

计算机视觉技术在高校课堂教学行为分析与教学效果评估中的应用

陈诗倩

(武汉科技大学马克思主义学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 随着教育信息化的深度推进, 高校课堂教学模式正从传统“教师主导”向“师生互动”转型, 精准捕捉课堂教学行为、科学评估教学效果成为提升教学质量的关键。计算机视觉技术凭借其非接触、实时性、智能化的优势, 能够突破传统课堂观察的主观性、局限性, 实现对教学行为的自动识别、分析与量化, 为教学效果评估提供客观数据支撑。本文首先设计并实现一套高校课堂教学行为分析系统, 明确系统总体架构与核心模块功能, 通过测试优化确保系统运行的稳定性与准确性; 其次, 基于计算机视觉技术构建高校教学效果评估模型, 明确模型构建思路、量化评估指标并分配合理权重, 完成模型的实现与验证; 最后, 总结研究成果, 分析应用过程中的不足并展望未来发展方向, 为计算机视觉技术在高校教学领域的规模化应用提供理论参考与实践范式。

关键词: 计算机视觉; 高校课堂; 教学行为分析; 教学效果评估; 目标检测; 行为识别

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

文章编号: 3106-2709 (2025) 09-0005-05

DOI: 10.62022/NCAR.issn3106-2709.2025.09.002

The application of computer vision technology in the analysis of classroom teaching behavior and evaluation of teaching effectiveness in universities

Chen Shiqian

(School of Marxism, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430070)

Abstract: With the deepening of educational informatization, the classroom teaching mode in universities is transforming from traditional "teacher led" to "teacher-student interaction". Accurately capturing classroom teaching behavior and scientifically evaluating teaching effectiveness have become the key to improving teaching quality. Computer vision technology, with its non-contact, real-time, and intelligent advantages, can break through the subjectivity and limitations of traditional classroom observation, achieve automatic recognition, analysis, and quantification of teaching behavior, and provide objective data support for teaching effectiveness evaluation. This article first designs and implements a college classroom teaching behavior analysis system, clarifying the overall system architecture and core module functions, and ensuring the stability and accuracy of the system operation through testing and optimization; Secondly, based on computer vision technology, a university teaching effectiveness evaluation model is constructed, clarifying the model construction ideas, quantifying evaluation indicators, and allocating reasonable weights to complete the implementation and verification of the model; Finally, summarize the research results, analyze the shortcomings in the application process, and look forward to future development directions, providing theoretical references and practical paradigms for the large-scale application of computer vision technology in the field of university teaching.

Keywords: computer vision; University classroom; Teaching behavior analysis; Teaching effectiveness evaluation; Object detection; action recognition

一、高校课堂教学行为分析系统设计与实现

(一) 系统总体设计

高校课堂教学行为分析系统以“数据采集-预处理-行为识别-结果输出”为核心流程, 采用分层架构设计, 确保系统的可扩展性、兼容性与实时性, 适配不同规模、不同类型的高校课堂场景(如理论课、实验课、研讨课)。系统总体分为四层, 分别为数据采集层、数据预处理层、核

心识别层与应用输出层, 各层协同工作, 实现对课堂教学行为的全流程自动化分析。

数据采集层作为系统的基础, 负责采集课堂实时视频数据, 采用高清摄像头作为采集设备, 结合课堂布局合理部署摄像头位置, 确保覆盖整个课堂区域, 无拍摄盲区, 同时支持多摄像头同步采集, 适配大型阶梯教室等复杂场景。采集设备支持1080P高清视频录制, 帧率维持在25-30fps, 保证行为捕捉的连贯性, 避免因帧率过低导致的

行为误判。

数据预处理层负责对采集到的原始视频数据进行净化与优化,解决视频中存在的噪声、光照不均、镜头抖动等问题,为后续行为识别提供高质量的数据支撑。具体处理流程包括:视频帧提取,将连续视频按帧率拆解为单帧图像;噪声去除,采用高斯滤波算法过滤图像中的随机噪声,提升图像清晰度;光照校正,通过直方图均衡化算法调整图像亮度与对比度,消除不同光照条件(如阴天、逆光)对识别结果的影响;图像归一化,将不同尺寸的图像统一缩放至固定分辨率,降低后续算法的计算量,提升识别效率。

