数字空间数据以及环境场景数据。生理体征数据指人的内在生理反应数据,例如皮肤温度、心电、心率、呼吸等,通过生物传感器获取学生脑电波、皮肤电、心电数据获取学生认知负荷、情感状态及心理状态变化^[9];行为数据指人外在表现的动作数据,包括肢体行为数据、头部行为数据等;数字空间数据指来自网络学习平台、设备所记录的各类数据;环境场景数据是指学习者所处学习场景的数据,例如周围环境的温度、湿度、天气情况等。

多模态数据下的课堂教学评价内容大致包括课堂语言、课堂行为以及课堂情感^[10]。课堂语言分析主要是以师生语言交流为切入点分析师生之间的互动情况,根据语速、音调、

平均基频等判断师生在课堂上的情感状态;课堂行为分析包括课堂学习行为和教师教学行为。随着大数据、人工智能等新兴智能技术与教育领域的深度融合,获取分析课堂中的视频、声音、姿态等多模态数据成为可能。通过全面提取真实课堂上的多模态数据,还原课堂教学全貌,实现智能诊断与反馈一体化的课堂教学评价,将智能采集分析多模态数据技术更好地投入课堂教学评价实践,推动课堂教学评价精准化、智能化及高效化。搭建基于多模态数据的课堂教学评价机制,把握多源异构数据之间的关联,挖掘课堂教学数据潜在的意义与价值,也是当前教育界大力提倡课堂教学评价改革的目标追求,如图1所示。

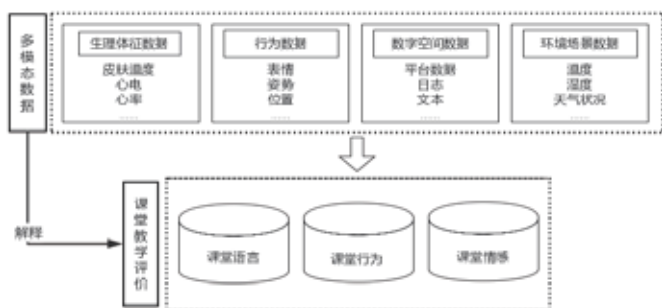


图1 多模态数据赋能课堂教学评价

2. 多模态数据课堂教学评价模型建构

课堂教学是一个动态的过程,相应地课堂教学评价也应随之变化。在教育评价改革的大趋势下,课堂教学评价要更加强调过程性评价,充分发挥可穿戴传感技术、物联网技术等新兴信息技术的优势,实现课堂教学评价数据采集的自动化、评价内容的动态化、评价结果的科学化。根据以上分析,本文综合多模态数据类型及其与课堂教学评价指标的对应,并在借鉴前人构建的多模态学习分析DVC过程模型、空间结构模型、多模态数据融合模型等基础上,建构涵盖课前、课中、课后三个阶段的全过程性、伴随式、自动化的课堂教学评价模型,如图2所示。

