

多维度特征融合的教学行为智能分析模式构建

赵刚, 朱文娟, 胡碧灵, 夏青, 刘闪, 初洁

(华中师范大学 人工智能教育学部教育信息技术学院, 湖北 武汉 430079)

[摘要] 分析课堂教学行为是揭示课堂教学规律的一个重要途径。如何利用信息技术手段处理与分析累积的海量教学视频公开课中的教学行为, 成为当前改革教学过程评价服务的热点之一。由于教学中教学行为具有教学性、有序性、关联性等固有教育特性, 使得基于深度学习的视频分割与识别技术仍然无法有效理解教学场景和教学行为。因此, 文章设计了包含“基于视听觉特征的教学行为分析编码系统、教学行为听觉特征识别、教学行为视觉特征识别、教学分析过程数据可视化呈现”四个核心要素的一种多维度特征融合的教学行为智能分析模式, 提出了“视觉特征为主、听觉特征为主、融合特征为主”三条实践路径, 以厘清教学行为智能分析要素的关系, 并以视觉特征为主的实践路径初步分析了43节课堂教学视频, 提取了时间维度上的教学行为视觉特征, 以期为“一师一优课、一课一名师”“教师研修”等教学行为智能分析活动提供借鉴。

[关键词] 教学行为; 多维度特征; 智能分析; 人工智能技术

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 赵刚(1981—), 男, 江西奉新人。教授, 博士, 主要从事多媒体技术与处理、智能学习分析研究。E-mail: zhaogang@mail.ccnu.edu.cn。朱文娟为通讯作者, E-mail: zwj@mails.ccnu.edu.cn。

一、引言

课堂教学行为研究通过分析教学场景中教师和学生行为的显著性特征, 归纳师生教学行为的种类、活动率、转换率等深层次特征, 帮助教师全面了解教学情况, 促进教师专业技能发展^[1]。基于视频的课堂教学行为分析为优化课堂教学过程、提高教学质量提供了可能^[2]。然而, 目前基于视频的教学行为分析仍普遍采用人工参与机制^[3], 即按照固定时间分割后, 安排分析人员观察和分析教学内容, 分析人员根据主观的经验识别其中的教学行为^[4]。在人工智能方面, 视听觉的视频分割与识别方法在新闻^[5]、体育^[6]、监控^[7]等领域已从技术研究走向技术应用。在教学领域中, 也有研究利用该方法对学生异常行为进行识别^[8-9], 但是, 教学中的教学行为具有教学性、有序性、关联性等固有教育特性, 没有充分考虑教学行为的教学含义, 仍然难

以取得理想的分割与识别效果, 难以为后续分析提供理想的支持依据。因此, 文章深入分析教学行为(非言语行为、言语行为)在教学场景中的表现形式和特点, 提取各行为主体(教师、学生)的视觉、听觉、语义等多维度特征信息, 结合时序行为检测、语义分析等技术, 提出一种智能化的教学行为分析模式, 实现教学场景中教学行为的高效、精准分割与识别, 满足海量教学视频分析的需求。

二、教学行为分析方法概述

(一) 教学行为分析方法的起源与发展

课堂教学行为研究起源较早, 并且一直是教育领域的研究热点, 对教学行为的深入研究是开展教学分析的重要基础。目前, 教学行为分析方法主要分为教学行为分类与编码和教学行为量化分析两种方法。

教学行为分类与编码是一种对教学行为进行分

基金项目: 2020 年度国家自然科学基金项目“融合教学行为特征的教学场景智能分割与识别研究”(项目编号: 61977034); 2017 年度教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于场景感知的户外体验式学习环境构建方法研究”(项目编号: 17YJA880104)

类,再进行编码的方法,主要归纳为弗兰德斯分析方法及其衍生分析方法和TIMSS方法。弗兰德斯分析方法及其衍生分析方法起源于1963年弗兰德斯提出的弗兰德斯互动分析系统(FIAS)^[10],该系统明确了课堂中师生言语行为类型,弗兰德斯的局限性在于过于重视教师在课堂教学中的行为(7个类别),忽视了学生行为(2个类别)。我国学者提出了不同的分析系统以适应不同环境下、不同学科的课堂教学行为分析。面向不同教学环境,2004到2016年,我国学者顾小清^[11]、方海光^[12]、穆肃^[13]、张屹^[14]和蒋立兵^[3]对FIAS进一步细分了行为类型,分别提出了基于信息技术的互动分析编码系统(ITIAS)、针对数字化课堂教学环境的改进型弗兰德斯互动分析系统(iFIAS)、针对信息化教学环境的课堂教学行为分析系统(TBAS)、智慧教室环境下的课堂教学互动分析编码系统和智慧教室环境下的高校课堂教学行为分析系统(CTBAS)。面向不同学科,郑长龙提出了CPUP化学课堂结构模型^[15];刘向永结合小学英语教学的特征,修改和完善了iFIAS系统^[16]。TIMSS方法提出的编码系统比弗兰德斯互动分析系统更为细致^[13],将教师言语行为和学生言语行为分类至三级编码^[17]。