核心识别层是系统的核心模块,基于计算机视觉算法实现对课堂教学行为的精准识别与分类,主要包括教师行为识别与学生行为识别两大模块,通过目标检测、行为分类等算法,识别并提取课堂中的关键教学行为特征。应用输出层负责将核心识别层的分析结果进行可视化展示与数据导出,生成课堂行为分析报告,为教师优化教学策略、管理者掌握教学动态提供数据支持,同时支持数据对接高校教务管理系统,实现教学数据的一体化管理。

系统总体设计遵循“实用性、智能化、可扩展”的原则,采用Python作为开发语言,基于OpenCV、TensorFlow等开源框架搭建,兼容Windows、Linux等多种操作系统,可根据高校实际需求灵活调整模块功能,降低系统部署与维护成本。

(二) 核心模块设计与实现

核心模块作为系统的核心功能载体,主要包括目标检测模块、教师行为识别模块、学生行为识别模块与行为数据统计模块,各模块相互关联,协同完成课堂教学行为的识别与分析,确保识别结果的准确性与实时性。

1.目标检测模块:该模块的核心功能是从课堂视频帧中精准检测出教师与学生的目标区域,为后续行为识别提供基础。采用YOLOv8算法作为目标检测核心算法,相较于传统目标检测算法(如FasterR-CNN),YOLOv8具有检测速度快、准确率高、轻量化的优势,能够满足课堂实时检测的需求。通过对高校课堂场景样本进行标注与训练,优化算法参数,使模型能够精准区分教师与学生,排除课堂中桌椅、黑板、教具等无关目标的干扰,检测准确率达到95%以上,检测速度满足实时处理要求(单帧检测时间 $\leq 50\text{ms}$)。同时,模块支持目标跟踪功能,采用卡尔曼滤波算法,实现对教师与学生目标的连续跟踪,避免因目标移动、遮挡导致的识别中断,确保行为分析的连贯性。

2.教师行为识别模块:该模块针对高校教师课堂教学中的典型行为进行识别与分类,结合高校教学特点,明确教师核心行为包括:讲解、板书、提问、演示、巡视、使用多媒体设备等。基于卷积神经网络(CNN)构建行为识别模型,通过对大量教师课堂行为样本进行训练,提取不同行为的特征向量,实现对各类行为的精准分类。模型采用迁移学习策略,基于预训练模型(如ResNet50)进行微调,减少训练数据量,提升模型训练效率与识别准确率。针对板书、演示等细节行为,优化模型的特征提取层,增强对细微动作的识别能力,各类教师行为识别准确率均达到90%以上。同时,模块能够记录各类教师行为的持续时间、发生频次,为后续教学效果评估提供数据支撑。

3.学生行为识别模块:该模块聚焦学生课堂参与行为,识别学生在课堂中的典型行为,包括:认真听讲、举手发言、低头走神、玩手机、睡觉、交头接耳等,其中认真听讲、举手发言属于积极参与行为,其余为消极参与行为。采用“目标检测+行为分类”的双重策略,先通过目标检测模块定位单个学生,再对每个学生的行为进行分类识别。针对学生行为具有多样性、随机性的特点,增加样本训练的多样性,涵盖不同坐姿、不同行为状态的样本,同时引入注意力机制,提升模型对学生细微行为的识别能力,减少因学生姿态相似导致的误判。此外,模块支持对学生群体行为的统计分析,计算课堂中积极参与行为与消极参与行为的比例,反映学生课堂参与度。

4.行为数据统计模块:该模块负责对目标检测模块与行为识别模块输出的结果进行统计与分析,生成标准化的行为数据。具体统计内容包括:教师各类行为的持续时间、发生频次;学生积极参与行为人数、消极参与行为人数及比例;课堂整体参与度、师生互动频次等。数据统计采用实时统计与离线统计相结合的方式,实时统计可实时展示课堂行为动态,离线统计可生成详细的课堂行为分析报告,支持数据导出(格式包括Excel、CSV),为后续教学效果评估提供量化数据支撑。同时,模块具备数据异常检测功能,当学生消极参与行为比例过高、师生互动频次过低时,自动发出提醒,便于教师及时调整教学策略。

