

申请者的承诺与成果使用授权

本人自愿申报广东省高职教育教学改革研究与实践项目，认可所填写的《广东省高职教育教学改革研究与实践项目申报书》（以下简称《申报书》）为有约束力的协议，并承诺对所填写的《申报书》所涉及各项内容的真实性负责，保证没有知识产权争议。课题申请如获准立项，在研究工作中，接受广东省教育厅或其授权（委托）单位、以及本人所在单位的管理，并对以下约定信守承诺：

1. 遵守相关法律法规。遵守我国著作权法和专利法等相关法律法规；遵守我国政府签署加入的相关国际知识产权规定。

2. 遵循学术研究的基本规范，恪守学术道德，维护学术尊严。研究过程真实，不得以任何方式抄袭、剽窃或侵吞他人学术成果，杜绝伪注、伪造、篡改文献和数据等学术不端行为；成果真实，不重复发表研究成果；维护社会公共利益，维护广东省高职教育教学改革研究与实践项目的声誉和公信力，不以项目名义牟取不当利益。

3. 遵守广东省高职教育教学改革研究与实践项目有关管理规定以及广东省财务规章制度。

4. 凡因项目内容、成果或研究过程引起的法律、学术、产权或经费使用问题引起的纠纷，责任由相应的项目研究人员承担。

5. 项目立项未获得资助或获得批准的资助经费低于申请的资助经费时，同意承担项目并按申报预期完成研究任务。

6. 不属于以下情况之一：（1）申报项目为与教改无关的教育教学理论研究项目；（2）申报的项目已获同一级别省级教育科学基金项目立项；（3）本人主持的省高职教改项目尚未结题。

7. 同意广东省教育厅或其授权（委托）单位有权基于公益需要公布、使用、宣传《项目申请·评审书》内容及相关成果。

卢晋

项目主持人（签章）：_____

2023年6月26日

一、简表

项目 简 况	项目名称	基于多模态情感状态分析的在线教学质量评价方法研究					
	项目主持人身份 ²	<input type="checkbox"/> 校级领导 <input type="checkbox"/> 中层干部 <input type="checkbox"/> 青年教师 <input checked="" type="checkbox"/> 一线教学管理人员 <input type="checkbox"/> 普通教师 <input type="checkbox"/> 校外兼职教师 <input type="checkbox"/> 其他人员					
	起止年月 ³	2023年9月1日-2026年8月31日					
项目 主 持 人	姓名	卢晋	性别	男	出生年月	1988年9月18日	
	专业技术职务/行政职务	助理研究员/ 无		最终学位/授予国家	硕士/中国		
	所在单位	单位名称	深圳职业技术学院		邮政编码	518055	
		通讯地址	深圳职业技术学院留仙洞校区明德楼 407				
	主要教学工作简历	时间	课程名称	授课对象	学时	所在单位	
		2016年9月-2017年2月	Emulation 芯片验证平台使用培训	海思成都分公司项目团队员工	80	华为技术有限公司	
	与项目有关的研究	立项时间	项目名称			立项单位	
2022.12		基于多模态情感状态分析的在线教学学生评价方式设计研究(主持)			广东省职业院校教学管理工作指导委员会		
与实践基	2021.12	基于多模态教育数据协同感知的在线教学情感分析与智能导学研究(主持)			深圳市教育科学规划领导学校组办公室		

² 项目主持人如为青年教师或一线教学管理人员或普通教师，应附相关证明材料。项目组成员也应符合相关要求。如没有提供，审核不通过。

³ 项目研究与实践期为2-3年，开始时间为2023年9月1日。

	础	2023.02	面向教师与学习者自然交互的个性化多模态复杂情感识别研究（主持）				深圳市教育科学规划领导学校组办公室	
		2019.07	基于认知神经科学的在线教学情感状态研究（参与）				深圳市教育科学规划领导学校组办公室	
项目组成员	总人数	职称			学位			参加单位数
		高级	中级	初级	博士后	博士	硕士	
	7	1	5	1	0	1	6	1
	主要成员 ⁴ (不含主持人)	姓名	性别	出生年月	职称	工作单位	分工	签名
		陈梅芬	女	1983.9	副研究员	深圳职业技术学院/数创学院	多模态数据库构建	陈梅芬
匡萃浙		男	1988.6	工程师	深圳职业技术学院/深圳市部省共建职教高地研究中心	自动优化模型设计	匡萃浙	
	徐书燕	女	1991.6	助理研究员	深圳职业技术学院/教育技术与信息中心	情感识别算法建模与测试	徐书燕	

⁴ 项目组成员，来自于本校的成员，不得超过8人（含主持人）。

		王俊	男	1989.10	助理工程师	深圳职业技术学院/未来技术学院	多模态识别模型设计与测试	王俊
		王瑛	女	1989.6	助理研究员	深圳职业技术学院/教育技术与信息中心	基于Transformer的多模态情感识别模式设计	王瑛
		陈艳波	女	1990.12	助理研究员	深圳职业技术学院/教育技术与信息中心	迁移学习算法模型设计与测试	陈艳波