获取课堂教学行为编码后,利用教学行为量化分析方法对教学行为以及教学过程进行量化分析。教学行为量化分析法主要包括S-T教学分析、时序列分析、分类分析等方法。S-T教学分析方法是一种利用数据采集的方式把课堂师生教学行为量化为教师行为和学生行为数据,并通过数据图形化的技术手段,简洁明了地反映课堂教学的定量化教学分析方法^[18]。时序列分析法是在时间的维度上,对教学过程进行统计分析,从而总结教学过程规律的一种动态教学行为量化分析方法^[19-20]。

根据以上研究分析可知,教学行为分析的研究已较为成熟,然而,目前的教学行为分类体系忽视了对行为的视觉特征与听觉特征的细化,与人工智能技术结合分析应用具有一定的困难。因此,本研究在以上教学行为分析方法的基础上,对教学过程中教师和学生行为的视觉特征和听觉特征进行细化,初步构建与优化适合人工智能技术分析应用的教学行为分析方法。

(二)教学行为分析的应用局限

为了分析教学行为分析领域关注的研究主题与研究热点,本文以Web of Science数据库核心数据合集和中国知网(CNKI)为数据来源,选取“教学行为”“教学互动行为”“互动分析”“S-T”“TIMSS”等相关主

题的硕博毕业论文和教育技术领域学术期刊论文共2682篇。

如图1所示,1992年—2019年,期刊论文和硕博论文数量均呈现缓慢增长趋势,随着MOOC等网络在线平台的发展,在2017年,对教学行为分析的相关研究达到了最高峰。本文首先利用CiteSpace文献分析软件,选择节点类型为“Term”对相关论文进行共词分析。Term来源包括文章标题、摘要及关键词,得到了代表中心性和被引频次都比较高的关键词;然后,利用词云图对论文关键词进行可视化分析,直观地展示高频关键词在文献中的共现情况(如图2所示)。从词云元素大小来看,频率较高的关键词有“课堂交互”“教师教学行为”“有效教学”“个案研究”“新手教师”“Nvivo”等。

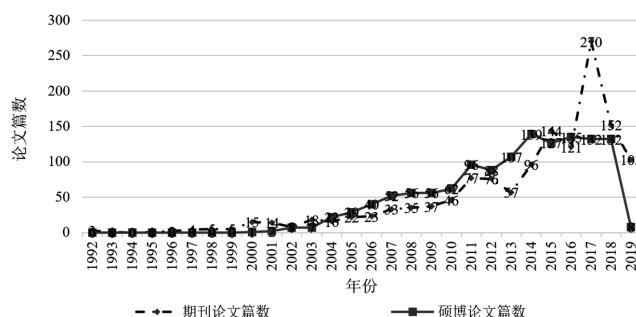


图1 文献年份数量趋势图



图2 主题词云图

具体文献分析显示,教学行为分析的热点领域是利用教学行为分析系统,结合个案研究法,评测师生教学行为与教学现象、教学环境、学科教学等之间的关联关系,典型研究如司治国等对分析英语新手教师的课堂教学行为的特点和存在的问题^[21]。大部分研究利用Nvivo质性分析工具或采用计算机辅助结合定时分割的方式对教学行为数据进行采集与处理,例如:一节50分钟的课,3秒采集一次,采集1000个采样点,实现课堂教学视频中的师生教学行为分析^[22],此类研究的数据样本规模较小,并且需要研究者人工识

别教学行为。为了节省教学行为分析的人力投入,以及可能面临的数据样本增加等问题,部分研究者利用传统机器学习算法和单帧的图像对课堂教学行为进行识别与分析^[23],然而,算法和数据的局限性使其只能区分教师行为和学生行为,忽视了教学行为的细节定位。

综上所述,教学行为分析应用局限主要包括三个方面:(1)应用领域较广,数据样本大小受人工分析限制;(2)利用定时分割的计算机辅助技术,忽略了课堂中的教学行为的整体性特征,课堂教学是由多个有意义的教学环节单元以及有意义的教学事件单元组成,这些教学环节单元中又包括非言语行为中的师生教学姿态、言语行为中的教学语义内涵,定时分割的计算机辅助技术无法满足教学视频场景中的多类别教学行为分类与分割的需求;(3)利用传统机器学习算法,忽视了教学行为分类的细节定位。

(三)基于深度学习的视频分割与识别技术主导的分析模式在教学行为分析中的应用

随着深度学习的发展,语音识别、语义分析、时序动作检测和动作识别等人工智能技术实现了技术上的飞跃。如今,计算机领域中基于深度学习的视频分割与识别技术主导的分析模式的实践路径流程如下:第一步,提取视频的图像特征和声音特征;第二步,对场景中的人物动作(动作包括行走、打球、梳头等日常行为)进行识别与分析。在教育领域已初步有以下研究:Haibing Ren 在智慧教室环境以及多个摄像头环境下,结合教师脸部、双肩关节、双手等三维图像特征,识别教师从讲台上拿物体、放回物体、指向学生、指向黑板、与学生交流、解释物体、喝水七种动作^[24];Asim Raza 提出了基于隐马尔可夫模型的教师活动识别的图像帧序列方法,识别教师走路、写作、指向黑板、站立和指向演示文稿五种动作类型^[25];Nida 通过提取教室场景视频中教师的运动轮廓,利用极限学习机算法识别走路、指向黑板、指向屏幕、使用手机、使用笔记本电脑、阅读笔记、坐下和板书八种不同教师行为类型^[26];刘清堂构建了一种课堂教学行为智能分析模型,并以此分析了课堂中教师行为和学生行为两类行为^[27];魏艳涛利用深度学习网络识别听课、左顾右盼、举手、睡觉、站立、看书和书写七种学生课堂行为^[28];也有研究通过图像识别方法对学生异常行为(奔跑、打闹等)进行分析^[8-9]。

