

基于人工智能的课堂学生注意力检测系统设计与应用

季凌童

浙江科技大学, 浙江 杭州 310023

DOI: 10.61369/TACS.2026010028

摘 要 : 随着人工智能技术的飞速发展,教育智能化成为了提高教学质量、教学效率的重要途径。课堂学生注意力检测系统研发设计,是将计算机视觉、行为识别和教育心理学等多重学科知识有机融合,对课堂上学生的注意力状况进行实时感知,并做出分析,给教师提供教学反馈和干预依据。因此,深入课堂学生注意力检测系统的开发进行研究,提出关于实现智慧工具应用提升教学效率与质量的有效参考。

关 键 词 : 人工智能; 课堂; 学生注意力; 检测系统; 设计; 应用

Design and Application of an AI-Based Classroom Student Attention Detection System

Ji Lingtong

Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang 310023

Abstract : With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology, educational intelligence has become an important approach to improve teaching quality and efficiency. The research and design of a classroom student attention detection system organically integrates multidisciplinary knowledge such as computer vision, behavior recognition, and educational psychology. It realizes real-time perception and analysis of students' attention status in class, providing teachers with teaching feedback and a basis for intervention. Therefore, this paper conducts an in-depth study on the development of the classroom student attention detection system, aiming to provide effective references for the application of intelligent tools to enhance teaching efficiency and quality.

Keywords : artificial intelligence (AI); classroom; student attention; detection system; design; application

一、系统设计的机遇与挑战

人工智能技术的迅猛发展为教育智能化提供了前所未有的契机,尤其在课堂学生注意力检测方面展现出巨大潜力。依靠计算机视觉、行为识别和多模态融合技术,可以实时采集学生的面部表情、姿势形态、视线方向,分析采用有效信息,客观地评判学生注意力是否集中。也以此为教学提供反馈,供师生共同调节,达到深度学习目的。但目前,这类系统在实际的应用中还存在很多问题:一是教室环境复杂多变,光照、遮挡、设备部署等都会影响到数据的质量;二是学生的个体差异很大,注意力的表现形式多种多样,通用模型的泛化能力很差;三是隐私保护、伦理合规和师生接受度等等还存在潜在风险^[1-3]。怎样在保证数据安全和尊重教育规律的基础上,建立一个高效、可信、可解释的注意力检测系统,是本文研究与未来应用推广中的困难问题。

二、系统设计的双重基础

(一) 教育理论

注意力是认知加工的门户,也是有效学习发生的前提条件。维果茨基的“最近发展区”理论认为教学要符合学生认知的发展水平,而注意力水平就是判断个体是否处在可以被教育的时期的

重要标志。布鲁纳的认知结构理论认为,学习者要主动地去加工信息,持续的专注才能达到意义建构目的。现代教育心理学又表明,注意力具有情境性的特点,并且有波动的特性,会受到任务难度、情绪状态、课堂互动等因素的影响^[4]。因此,注意力检测不能只看静态指标,应该融入到教学过程去,根据任务的种类、互动响应速度和学习目标实现来做出动态分析。

(二) 技术逻辑

从技术上看,注意力检测系统依靠的是多模态感知与智能推理的融合呈现。首先用高清摄像头、红外传感器或可穿戴设备,采集学生的各种行为数据,如眼动轨迹、头部姿态、微表情和身体动作等。其次,通过深度学习模型对原始信号进行特征提取并进行状态分类,找出专注、分心、困惑等典型的、直观的注意表达模式。最后加入上下文感知模块,融合课堂时间、教学环节、教师行为等环境因素来提高判断的准确性及鲁棒性^[5]。可见,技术实现要考虑到实时性和轻量化,以适应普通教室的算力限制。关于技术逻辑的核心就是建立一个可以解释的、迭代的、适应教学感知的闭环,值得我们深入探索与实践。

三、系统的核心目标

本系统的核心目标在于创建一个可以和课堂教学完全融合的

“智能体”“小老师”，作为辅助角色，但是要从根本上区别于隶属于教师的监控工具。以其具有“理解教学——感知学生——协同反馈”三方面的技能，在不影响正常教学的情况下给教师提供及时、准确、可以实施的注意力状态观察。系统应尊重教师的专业判断，将检测结果以可视化、情境化的方式呈现出来，可以用热力图来表现整个班级的专注情况，也可以标记个别学生异常波动的时段，为教师发现问题提供支持^[9]。另外，系统应该有差异化的响应能力，在短暂走神可以忽略的情况下，不做过多干预，在持续低投入情况下给适当提醒。当然教师本身也要与时俱进，加强对学生认知状态的感知能力，在人机协同的基础上调整教学节奏，实现由经验主导向数据支撑转变，将课堂再次领入智慧化、现代化领域，领入到以学生为本的教学轨道之中。

