

基于人工智能的高校课堂多模态大数据分析系统的研究与设计

陈宏扬

广东轻工职业技术大学, 广东 广州 510300

DOI: 10.61369/TACS.2025080033

摘要： 高校传统课堂评估中存在的效率低、主观性强、数据维度单一等问题，本文整合计算机视觉、机器学习与云端平台技术，提出了高校课堂多模态大数据的本质特征、分析要素、系统模型及架构，并阐述了从动态课堂监测看板、教师教学效能看板、学生个性化学习路径分析及教学质量评估雷达图四个维度输出可视化分析结果，提升了教育评价的客观性，为智慧教育发展提供了可复用的技术方案。

关键词： 课堂大数据分析；AI 分析模型；多模态感知；多模态融合；可视化分析；课堂评估；课堂评价

Research and Design of a Multimodal Big Data Analysis System for University Classrooms Based on Artificial Intelligence

Chen Hongyang

Guangdong Industry Polytechnic University, Guangzhou, Guangdong 510300

Abstract： Addressing the issues of low efficiency, strong subjectivity, and single data dimension in traditional classroom evaluation in universities, this paper integrates computer vision, machine learning, and cloud platform technologies. It proposes the essential characteristics, analytical elements, system model, and architecture of multimodal big data for university classrooms. Furthermore, it elaborates on the visualization of analysis results from four dimensions: dynamic classroom monitoring dashboard, teacher teaching effectiveness dashboard, student personalized learning path analysis, and teaching quality evaluation radar chart. This approach enhances the objectivity of educational evaluation and provides a reusable technical solution for the development of smart education.

Keywords： classroom big data analysis; AI analysis model; multimodal perception; multimodal fusion; visual analysis; classroom assessment; classroom evaluation

引言

人工智能（AI）作为数字时代的核心技术，正在深刻重塑高等教育的生态格局^[1]。随着计算能力和网络基础设施的跨越式发展，AI已从理论探索迅速转化为教育实践中的变革力量。高等教育如何拥抱 AI 技术以及面对它的挑战，是当下亟待解决的战略命题。

课堂教学研究始终是高等教育领域的核心议题。随着教育信息化进程的加速推进，全球范围内的课堂研究正经历着从理论探讨到实践应用的深刻转变。当前的研究趋势已不再停留于概念创新或理念倡导，而是更加注重教学实践的常态化改进。在这场教育变革中，课堂作为教学改革的主战场，其重要性愈发凸显。而人工智能技术与课堂教学的深度融合，正成为推动课堂改革、实现教学创新的关键突破口。

一、传统课堂数据采集与分析的多维困境

早期的课堂数据的采集和分析是依据经验主义进行纯粹的观察和归纳，缺乏逻辑性和综合性。随着实证研究范式在教育领域的渗透，课堂观察方法发生了方法论层面的重大变革。哈佛大学学者贝尔斯（R.F.Bales）率先提出交互式过程分析理论，通过建

立十二类行为编码系统，对课堂的运行状况进行记录、分析和研究，为课堂互动研究提供了可量化的分析工具。几乎同一时期，弗兰德斯（Flanders）教授开发的互动分析分类体系通过构建师生对话矩阵，实现了教学过程的动态追踪。而定性研究方法则以完整的课堂文字记录、全面真实地再现课堂情境^[2]。这些突破性成果标志着课堂研究进入了定量与定性方法协同发展的新阶段，但人

基金项目：知识图谱与 AI 助教融合的本科职业院校双创教育“金课程”的实现途径，项目编号：粤轻大创〔2024〕9

第一作者简介：

陈宏扬（1985.03—），男，广东汕头人，博士，高级工程师，研究方向为计算机应用。

工记录效率低下和工具标准化不足等问题依然制约着研究效能。

二、AI 赋能的课堂多模态大数据分析的模型与系统架构

(一) 课堂大数据的本质特征

课堂教学大数据是指在教学活动中自然生成的数字化痕迹，通过智能采集与分析技术，能够实时捕捉学习者的认知状态和行为特征，为教师提供精准的教学决策依据^[3]。这种数据驱动的教学反馈机制，使得教师能够根据课堂动态及时优化教学方案，从而显著提升教学质量和学习成效。根据课堂教学要素的不同，课堂教学大数据可划分成师生行为类数据、教学评价类数据、师生情感类数据及课堂管理类数据^[4]。