然而,在教学场景中,无论是学生行为,还是教师行为,以上教育领域中的基于深度学习的视频分割与识别技术主导的分析模式研究止于浅层的教师或者

学生动作,没有深层次地分析其教学含义,同时教学场景中除了图像特征和声音特征,视频的时序特征、语义特征等都有一定的教学含义。因此,本研究结合教学过程特性、教学过程的教学行为特征和教学场景中的视觉特征、听觉特征等,利用语音识别、时序动作检测、语义分析、数据挖掘等人工智能技术,研究融合教学行为多维度特征的教学行为智能分析模式,为大规模课堂视频教学行为分析与挖掘的开展和应用提供了新的技术手段和方法。

三、多维度特征融合的教学行为智能分析模式构建

本文以教学行为分析理论和计算机领域中基于深度学习的视频分割与识别技术主导的分析模式为基础,通过大规模课堂观察,在教育领域和计算机领域专家的双重指导下提出一种教学行为智能分析解决方案,利用演绎法构建多维度特征融合的教学行为智能分析模式,结合教育特点,从基于视听觉特征的教学行为分析编码系统(Analysis Coding System of Teaching Behavior Based on Visual and Auditory Features,简称 VATBAS)、教学行为听觉特征识别(Auditory Feature Recognition of Teaching Behavior,简称 TA)、教学行为视觉特征识别(Visual Feature Recognition of Teaching Behavior,简称 TV)、教学分析过程数据可视化呈现(Visual Display of the Process Data of Teaching Analysis,简称 TDV)四个核心要素,听觉特征为主(VATBAS+TA+TDV)、视觉特征为主(VATBAS+TV+TDV)、融合特征为主(VATBAS+(TA+TV)+VATBAS+TDV)三条实践路径进行构建,该模式强调利用教育特性融合基于深度学习的视频分割与识别技术,帮助解决目前教学行为智能分析中存在的问题,从而对智能分析教学行为进行理论指导。多维度特征融合的教学行为智能分析模式如图3所示。

(一)核心要素

1. 基于视听觉特征的教学行为分析编码系统(VATBAS)

有效的智能化教学分析模式必然依赖于对教学场景中教师、学生行为的特点和方式的深入研究和理解,本研究在S-T、TIMSS、FIAS、ITIAS、iFIAS、智慧教室环境下的课堂教学互动分析编码系统和CTBAS的基础上,分析各类教学行为(非言语行为、言语行为)在教学场景中的外显形式和特点,提取教学场景中各行为主体(教师、学生)的视觉、听觉、语义特征,构建基于视听觉特征的教学行为分析编码系统(VATBAS)

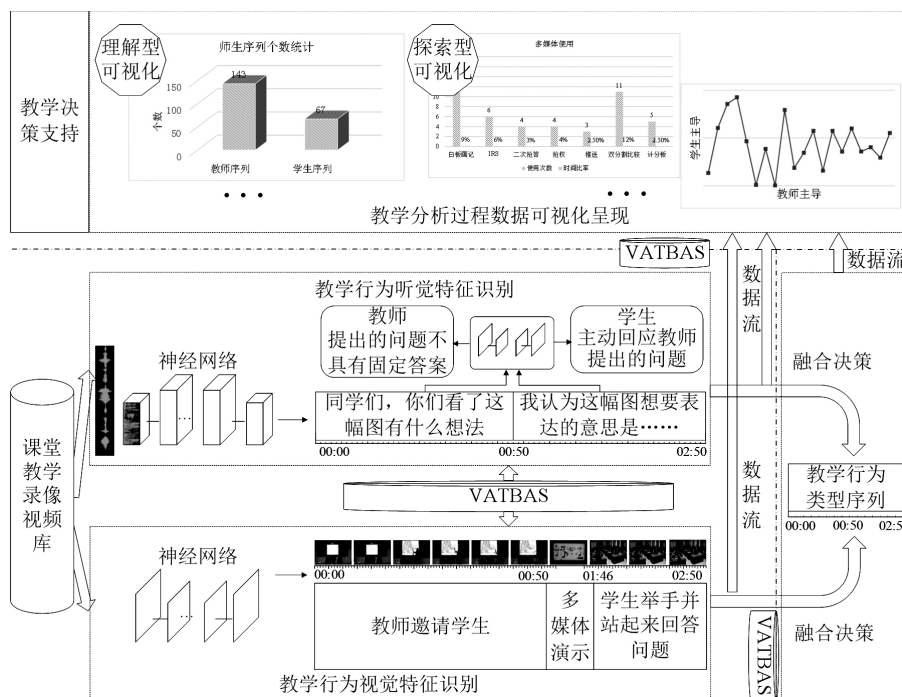


图3 多维度特征融合的教学行为智能分析模式

(见表1),为后续智能化教学行为分析提供重要的理论基础和依据。该系统依据不同的行为主体(教师和学生)和行为活动方式(言语行为和非言语行为),将教学行为分为教师言语行为、教师非言语行为、学生言语行为、学生非言语行为和无意义的沉寂或混乱五个类别。对比以上七种编码系统,该系统进行部分调整和优化设计,具体体现在以下三个方面:

第一,提取了行为主体在不同行为特征下与之相对应的视觉与听觉特征。在复杂教学场景中,师生教学行为识别往往受到背景混杂、遮挡、噪音等因素影响,视觉、听觉特征(语义特征与听觉特征在此编码系统中合并成听觉特征)的相互融合能够从数据中多角度提取出教学场景中的目标信息和环境信息。通过提取多模态特征以弥补单模态特征的不足,实现系统化、数字化的教学行为分类。

第二,将师生与技术的交互行为归类到教师、学生非言语行为的二级或三级编码。由于目前大多数的教学场景都是多媒体教室,师生互动形式更加复杂多样。除了教师和学生、学生和学生互动之外,还存在教师、学生和计算机多媒体设备的互动。若将其增加在一级编码上,势必会增加编码个数,给观察者在某种程度上造成记录负担。单纯的技术行为并不能真正体现技术与师生互动的真正融合^[29]。在师生的非言语行为中都伴随着技术设备的辅助行为,如教师使用多媒体设备进行讲解、学生用计算机技术展示成果等。将人与技术的交互行为融入教师、学生的非言语行为

中,可以使本研究建立的教学行为分析编码系统更加合理和客观。

第三,细化师生言语行为。教师言语行为:考虑到内容来源的多样性,将“讲授”细分为“基于多媒体内容讲授”和“基于教材内容讲授”;考虑到内容的深度与广度,将“反馈评价”细分为“判断对错”“总结或延伸”“鼓励表扬”“批评维权”。学生言语行为:考虑到提问内容与课程的相关性,将“主动提问”细分为“问课程相关问题”和“问课程非相关问题”两个方面;考虑到主被动关系以及与课程内容的相关性,将“应答”细分为“主动应答与课程相关问题”“被动应答与课程相关问题”“主动应答与课程非相关问题”“被动应答与课程非相关问题”;考虑到目前教学进一步重视培养学生的语言表达能力,添加一项“汇报展示”的表现形式。

2. 教学行为的听觉特征识别:语音识别、声纹识别与语义分析技术

教学场景中具有“一对多”的对象关系(一个教师对应多个学生)、教师说话时间较长等特性,多维度特征融合的教学行为智能分析模式利用语音识别、声纹识别技术,采集语音信号数据以及语音声学特征(语音情感特征),获取课堂教学视频的时间、与时间相对应的文本信息以及与时间相对应的说话人的身份,利用语义分析技术,结合 VATBAS 对文本信息进行语义相似度计算,从而获取基于听觉特征的教学行为序列。

3. 教学行为的视觉特征识别:时序动作检测与动作识别技术

表 1

基于视听觉特征的教学行为分析编码系统 (VATBAS)