四、系统的架构设计

（一）数据采集层

数据采集层为系统的感知能力服务，在真实的课堂环境中无感、连续地采集学生的动作数据。主要依靠安装在教室前部的广角高清摄像头和可选的红外、深度传感器，解决光照变化及部分遮挡问题。采集内容包括人脸图像序列、头部三维姿态、眼部区域细节及上半身动作等。为保护隐私，原始视频流在边缘设备端即进行脱敏处理，仅提取关键点坐标、视线向量等结构化特征，不存储可识别身份的图像。当然，系统支持多角度融合方式来提高覆盖率，通过自适应采样法保证分析精度，并减少带宽和存储消耗。注意所有的采集活动都遵守知情同意的原则，也符合教育数据安全的规定。

（二）智能分析层

智能分析层的任务就是把原始特征转化为注意力状态，也就是语义映射任务。具体使用多任务深度学习框架把面部动作单元识别、视线估计、姿态稳定性分析等子模块结合在一起，给出个体和群体的注意力置信度得分。也使用标注细致的课堂行为数据集进行模型训练，在不同的年级、学科以及各种教学场景中出现的各种注意力表现上做实验^[7-8]。为了提高泛化能力，采用迁移学习和领域自适应的方法，模型可以很快地适应新的班级或新的老师。同时系统中植入了上下文理解模块，在课程进度、教师指令、PPT 切换等事件发生的时候，自动分析注意力变化的原因，并给出有教育意义的结果解释。

（三）决策反馈层

决策反馈层把分析的结果转化为可使用的教学干预建议。用规则引擎加机器学习的混合方式，即事先设置根据教育经验所确定的阈值规则；用强化学习来动态地调整反馈策略，按照历史干预的效果来决定提示的强度和时效。反馈的形式划分两类：一是面向教师的实时仪表盘，二是面向学生的轻量级提示。所有的反馈都强调的是“辅助性的”和“非侵入性的”，不会给课堂带来干扰，也不会使学生感到焦虑。系统中还设置了教师可以人工修正错误的功能，形成人机联动的循环改进机制。

（四）应用服务层

应用服务层是系统同用户进行交互的界面，给多终端、多角

色用户提供服务。教师可以使用平板或者 PC 端查看实时的注意力概览、回顾历史数据、生成学情报告，把注意力指标同学业表现关联起来进行分析。教研人员可以借助聚合数据进行教学有效性研究，找出有较大影响力的教学行为。系统还提供 API 接口，可以和智慧课堂平台、学习管理系统集成，实现数据共享。为了保证它长期稳定地工作，在本层内设了权限管理、日志审计和模型更新这三个部分，并配有配置向导，给教师根据实际情况启停相应的功能模块，来符合不同的教学风格以及学校制度对学生系统所提出的不同要求。

五、系统的应用策略

（一）依托教学场景优化设计

课堂注意力检测系统的有效性很大程度上取决于它对于具体教学场景的了解和适应程度。关于不同课型、不同学段及不同的教室布局，都会对注意力的表现形式和检测方式提出细节要求。所以，系统的设计不能照搬或是一刀切，而应采用场景驱动的模块化结构。对于小学生来说，以肢体活跃度和眼神交流的综合评价为主，容忍较大的行为波动范围；对于高一理科学习而言，主要看学生做题时的眼神专注度以及眉头轻微皱起这样的认知负担信息。系统允许教师课前选择教学场景模板，自动加载相应的注意力判定规则和敏感度参数。另外，对边缘计算设备进行本地化部署，减小网络的依赖性，在普通的教室环境下也可以正常使用^[9]。当然，界面设计要简洁明了，不能加重教师的认知负担，真正达到“能用、愿用、好用”的目的。