(二) 课堂多模态大数据 AI 分析维度

本文根据教学过程中的课堂、教师和学生三大主体，将课堂多模态大数据 AI 分析划分为以下几个核心维度：

1. 课堂管理分析

本系统构建了“环境 - 行为 - 资源”三位一体的智能分析框架，通过多源数据融合实现教学过程的数字化重构^[5]。在环境感知维度，通过在智慧课堂部署物理环境传感器实时采集光照、温湿度、背景噪音等数据，通过动态阈值监测与预警机制，当检测到物理环境参数偏离舒适区间或专注力指标下降时，自动联动空调、窗帘等设备进行调节，使课堂学习专注时长提升；在行为分析层面，依托智能视频传感器实时捕捉师生问答频次、发言时长分布等互动指标，并通过 NLP 技术实现对话内容的情感极性分析，采用人脸识别技术自动记录学生出入课堂时间，结合 AI 算法实时分析考勤数据，精准识别迟到、早退、代打卡、学生躁动等异常行为，从而量化评估课堂的质量与有效性。另一方面，系统对智能白板、虚拟实验平台、在线课程平台等数字化教学资源的使用日志进行深度挖掘，统计各类工具的功能调用频率、学生操作及在线学习路径等关键数据，通过聚类分析资源使用效能与教学目标的匹配度。这三类分析结果最终形成可视化报表，为教育管理者提供课堂管理优化决策依据^[6,7]。

2. 教师教学分析

通过构建课堂教学评分模型（CSMS），对教师的提问类型分布、反馈响应时长等关键指标进行均值计算与趋势分析，从而精准评估不同教学策略的有效性，实现大单元教学的动态优化与个性化调整。与此同时，系统运用知识图谱技术解构课件的逻辑框架，量化分析知识节点的关联复杂度，再将其与学生的课堂答题数据、测验成绩进行匹配度建模，通过机器学习算法识别教学内容设计中的薄弱环节^[8]。这两类分析结果形成互补，教学策略评估侧重教学过程的行为优化，课件设计分析聚焦教学内容的科学迭代，共同为教师提供数据驱动的教学改进依据，推动从经验式教学向精准化教学的转型。

3. 学生学习分析

通过部署智能摄像头与可穿戴设备，实时采集学生的视线焦点移动轨迹、面部微表情、生理数据变化等生物特征数据，结合

深度学习算法对专注度、困惑度等认知状态进行毫秒级识别与量化评估。同时，系统对学生的作业完成路径、测试错题分布等学习行为数据进行聚类分析，构建个性化学习画像，通过时间序列预测模型提前识别学业风险点。这两类数据最终在可视化仪表盘中形成动态监测图谱，教师可依据实时反馈调整教学节奏，系统自动推送适配的微课资源或协作任务，实现从数据采集到个性化干预的闭环管理。

(三) 分析模型的建构

课堂大数据 AI 分析系统深度融合人工智能技术，与多模态采集系统、在线课程平台及虚拟实训平台结合，通过处理课堂视频类、课堂管理类及师生情感类等数据，构建智能化数据分析模型，建立多维度的课堂动态画像，如图 1 所示。该模型不仅能精准量化教学效果，还能为个性化教学改进提供数据支撑，实现从传统听课评课到智能诊断的范式转变^[9]。

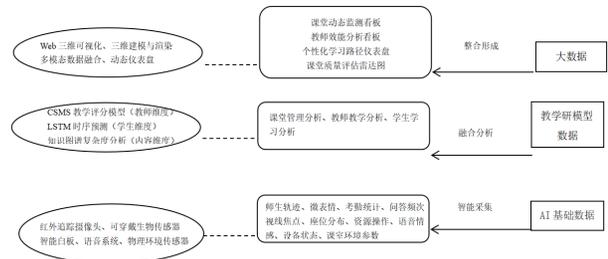


图 1 AI 课堂多模态大数据分析模型

模型“智能采集 - 融合分析 - 整合形成”三个阶段分层递进，首先通过智能感知设备采集师生轨迹、微表情、考勤统计、问答频次视线焦点、座位分布、资源操作、语音情感、设备状态、课堂环境参数等 AI 基础数据，随后在课堂管理分析、教师教学分析、学生学习分析等教学行为分析模型数据的基础上，对大数据进行整合，自动形成课堂动态监测看板、教师效能分析看板、个性化学习路径仪表盘、课堂质量评估雷达图等可视化的报告。

(四) 课堂多模态大数据 AI 分析系统架构

AI 分析系统架构如图 2 所示，通过 5G 及物联网传输技术将学生画面、教师画面、智能白板工具使用记录、教学语音、可穿戴设备使用记录、物理环境参数等数据传输到多模态数据采集系统，并作为信息入口，依托多模态感知、计算机视觉、和边缘计算技术等人工智能技术，智能整理并识别出课堂教学中的师生行为数据、情感数据、课室物理环境及互动数据。分析系统通过数据中台进一步与在线课程平台、虚拟实训平台及教务系统匹配结合，获得课堂教学大数据。

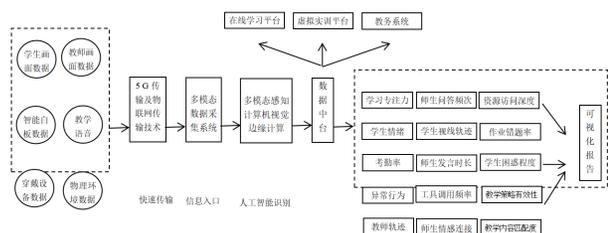


图 2 课堂多模态大数据 AI 分析系统架构图

通过将课堂多模态大数据 AI 分析系统与教务系统深度对接，系统可基于课表自动完成课程录制，实现从课堂教学到资源发布

的全流程无人化运作,显著提升教学资源管理的集约化水平。AI技术持续采集并实时分析教学过程中的多维度数据,包括师生互动、课堂表现等关键指标。数据中台进一步整合信息,以动态课堂监测看板、教师教学效能看板、学生个性化学习路径分析及教学质量评估雷达图等可视化形式输出智能分析结果,为教学优化提供精准数据支撑^[10]。