分类	表现形式			特征描述
教师言语行为 (TS)	讲解陈述 TS01	基于多媒体内容讲授 TS0101		AF:对教学内容提供事实、见解; VF:电子白板等展示相关内容
		基于教材内容讲授 TS0102		AF:对教学内容提供事实、见解; VF:教材、黑板等展示相关内容
	提问 TS02	提出开放式问题 TS0201		AF:提出的问题不具有固定答案; VF:邀请学生(非必要条件)
		提出封闭式问题 TS0202		AF:提出的问题具有固定答案; VF:邀请学生(非必要条件)
	反馈评价 TS03	判断对错 TS0301		AF:对学生的回答做出正确或错误的判断
		鼓励表扬 TS0302		AF:称赞或表扬学生
		批评维权 TS0303		AF:批评学生或维护教师的权威
		总结或延伸 TS0304		AF:比较结论性的回答或评述
命令或指示 TS04			AF:指示或命令学生做某事	
教师非言语行为 (TA)	传统媒体演示 TA01	板书 TA0101		VF:使用黑板等传统媒体,通过抄写或演算等展示教学内容
		操作教具 TA0102		VF:使用实验器材、模型等教具展示教学内容
	现代多媒体演示 TA02			VF:使用计算机多媒体系统中的多媒体向学生展示教学内容
	设备基本操控 TA03			VF:对媒体设备功能的调控等,或演示前的一些准备行为
	观察巡视 TA04			VF:巡视观察,了解学生学习情况
	个别指导或参与交互活动 TA05			VF:在学生开展练习、实践等过程中,针对学生遇到的问题或困难,实时给予个别指导等
学生言语行为 (SS)	提问 SS01	问课程相关问题 SS0101		AF:学生向教师或者其他学生提出课程内容相关的疑问; VF:学生举手或者站起来提问(非必要条件)
		问课程非相关问题 SS0102		AF:学生向教师或者其他学生提出与课程内容无关的疑问; VF:学生举手或者站起来提问(非必要条件)
	应答 SS02	回应课程相关问题 SS0201	主动应答 SS020101	AF:回应教师提出的课程内容相关的问题,包括开放式和封闭式问题; VF:学生举手并站起来回答问题
			被动应答 SS020102	AF:回应教师提出的课程内容相关的问题,包括开放式和封闭式问题; VF:教师邀请学生,学生站起来回答问题
		回应非课程问题 SS0202	主动应答 SS020201	AF:回应教师管理性要求或者非课堂知识相关问题; VF:学生举手并站起来回答问题
			被动应答 SS020202	AF:回应教师管理性要求或者非课堂知识相关问题; VF:教师邀请学生,学生站起来回答问题
	讨论与合作 SS03			AF:学生相互之间讨论问题,自由交流观点; VF:几个学生成簇状
	汇报展示 SS04			AF:分享并展示小组作品、成果或过程
学生非言语行为 (SA)	观察 SA01			VF:观察教师或同伴的活动,观察多媒体演示的教学信息
	做笔记或练习 SA02	使用传统方式 SA0201		VF:学生通过传统方式(书本、纸等)抄写笔记或进行课堂练习
		使用计算机多媒体设备 SA0202		VF:学生使用计算机系统或多媒体设备(平板电脑等)抄写笔记或者进行课堂练习
	演示成果 SA03	使用传统方式 SA0301		AF:分享并展示作品、成果或过程; VF:学生通过传统方式(书本、模型等)呈现内容、演示成果的行为
		使用计算机多媒体设备 SA0302		AF:分享并展示作品、成果或过程; VF:学生使用计算机系统或多媒体设备(平板电脑等)呈现内容、演示成果的行为
	实践或实验 SA04			VF:学生参与实践活动或者教学实验
	思考 SA05			AF:学生没有言语行为; VF:无明显的行为,学生镜头
无意义的沉寂或混乱 (None)				AF:暂时停顿、短时间的安静或混乱; VF:无法判定具体教学行为的类型

注:AF为听觉特征,VF为视觉特征。

教学场景具有场景布局稳定、教师与学生活动范围有限且运动路径较为稳定等特性,多维度特征融合

的教学行为智能分析模式利用时序行为检测与动作识别技术,提取课堂教学录像视频帧的图像特征、光流

特征、时序特征等,对教学行为数据进行训练,生成教学行为决策模型,利用教学行为决策模型对视频场景中教师和学生的行为边界进行定位、分割,获取基于视觉特征的教学行为序列。

4. 教学分析过程数据可视化呈现:数据可视化、数据挖掘与决策支持技术

数据可视化分为探索型可视化和理解型可视化,探索型可视化是指从数据集中不确定能够获取到何种信息,试图探索数据所潜藏的信息;理解型可视化可以生成便于用户理解的形式,是一种最直观、最清晰的方式,可以提高处理效率,如教学行为时序列图。多维度特征融合的教学行为智能分析模式利用数据可视化技术研制可视化界面工具,将数据置于视觉空间中,产生教师教学行为分析报告、学生教学行为分析报告等直观的可视化分析报告;同时,利用数据挖掘技术挖掘深层信息,深度挖掘教师的学科知识、教师教学能力和学生异常行为等数据信息,产生相对应的可视化数据挖掘分析报告,辅助教学决策。

(二)实施路径

“VATBAS+TV+TDV”“VATBAS+TA+TDV”在VATBAS的基础上,对课堂教学行为进行定义和关联。首先,利用语音识别、声纹识别与语义分析技术获取课堂教学视频的听觉特征和语义特征,或者利用时序动作检测、动作识别、图像识别技术深度提取课堂教学视频的视觉特征;然后,利用VATBAS进一步筛选课堂教学视频中与教学行为相关的有效特征;最后,可视化提取教学行为数据。

“VATBAS+(TA+TV)+VATBAS+TDV”将“VATBAS+TV+TDV”和“VATBAS+TA+TDV”相结合,首先,提取课堂教学视频的听觉特征、语义特征和视觉特征,筛选课堂教学视频中与教学行为相关的有效特征后,利用融合全局最优识别策略(如特征比重)初步确定教学行为类型;其次,利用VATBAS进行二次筛选;最后,利用数据挖掘、数据可视化与决策支持技术,对深层次的信息进行挖掘并产生可视化的分析报告,以求获得智能化的教学行为分析服务形态。

四、融合视觉特征的时序教学行为检测与识别

融合视觉特征的时序教学行为检测与识别是多维度特征融合的教学行为智能分析模式的实践路径“视觉特征为主”的应用案例。以时序分析为例,利用深度学习中时序动作检测R-C3D网络^[30]作为时序教学行为视觉特征检测与识别模型,阐述多维度特征融合教学行为智能分析模式中教学行为的视觉特