（二）结合教学目标达成反馈

注意力检测的价值不应只是识别状态，应服务于教学目标的有效实现、深化与落地。系统要建立起注意力数据同学习成果之间联系的逻辑，把“是否专注”变成“为什么不能专心”和怎样改善教学。当课堂上大部分学生对老师讲解到的重要概念不能保持注意力时，系统就会发出提示，“这里需要添加更多的例子或互动”。小组合作阶段，如果某个学生一直游离在外，可以向教师求助。反馈机制要分层，即宏观层面形成课后报告，给教师进行教学设计的反思，微观层面给出及时的轻提示，辅助于即时调整。更重要的是，系统不应该把注意力等同于学习效果，而应该把它当作诊断教学适配度的一个指标之一，在之后的测验、问答等数据的基础上做交叉验证，形成注意力、参与度、理解度三者并存的综合评价链条，最终达到用数据来指导教学的目的。

（三）面向学科特点定制指标

不同学科对于注意力的要求和表现是不一样的，通用的注意力模型不能满足精细化的教学需要。语文阅读课重视沉浸式的专注和情感的共鸣，学生长时间低头实际上是深度地投入进去。数学解题要集中大量的注意力在题目和草稿上，而频繁地四处张望会起到消极的作用。在体育或者艺术课上，身体的移动本身就属于学习的一部分。所以，系统应包含学科定制化的注意力指标体系，可以由专家合作来确定各个学科的有效注意力行为谱^[10]。比如，科学实验课重视操作手部和仪器的协调性，英语听说课重视

唇动和听觉朝向。在模型训练阶段加入学科标签做上下文特征，使分类器可以区分出学科合理的行动和真实的分心。教师也可以在系统中选择所教的学科，自动激活对应的行为主体解释规则，保证检测结果符合学科教学逻辑，不会造成误判干扰教学判断。

（四）融合课堂节奏调整检测

课堂教学有明显的节奏感，包含导入、讲解、练习、总结等环节，在各个阶段对于学生的注意要求以及表现形式都不同。如果系统忽略这一动态性特征，就会造成大量的误报。练习阶段学生低头书写属于正常的行为，不应该被认定为分心，而教师提问后的一段沉默期、短暂的视线游离是思考的过程。因此需要将课堂节奏信息融入到系统中，使情境感知具有自适应性。可以对教师的语音关键词、PPT 翻页、板书动作等信号进行识别，自动划分为不同的教学阶段，并动态地改变注意力判定阈值和权重。

在高互动环节加强对眼神交流的敏感性，在自主学习环节放松对视线方向的要求。另外，系统可以学习到教师个人教学节奏的习惯，并且逐渐地进行个性化检测。以此提高检测的准确率，让反馈建议与教学过程契合，真正起到调节课堂节奏的智慧化控制作用。

六、结论

总而言之，对于学生注意力检测系统的开发不是一蹴而就的，广大教育者、管理者应当携手努力，就相应硬件、软件进行优化设计。并且，区分数据采集、智能分析等模型层次，用于监测不同课程中的学生表现，抓取关键特征形成数据，为教学提供反馈。

参考文献

[1] 王小君, 寒嘉铭, 刘盟, 等. 可解释人工智能在电力系统中的应用综述与展望 [J]. 电力系统自动化, 2024, 48(04): 169–191.

[2] 吴邦翔. 基于深度学习的注意力检测系统设计 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(11): 73–75.

[3] 罗喜, 张成峰, 邱杰. 基于人工智能的安全预警装置在纸卷仓储的应用 [J]. 中国造纸, 2023, 42(09): 145–147.

[4] 姚克明, 俞洋, 罗印升, 等. 人工智能在新工科“传感器与检测技术”教学中的应用 [J]. 科技资讯, 2023, 21(07): 176–179.

[5] 郑杰辉. 面向 VR 教育应用的课堂学生注意力检测系统研究 [J]. 西安文理学院学报 (自然科学版), 2022, 25(01): 45–49.

[6] 吴琼. 高校课堂注意力的研究现状及改善策略 [J]. 教育教学论坛, 2020, (28): 98–100.

[7] 刘燕德. 基于注意力 LSTM 网络的电力线路故障智能检测 [J]. 中国有线电视, 2020, (06): 627–630.

[8] 刘荣华, 范诚. 基于深度学习的教师注意力识别与应用 [J]. 智能计算机与应用, 2020, 10(06): 180–182.

[9] 郭赞, 张剑妹, 连玮. 基于头部姿态的学习注意力判别研究 [J]. 科学技术与工程, 2020, 20(14): 5688–5695.

[10] 罗元, 陈雪峰, 毛雪峰, 等. 视觉注意力检测技术研究综述 [J]. 半导体光电, 2019, 40(01): 1–8.