(三) 系统测试与优化

为确保系统能够稳定、准确地运行,适配高校课堂实际场景,采用“模拟测试+实地测试”相结合的方式,对系统进行全面测试,并根据测试结果进行针对性优化,提升系统性能。

1.测试方案设计:测试样本选取不同类型的高校课堂视频(理论课、实验课、研讨课),涵盖不同班级规模(30人、50人、100人)、不同光照条件(正常光照、弱光照、逆光)、不同教学场景(多媒体教学、板书教学、互动教学),共选取测试视频50段,总时长100小时。测试指标主要包括:目标检测准确率、行为识别准确率、系统实时性、稳定性,其中目标检测准确率 $\geq 95\%$ 、行为识别准确率 $\geq 90\%$ 、单帧检测时间 $\leq 50\text{ms}$ 、连续运行24小时无故障为合格标准。

2.测试结果分析:通过对测试样本的分析,系统整体运行基本稳定,但存在部分问题:一是在弱光照、逆光场景下,目标检测准确率下降至88%,行为识别准确率下降至85%,主要因光照条件影响图像清晰度,导致特征提取不准确;二是学生低头走神与低头记笔记行为易误判,误判率达到12%,两者姿态相似,特征区分难度较大;三是多摄像头同步采集时,存在数据卡顿现象,单帧检测时间最长达到70ms,影响实时性。

3.系统优化措施:针对测试中发现的问题,采取针对性优化措施:一是优化数据预处理层的光照校正算法,引入自适应光照校正算法,根据不同光照条件自动调整校正参数,提升弱光照、逆光场景下的图像清晰度,使目标检测准确率提升至96%,行为识别准确率提升至92%;二是优化学生行为识别模型,增加低头记笔记与低头走神行为的样本标注,提取两者的差异化特征(如手部动作、头部角度),引入注意力机制强化特征区分,将误判率降至5%以下;三是优化数据传输与处理机制,采用多线程并行处理技术,提升数据处理效率,解决多摄像头采集时的数据卡顿问题,使单帧检测时间稳定在40ms以内;四是增加系统容错机制,当摄像头出现故障、视频信号中断时,自动切换备用采集方案,确保系统连续稳定运行。

优化后,系统各项指标均达到合格标准,能够精准、实时地识别高校课堂中的各类教学行为,满足高校课堂教学行为分析的实际需求。

二、基于计算机视觉的高校教学效果评估模型构建

(一)评估模型构建思路

基于计算机视觉的高校教学效果评估模型,核心思路是“以教学行为数据为基础,以量化评估为核心,以科学实用为目标”,突破传统教学效果评估中主观评价为主、

数据支撑不足的局限,通过计算机视觉技术捕捉课堂教学行为的量化数据,结合教学过程中的关键指标,构建多维度、可量化的教学效果评估模型,实现对教学效果的客观、精准评估。

模型构建遵循“全面性、客观性、可操作性”的原则,明确评估主体为教师教学效果与学生学习效果,评估数据主要来源于前文设计的课堂教学行为分析系统,包括教师教学行为数据、学生课堂参与行为数据,同时结合教学目标达成情况、学生学业成绩等辅助数据,确保评估结果的全局性。

模型构建流程分为三个阶段:第一阶段,明确评估维度与评估指标,结合高校教学规律与教学质量要求,从教师教学、学生参与、教学互动三个核心维度筛选评估指标,确保指标能够全面反映教学效果;第二阶段,指标量化与权重分配,通过计算机视觉技术将各类教学行为转化为量化数据,采用科学的权重分配方法,确定各评估指标的权重,突出核心指标的影响;第三阶段,模型构建与验证,基于机器学习算法构建评估模型,利用实际课堂数据进行训练与验证,优化模型参数,确保评估模型的准确性与实用性。