征识别过程。

融合视觉特征的教学行为识别主要包括以下步骤:(1)时序教师行为数据采集与预处理。采集课堂教学视频并对课堂教学视频进行预处理和标注,从而构建时序教师行为数据集。(2)迁移学习。以时序动作检测公共数据集预训练的R-C3D网络模型对课堂教学视频数据进行训练。(3)实验结果及分析。评估训练的时序教学行为识别模型。

(一)时序教师行为数据采集与预处理

基于VATBAS中分类的视觉特征,本次实验将课堂中的时序教学行为分为学生举手(对应VATBAS中SS01、SS020101或者SS020201的视觉特征)、学生坐下(辅助视觉特征)、学生站起来(对应VATBAS中SS02的视觉特征)、教师指向交互式白板(对应VATBAS中TS0101的视觉特征)、教师指向黑板(对应VATBAS中TS0102的视觉特征)、教师邀请学生回答问题(对应VATBAS中TS02的视觉特征)、教师在黑板上写字(对应VATBAS中TA0101的视觉特征)和教师在教室巡视(对应VATBAS中TA04的视觉特征),以上浅层的视觉特征能为后续深层次的具有教学含义的行为分析提供一定的数据支撑。

本研究选取上海市D学校和武汉市G学校,采集了43节课堂教学视频,包括信息技术、数学、语文等科目,总时长1770.29分钟,视频分辨率为720×576,帧率为25fps。利用自主研发的时序教学行为标注工具对课堂教学视频进行人工标注,标定教学行为的起止时间及行为类别,总标注3360个行为片段。目前,行为时间跨度在0.5s~70.0s之间,标注完成后,工具自动生成相应的时序教学行为标注文件。本研究使用23节课堂教学视频(1936个行为片段)训练相关网络,使用20节课堂教学视频(1424个行为片段)进行测试。

(二)迁移学习

为了解决由于小样本数据集难以提供足够学习特征而导致模型能力欠缺的问题以及加快R-C3D网络训练过程,本文利用ActivityNet数据集^[31]预训练的R-C3D网络模型对课堂教学视频数据进行迁移学习,使模型在迁移学习过程中加速修正模型权值,以提高时序教学行为检测与识别能力。

(三)实验效果及分析

利用VATBAS进行筛选后的时序教师行为检测与识别,如图4所示,预测算法检测的时序教学行为起始时间与标记数据真实值相差较小,同时,预测算法识别的时序教学行为种类概率在69%以上。后续工

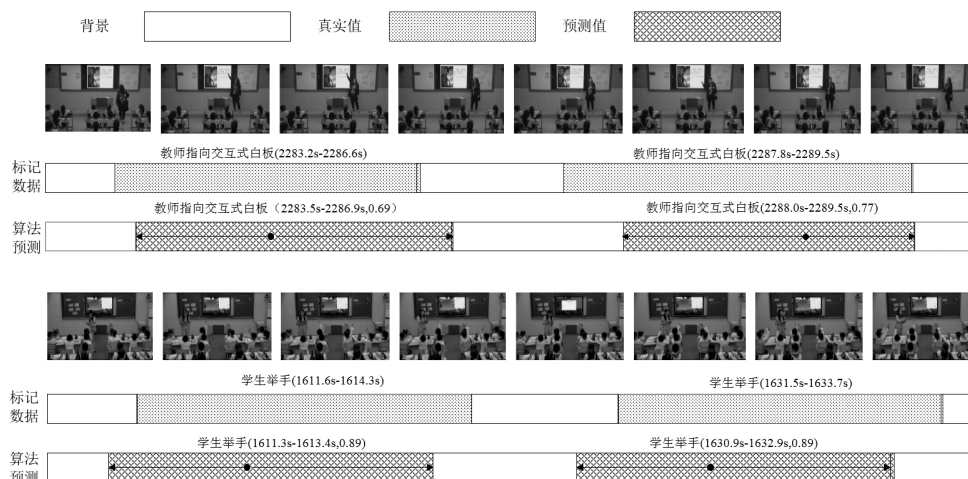
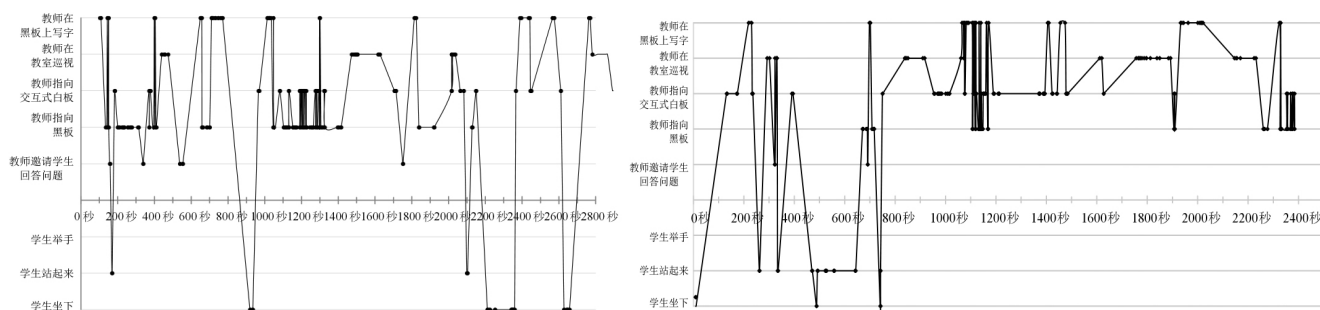