动态课堂监测看板是系统的核心可视化组件,通过实时整合师生行为数据、环境参数及互动指标,形成全景式课堂态势感知。其功能在于持续追踪抬头率、问答频次、座位分布等12类课堂动态指标,并采用热力图、折线图等形式呈现数据波动趋势。该看板能辅助教务管理者快速识别教学异常点,例如当环境噪音超标或学生专注度集体下滑时自动触发预警机制,为课堂纪律维护和教学节奏调整提供即时数据支撑。教师亦可据此优化互动策略,例如在监测到后排学生参与度偏低时主动调整走动路线,从而提升课堂教学质量的均衡性。

教师效能看板基于课堂教学评分模型(CSMS)生成,系统通过量化分析提问类型分布、反馈响应时长、课件知识节点关联度等关键维度,形成教学策略的数字化评估。看板不仅统计教师单节课的NLP情感极性分析结果,还能通过纵向对比揭示教学风格的演进轨迹,将传统经验式评课转化为数据驱动的精准确诊,例如当系统检测到高阶提问占比不足时,会自动推荐相应培训资源,帮助教师突破教学瓶颈。教育管理者则可借助该报告的跨班级对比功能,制定差异化的教师发展方案。

学生个性化学习路径仪表盘依托智能摄像头与可穿戴设备采集的生物特征数据,结合作业完成路径、测试错题分布等行为日志,构建毫秒级更新的学习画像仪表盘。系统通过深度学习算法识别个体专注度波动规律与知识薄弱点,自动推送适配的微课资源或协作任务。例如当检测到某生在函数章节出现持续性困惑表情时,会动态调整其后续习题难度并插入针对性讲解视频。该功能实现了从群体化教学到精准化干预的转变,显著提升学习效率的同时减轻了教师个性化辅导的负担。

教学质量评估雷达图采用多维度综合评价体系,将课堂管理、教师教学、学生学习三大类指标的标准化数据映射为五边形可视化模型。每个顶点代表核心评估要素如情感互动强度、资源使用效能、目标达成度等,通过面积计算生成课堂质量指数。

三、结语

本文构建的基于人工智能的高校课堂多模态大数据分析系统,依托多模态感知设备自动记录师生轨迹、微表情、考勤统计、课室环境参数等基础数据,融合计算机视觉、多模态感知与深度学习等技术进行即时化分析,实现了从传统经验式教学评估向数据驱动型教学诊断的范式转变,为高校课堂教学质量的智能分析及诊断实施提供了可复制的技术方案,对推动教育数字化转型具有重要参考价值。

参考文献

- [1] 邵明铭, 赵丽. 基于多模态技术的学习风格分析: 演进, 困境及图景 [J]. 开放教育研究, 2022, 28(4): 102-109. DOI: 10.13966/j.cnki.kfjy.2022.04.012.
- [2] 路爽, 顾韵华, 王琴, 王宁. 高校课堂大数据 AI 分析与实践路径研究 [J]. 教育信息技术, 2020, (03): 3-7.
- [3] 王琴, 顾韵华, 路爽, 陆海钢, 赵伟林. 基于常态化录播系统的大学生通修课程学习行为分析研究 [J]. 教育信息技术, 2018, (05): 35-38.
- [4] 杨现民, 李新, 邢蓓蓓. 面向智慧教育的教学大数据实践框架构建与趋势分析 [J]. 电化教育研究, 2018, (10): 21-26.
- [5] 陈瑶. 课堂观察指导 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2002: 1.
- [6] 吴旻瑜. "互联网+" 校园: 高校智慧校园建设的新阶段 [J]. 远程教育杂志, 2015, (04): 8-13.
- [7] 邵明铭, 赵丽. 基于多模态技术的学习风格分析: 演进, 困境及图景 [J]. 开放教育研究, 2022, 28(4): 102-109. DOI: 10.13966/j.cnki.kfjy.2022.04.012.
- [8] 朱宏博. 面向多模态医疗大数据的智慧辅助分析与诊断技术研究 [D]. 东北大学, 2019.
- [9] 张文铸, 赵仲惠, 杜远超, 王闪闪. 基于人工智能的多模态课堂观察方法研究 [C]// 第十八届教育技术国际论坛. 教育部, 2019.
- [10] 刘吉臻, 李露, 房方. 多模态控制的研究与应用综述 [J]. 控制工程, 2015, 22(5): 6. DOI: 10.14107/j.cnki.kzgc.140419.