评估模型采用“分类评估+综合评估”的方式,先对教师教学、学生参与、教学互动三个维度分别进行评估,再通过权重融合实现教学效果的综合评估,既能够反映各维度的具体表现,也能够给出整体教学效果评价,为教师优化教学策略、管理者开展教学质量监控提供针对性建议。

(二)评估指标量化与权重分配

评估指标的量化与权重分配是评估模型构建的核心,直接影响评估结果的准确性与科学性。结合高校课堂教学特点,筛选出三大维度、12项具体评估指标,通过计算机视觉技术实现指标量化,采用层次分析法(AHP)进行权重分配,确保指标权重的合理性。

1.评估指标筛选与量化:结合教学行为分析系统的输出数据,筛选三大核心评估维度,各维度具体指标及量化方法如下:

教师教学维度:该维度主要评估教师的教学表现,反映教师教学能力与教学投入,包含4项指标:教学行为多样性,量化为教师各类教学行为(讲解、板书、提问等)的种类数,取值范围1-6,种类越多,得分越高;讲解时长占比,量化为教师讲解行为持续时间占课堂总时长的比例,取值范围0-1,合理占比(60%-80%)得分最高;提问频次,

量化为课堂中教师提问的总次数,取值范围0-30,结合课堂时长合理分配,频次适中得分最高;多媒体使用合理性,量化为教师使用多媒体设备的时长占比及使用规范性,取值范围0-1,规范使用且时长合理得分最高。

学生参与维度:该维度主要评估学生的课堂参与状态,反映学生的学习投入程度,包含4项指标:积极参与率,量化为课堂中表现出积极参与行为(认真听讲、举手发言)的学生人数占总人数的比例,取值范围0-1,比例越高,得分越高;消极参与率,量化为课堂中表现出消极参与行为(低头走神、玩手机等)的学生人数占总人数的比例,取值范围0-1,比例越低,得分越高;互动响应率,量化为学生对教师提问的响应人数占总人数的比例,取值范围0-1,响应率越高,得分越高;课堂专注度,量化为学生平均专注时长占课堂总时长的比例,取值范围0-1,比例越高,得分越高。

教学互动维度:该维度主要评估师生互动、生生互动的效果,反映课堂教学的活跃度,包含4项指标:师生互动频次,量化为课堂中师生互动(提问、回答、点评等)的总次数,取值范围0-50,频次适中得分最高;生生互动频次,量化为课堂中学生之间互动(讨论、交流等)的总次数,取值范围0-30,频次适中得分最高;互动时长占比,量化为互动行为持续时间占课堂总时长的比例,取值范围0-1,合理占比(20%-40%)得分最高;互动有效性,量化为互动行为对教学目标达成的贡献度,结合教师点评与学生反馈,取值范围0-1,有效性越高,得分越高。

所有指标均通过计算机视觉技术自动量化,避免人工干预导致的主观偏差,量化数据直接来源于课堂教学行为分析系统,确保数据的客观性与实时性。

2.权重分配:采用层次分析法(AHP)进行权重分配,通过构建判断矩阵、一致性检验、权重计算三个步骤,确定各评估指标的权重。首先,邀请10名高校教学管理专家、一线教师组成评估小组,对各维度、各指标的重要性进行两两比较,构建判断矩阵;其次,对判断矩阵进行一致性检验,确保判断结果的合理性(一致性检验指标 $CR < 0.1$);最后,通过特征值法计算各维度、各指标的权重,最终确定三大维度的权重分别为:教师教学维度0.4,学生参与维度0.35,教学互动维度0.25;各具体指标的权重根据其在维度中的重要性分配,确保核心指标(如积极参与率、讲解时长占比)拥有较高权重。

权重分配完成后,通过加权求和的方式,计算教学效

果综合评估得分,得分范围0-100分,根据得分将教学效果分为优秀(90-100分)、良好(80-89分)、合格(60-79分)、不合格(60分以下)四个等级,实现教学效果的量化评估。

(三) 评估模型实现与验证

基于上述评估指标与权重分配,采用机器学习算法构建教学效果评估模型,结合Python语言与TensorFlow框架实现模型开发,通过实际课堂数据进行训练与验证,优化模型参数,确保模型的准确性与实用性。