图4 时序教师行为检测与识别效果对比(部分)



(a) 上海市D学校高中数学“直线的参数方程”课堂

(b) 武汉市G学校高中数学“空间几何体的三视图和直观图”课堂

图5 教学行为的时序列表示

作将进一步优化相关算法,研究适用视频时长较长、标注行为个数较多的时序教学行为检测与识别算法,提高时序教学行为检测精度。

图5是时序教学行为检测与识别算法测试后生成的时序教学行为起始时间和行为种类的可视化数据,横轴表示45分钟课堂时间的度量,纵轴表示以上提到的时序教学行为类别。从图5(a)可以看出,上海市D学校高中数学“直线的参数方程”课堂前200秒的时序教学行为包括教师在黑板上写字、教师指向黑板、教师邀请学生回答问题、学生站起来,但是由于视觉特征的局限性(镜头切换),部分时序教学行为顺序稍显不合理。例如:学生站起来后没有学生坐下;图5中1000秒~2000秒之间多为教师时序行为,课堂中间时间段一般为新课教学环节。综上所述,融合视觉特征的时序教学行为检测与识别具有一定的合理性。专业教师在该实验成果应用过程中表示,该方法不仅可以对一节课中的时序教学行为进行分析,也可以对大批量相同课程的教学过程进行分析,以减少教师统计分析的工作量。与此同时,也能够为教师借鉴优质课程和反思自身教学提供技术支撑工具。

五、结 语

本文针对已有的教学行为智能分析应用局限,提出了一种多维度特征融合的教学行为分析模式,并初步尝试了模型中部分实践路径的应用,为大规模课堂视频教学行为分析的开展提供了新的解决思路,多维度特征融合的教学行为分析模式的创新点在于:(1)构建基于视听觉特征的教学行为分析编码系统(VATBAS),深入分析教学过程中的师生行为主体在不同行为特征下与之相对应的视觉、听觉特征,细化了教学行为类型,实现教学行为类型、教学行为听觉特征、教学行为视觉特征的精确描述和理解,为后续智能化的教学行为分析的实现提供重要的理论依据;(2)提出智能教学行为分析的解决方案,针对现有的计算机领域中基于深度学习的视频分割与识别技术主导的分析模式难以满足有教学含义的教学行为分析而导致的问题,利用VATBAS作为视听觉特征提取的先验知识和约束规则,采用语音识别、时序动作检测、语义分析、数据挖掘等人工智能技术提取教学场景中的有效特征,提供可视化的结果呈现方式,形成智能化的教学行为分析服务形态。后续研究将对其他两条实践路径进

行应用研究,不断迭代修正该模式,同时,继续优化相关算法,形成有效的教学过程评价服务科研产品,以期

应用到“一师一优课,一课一名师”“教师研修”、在线课堂等活动领域,为教学行为分析提供更优质的服务。

[参考文献]