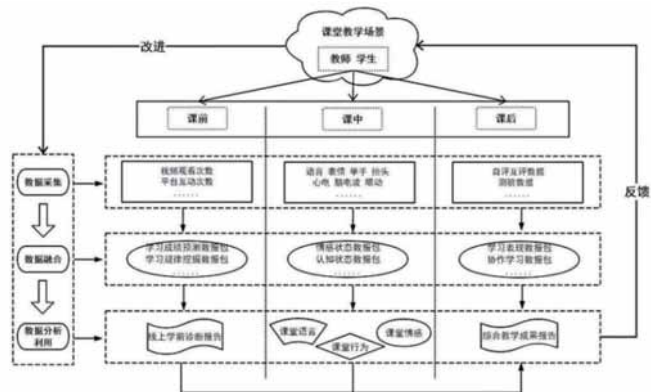


图2 多模态数据课堂教学评价模型

基于多模态数据的课堂教学评价模型以课堂教学场景为中心,包括数字教学环境和真实课堂教学环境,分析对象是参与课堂教学的师生,不仅关注学生在课堂中的学习行为、学习参与情况,也关注教师在课堂中的教学行为及师生之间的互动,例如眼神交流、语言互动等。多模态教学分析过程包括数据采集、数据融合、数据分析利用^[1]。其中数据采集旨在获取不同通道实时产生的多源异构数据,并对复杂细微的数据进行初步结构化;数据融合是整个多模态数据分析过程的关键,该环节直接关系到数据分析效率和结果利用的可靠性,数据融合进一步将初步结构化的多模态数据打包整理,形成相互补充、连贯有序的多模态数据网络;数据分析利用环节是对多模态数据的可视化,将数据转化为课堂教学评价报告,以便于教师学生根据评价报告对教与学做出反馈和调整。课堂教学阶段分为课前、课中及课后,课前主要采集在线学习数据,例如课前学生对教学内容学习情况,记录学生在线学习视频观看次数、讨论区的互动评论次数等,预测学生学习表现、情感状态等;课中通过生物传感器设备等智能设备,实时监测师生行为数据、生理体征数据,了解学习者注意力、认知负荷变化、学习心理状态变化,全面把握师生课堂参与情况;课后主要通过获取师生自评、他评数据、课后测验数据等,结合课前、课中两个阶段的数据分析结果生成综合教学评价报告,师生根据可视化报告反馈作出相应调整。

该模型旨在突破传统单一模态数据下课堂教学评价的片面性,改变数据之间的“孤岛”状态,通过多模态数据的融合分析帮助我们更全面地评价课堂教学效果,实现课堂教学评价实践的科学化、智能化。

结语

基于多模态数据的课堂教学评价对挖掘潜在学习规律,实时开展过程性评估,改进课堂教学,促进学生学习方面具有重要的价值和意义。但总体来看,目前多模态数据的整合分析还不够成熟,仍然面临一些挑战。多模态数据借助多种智能传感设备采集学生学习行为、情感等数据并进行分析,同时也对数据安全和伦理道德问题带来极大的挑战。如何保证细粒度的多模态数据安全,保护学生学习数据不被泄露是大数据时代智能教育发展亟需重视和解决的问题。除此之外,在数据来源方面,智能设备采集到大量的多模态数据,

这些海量数据也存在数据质量、数据的可解释性等问题。

参考文献

- [1]穆肃,崔萌,黄晓地.全景透视多模态学习分析的数据整合方法[J].现代远程教育研究,2021,33(01):26-37+48.
- [2]孙影影,贾振堂,朱昊宇.多模态深度学习综述[J].计算机工程与应用,2020,56(21):1-10.
- [3]汪维富,毛美娟.多模态学习分析:理解与评价真实学习的新路向[J].电化教育研究,2021,42(02):25-32.
- [4]王一岩,王杨春晓,郑永和.多模态学习分析:“多模态”驱动的智能教育研究新趋向[J].中国电化教育,2021(03):88-96.
- [5]Kyllonen P C,Zhu M, Von Davier A A .Introduction: Innovative assessment of collaboration[M].Berlin:Springer,2017.
- [6]钟薇,李若晨,马晓玲等.学习分析技术发展趋向——多模态数据环境下的研究与探索[J].中国远程教育,2018(11):41-49+79-80.
- [7]余辉,梁镇涛,鄢宇晨.多来源多模态数据融合与集成研究进展[J].情报理论与实践,2020,43(11):169-178.
- [8]Di Mitri,D.,Schneider,J.,& Specht,M.et al.From Signals to Knowledge:A Conceptual Model for Multimodal Learning Analytics[J].Journal of Computer Assisted Learning,2018,34(4):338-349.
- [9]BLIKSTEIN P, WORSLEY M.Multimodal learning analytics and education data mining: using computational technologies to measure complex learning tasks[J].Journal of learning analytics, 2016,3(2):220-238.
- [10]Yin,Z.,Zhao,M.,& Wang,Y.et al.Recognition of Emotions Using Multimodal Physiological Signals and an Ensemble Deep Learning Model[J].Computer Methods & Programs in Biomedicine,2017(140):93-10.
- [11]黄涛,赵媛,耿晶,王涵,张浩,杨华利.数据驱动的精准化学习评价机制与方法[J].现代远程教育研究,2021,33(01):3-12.

作者简介

卢锋,博士,教授,硕士生导师;南京邮电大学教育科学与技术学院(210023);方丽雅,硕士研究生;南京邮电大学教育科学与技术学院(210023)。