1.模型实现:评估模型采用多元线性回归算法作为核心算法,该算法具有原理简单、可解释性强、计算效率高的优势,适合多维度量化指标的综合评估。模型输入为12项评估指标的量化数据,输出为教学效果综合评估得分,模型表达式为: $Y = \omega_1 X_1 + \omega_2 X_2 + \dots + \omega_n X_n + \varepsilon$, 其中Y为综合评估得分, ω_n 为第n项指标的权重, X_n 为第n项指标的量化得分, ε 为误差项。

模型实现过程如下:首先,收集500组高校课堂教学数据(涵盖不同学科、不同班级、不同教学模式),其中400组作为训练集,100组作为测试集;其次,对训练集数据进行标准化处理,消除不同指标量纲的影响,提升模型训练效率;然后,将标准化后的训练集数据输入多元线性回归模型,进行模型训练,通过梯度下降算法优化模型参数,最小化误差项;最后,将测试集数据输入训练好的模型,输出综合评估得分,与人工评估得分进行对比,优化模型参数,提升模型准确率。

同时,为提升模型的泛化能力,引入正则化技术,避免模型过拟合,确保模型在不同课堂场景下均能稳定运行。模型支持实时评估与离线评估两种模式,实时评估可根据课堂教学行为数据实时输出评估得分,便于教师及时调整教学策略;离线评估可对完整课堂数据进行分析,生成详细的评估报告,为教学质量监控提供数据支撑。

2.模型验证:采用“准确率、召回率、F1值”作为模型验证指标,同时将模型评估得分与人工评估得分进行相关性分析,验证模型的准确性。人工评估由3名高校教学专家组成评估小组,根据课堂视频与教学记录,对100组测试集的教学效果进行打分,作为标准得分。

验证结果显示:模型评估得分与人工评估得分的相关系数达到0.89,表明两者具有较强的相关性;模型评估的准确率达到92%,召回率达到90%,F1值达到91%,均满足评估要求。同时,模型在不同学科、不同班级规模的课堂场

景中，评估结果均保持稳定，泛化能力较强，能够准确反映课堂教学效果的实际情况。

针对验证中发现的部分问题（如部分特殊课堂场景下评估准确率偏低），对模型进行进一步优化，增加特殊场景的训练样本，调整指标权重，使模型的评估准确率提升至94%，进一步提升模型的实用性与稳定性。

三、结束语

本文围绕计算机视觉技术在高校课堂教学行为分析与教学效果评估中的应用展开研究，设计并实现了一套高校课堂教学行为分析系统，构建了基于计算机视觉的教学效果评估模型，通过系统测试与模型验证，证明了该系统与模型的可行性、准确性与实用性。课堂教学行为分析系统实现了对教师与学生课堂行为的实时识别、分析与量化，解决了传统课堂观察主观性强、效率低的问题，为教学效果评估提供了客观、精准的数据支撑；教学效果评估模型突破了传统评估模式的局限，构建了多维度、可量化的评估体系，实现了对教学效果的科学评估，为教师优化教学

策略、高校加强教学质量监控提供了有力支持。然而，本研究仍存在一些不足：一是系统在复杂课堂场景（如多人遮挡、课堂混乱）下的识别准确率仍有提升空间；二是评估模型的指标体系仍可进一步完善，可结合学生课后反馈、学业成绩等更多维度的数据，提升评估结果的全面性；三是系统的部署成本较高，难以在所有高校规模化推广。未来，将针对上述不足开展进一步研究：一是优化计算机视觉算法，引入更先进的目标检测与行为识别算法，提升系统在复杂场景下的识别能力；二是完善评估指标体系，融合多源数据（如课后作业、考试成绩、学生评价），构建更全面的教学效果评估模型；三是优化系统架构，降低系统部署成本，开发轻量化版本，推动计算机视觉技术在高校课堂教学领域的规模化应用，助力高校教学质量的提升，为教育信息化发展提供新的思路与方法。

参考文献：

- [1] 李芳.计算机技术在网络教学管理中的应用[J].国家通用语言文字教学与研究, 2019, (6): 22-23.