- [1] MINTZES J J. Relationships between student perceptions of teaching behavior and learning outcomes in college biology [J]. Journal of research in science teaching, 2010, 19(9): 789-794.
- [2] 王萍.人工智能在教育视频中的应用分析与设计[J].电化教育研究, 2020, 41(3): 93-100, 121.
- [3] 蒋立兵,毛齐明,万真,沈欢.智慧教室促进高校课堂教学变革的绩效研究——基于课堂教学行为的分析[J].中国电化教育, 2018(6): 52-58.
- [4] 姚佳佳,李艳,金松涛,潘金晶.信息技术融入课堂的教师教学转型发展研究[J].中国电化教育, 2019(3): 37-47, 80.
- [5] POULISSE G, MOENS M, DEKENS T, et al. News story segmentation in multiple modalities [J]. Multimedia tools & applications, 2010, 48(1): 3-22.
- [6] KHAN M, TANVEER H, SUNG W B. Efficient CNN based summarization of surveillance videos for resource-constrained devices[J]. Pattern recognition letters, 2018(9): 1-6.
- [7] TANG Y S, DING D, RAO Y M, et al. COIN: a large-scale dataset for comprehensive instructional video analysis [C]//The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Long Beach: IEEE Press, 2019: 1207-1216.
- [8] 王娟.基于视频的异常行为检测系统的设计与实现[D].成都:西南交通大学, 2015.
- [9] 廖鹏,刘宸铭,苏航,李启芳,韩延巾.基于深度学习的学生课堂异常行为检测与分析系统[J].电子世界, 2018(8): 97-98.
- [10] FLANDERS N A. Intent, action and feedback: a preparation for teaching[J]. Journal of teacher education, 1963, 14(3): 251-260.
- [11] 顾小清,王伟.支持教师专业发展的课堂分析技术新探索[J].中国电化教育, 2004(7): 18-21.
- [12] 方海光,高辰柱,陈佳.改进型弗兰德斯互动分析系统及其应用[J].中国电化教育, 2012(10): 109-113.
- [13] 穆肃,左萍萍.信息化教学环境下课堂教学行为分析方法的研究[J].电化教育研究, 2015(9): 62-69.
- [14] 张屹,祝园,白清玉,李晓艳,朱映辉.智慧教室环境下小学数学课堂教学互动行为特征研究[J].中国电化教育, 2016(6): 43-48, 64.
- [15] 何鹏,郑长龙,尹学慧.化学课堂教学行为特征解析——基于课堂教学系统 CPUP 模型理论的案例分析[J].化学教育, 2014, 35(5): 1-4.
- [16] 刘向永,李傲雪,付奕宁,姜沛雯,王萍.基于电子书包的小学英语课堂师生互动分析——以“How are you?”单元为例[J].电化教育研究, 2018(8): 97-102, 121.
- [17] 张俐蓉.技术与教育整合的案例研究:课堂教学录像[J].电化教育研究, 2004(5): 66-69.
- [18] 傅德荣,章慧敏,刘清堂.教育信息处理[M].2版.北京:北京师范大学出版社, 2012.
- [19] 赵呈领,梁云真,阮玉娇.富媒体环境下职业院校课堂教学行为及特征研究[J].中国电化教育, 2016(2): 113-120.
- [20] KUCUK S, SISMAN B. Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction [J]. Computers & education, 2017, 111(8): 31-43.
- [21] 司治国,杨卉,王陆.英语新手教师教学行为监控与分析的实证研究[J].中国电化教育, 2012(10): 66-69.
- [22] 李静,张祺,苗志刚,李晓,周艳.中学信息化课堂教学交互行为研究——基于质性分析的视角[J].中国电化教育, 2014(2): 101-107.
- [23] 周鹏霄,邓伟,郭培育,刘清堂.课堂教学视频中的 S-T 行为智能识别研究[J].现代教育技术, 2018, 28(6): 54-59.
- [24] REN H B, XU G Y. Human action recognition in smart classroom [C]//Proceedings of Fifth IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition. Washington: ACM Press, 2002: 417-422.
- [25] ASIM R, MUHAMMAD H Y, HASSAN A S, et al. HMM-based scheme for smart instructor activity recognition in a lecture room environment[J]. Smart computing review, 2015, 5(6): 578-590.
- [26] NIDA N, MUHAMMAD H Y, AUN I, et al. Instructor activity recognition through deep spatiotemporal features and feedforward extreme learning machines[J]. Mathematical problems in engineering, 2019: 1-13.
- [27] 刘清堂,何皓怡,吴林静,邓伟,陈越,王洋,张妮.基于人工智能的课堂教学行为分析方法及其应用[J].中国电化教育, 2019(9):

13-21.

- [28] 魏艳涛,秦道影,胡佳敏,姚璜,师亚飞. 基于深度学习的学生课堂行为识别[J]. 现代教育技术, 2019, 29(7): 87-91.
- [29] 周艳.信息技术教学环境下课堂教学交互行为研究[D].武汉:华中师范大学,2013.
- [30] XU H J, DAS A, SAENKO K.R-C3D: region convolutional 3d network for temporal activity detection [C]//2017 IEEE International Conference on Computer Vision. Italy: IEEE Press,2017:5794-5803.
- [31] HEILBRON F C, ESCORCIA V, GHANEM B, et al. ActivityNet: a large-scale video benchmark for human activity understanding [C]//IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Boston: IEEE Press,2015:961-970.

Construction of Intelligent Analysis Model of Teaching Behavior Based on Multi-dimensional Feature Fusion

ZHAO Gang, ZHU Wenjuan, HU Biling, XIA Qing, LIU Shan, CHU Jie

(School of Educational Information Technology, Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central
China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

[Abstract] Analyzing classroom teaching behavior is an important way to reveal the law of classroom teaching. How to use information technology to process and analyze the teaching behaviors in the massive teaching videos in open classes has become one of the hotspots in the evaluation service of the current teaching reform. However, due to the inherent educational characteristics of teaching behaviors in teaching, such as teaching, orderliness and relevance, the video segmentation and recognition technology based on deep learning still cannot effectively understand the teaching scene and teaching behavior. Therefore, this paper designs an intelligent analysis model of teaching behavior with multi-dimensional feature fusion, which includes four core elements of "teaching behavior analysis coding system based on visual and auditory features, teaching behavior auditory feature recognition, teaching behavior visual feature recognition, and teaching analysis process data visualization presentation". Furthermore, three practical approaches dominated by "visual feature, auditory feature and fusion feature" are proposed to clarify the relationship between intelligent analysis elements of teaching behavior. And 43 classroom teaching videos are preliminarily analyzed based on the practical approach dominated by visual features, and the visual features of teaching behaviors are extracted from the time dimension, so as to provide reference for intelligent analysis activities of teaching behaviors such as "one excellent course for every teacher, one excellent teacher for every course" and "teacher training".

[Keywords] Teaching Behavior; Multi-dimensional Features; Intelligent Analysis; Artificial Intelligence Technology