二、立项依据

(1) 研究意义

在线教学是教育发展的新航道。利用智能技术手段观察与分析在线教学质量，可优化教师的在线教学方法，促进教师专业发展，提升教学效率和质量。同时，教学质量是智慧教育的核心，如何提高在线教学情境中师生教学活动质量和效率是教育评价的重要内容。2023年2月，教育部部长怀进鹏在世界数字教育大会上主旨演讲中提出数字化转型是世界范围内教育转型的重要载体和方向。《教育部2023年工作要点》更是明文规定“改进在线教学模式和学生评价方式”、“深化信息技术与教育教学融合创新”。《广东省教育发展“十四五”规划》更是明确提出利用互联网、人工智能和大数据推行“无感式”“伴随式”课程与质量监测，实现规模化教育与个性化培养有机结合。2023年3月，科技部会同自然科学基金委启动“人工智能驱动的科学研究的科学研究”(AI for Science)专项部署工作，布局“人工智能驱动的科学研究的科学研究”前沿科技研发体系。同时，在ChatGPT/GPT-4等大规模AI席卷全球的热潮中，人们已经深刻认识到人工智能作为经济社会发展中一项变革性技术与关键性力量，将为全球产业带来的巨大飞跃和突破式发展，深刻影响未来世界竞争格局和智慧教育发展。探索适应智能时代特色的教育质量发展的新理论、新技术、新方法和新途径，是教育数字化理论研究的发展趋势，与国家、广东省以及粤港澳大湾区教育数字化发展战略的整体规划相一致。

注意力和情绪在人类的沟通和决策中起着重要作用。在教育教学过程中，师生自适应交互的注意力和学习情绪是影响在线教学效率的重要因素，更是评价教学质量的核心指标。在智能技术迅猛发展并深入推动各行各业数字化转型的时代，通过数字化手段解决在线教学过程存在的师生交互动态数据识别难问题，开展在线教学的智能化监测和辅助，从技术上和理论上具备可行性。从应用层面来看，随着人工智能、元宇宙、云计算、大数据等智能技术融入教学全过程，教育技术数字化转型全面启动，智慧教育逐步兴起，带来更为高效、智能和个性化的教学体验。在线教学通常由一系列复杂的教学活动与环节组成，每个在线教学活动中生成的师生交互信息具有与情境紧密结合的特征，分析与在线教学相关的注意力与学习情绪数据，构建基于多模态数据的采集模型，能够确保准确感知在线教学质量变化。在线教学过程中伴随着一系列行为活动和心理活动，有意义的教学是需要建立在对自身了解

的基础上，教师应该关心他们学生的进步过程与心路变化，这可以帮助培养学生的感觉，并且能鼓励学生关心自己的进步。为全面了解学习者的学习状态在学习过程中是如何演变的，利用情感识别技术的优势，从学生、教师以及智慧教育研究者的角度出发发展智能情感系统，识别并适当回应他们的情绪变化。**从学术层面来看**，在智能技术的支持下，教师与学生自适应交互数据的便捷获取为跟踪和把握注意在线教学活动的变化提供了有效途径。但限于在线教学过程中动态生成数据具有多模态、异构、非完整、关联性强等特征，传统方法难以进行有效采集与深度分析，建立统一的数据采集规范与分析机制，高效采集、科学分析过程性数据成为当前智慧教育研究亟待解决的问题。**因此，在继续深入研究和完善教育信息化关键技术的同时，探究新的实现在线教学质量提升的理论、技术、方法和途径，已是当务之急。**

在线教学环境下，实现师生自适应交互中注意力与学习情绪识别分析与预测，是智能导学、质量评价、压力分析等领域的重大发展需求。但在线教学大数据具有**跨模态、多源异质、内容冗余和结构混乱**等特点，并且不同类型课程间师生关系隐秘性较高，给师生自适应交互中注意力与学习情绪识别分析、预测与教学质量评价带来极大挑战。本项目围绕“**情感分析—数据建模—群体发现—行为预测**”的研究思路，创新性的运用社团检测核心算法，攻克在线教学环境下师生自适应交互中注意力与学习情绪识别分析与质量评价的关键方法，包括：**在线教学环境下的师生交互建模与情感倾向性分析；基于多模态数据的学生在线教学行为识别建模；构建学生的注意力与学习情绪分析与相关群体发现表示模型；基于观点和轨迹的在线教学师生行为预测。**项目研究成果有望形成在线教学环境下多模态数据驱动的教师与学习者自适应交互状态分析关键方法，**为在线教学质量评价提供优化策略和理论支撑**，具有较高的理论意义与应用价值。

(2) 发展现状

师生自适应交互多模态识别是在线教学情境数据建模的关键。多模态情感分析旨在利用音频、视频、文本等不同模态的信息来综合判断说话人的情感倾向或情感状态 (Tsai 等, 2019)。在智能技术的支持下，师生自适应交互多模态数据的便捷获取为跟踪和把握在线教学活动的变化提供了有效途径 (张学刚等, 2021)。随着传感器技术的广泛使用，以及与智能可穿戴设备的融合，社团检测等一些各具特色的新技术新手段被设计和开发，为多模态数据的处理和分析提供了极大的便利 (Lv

等, 2021; Yuan 等, 2021)。

社团检测技术研究现状: 社团检测已被广泛应用于各种各样的领域和任务。Facebook、Twitter 和微信等社交网络揭示了在线用户之间相似的兴趣, 基于在线社会行为的社团检测能够有效推断用户之间的关系及用户偏好, 被用于垃圾邮件发送者检测、危机响应等任务 (Girvan 等, 2022)。神经科学是研究神经系统和大脑的学科, 随着大脑映射和神经成像技术的最新发展, 大脑也开始被建模为网络, 基于大脑网络的社团检测能够帮助识别大脑中起作用或存在病理的功能部分 (F. Wang 等, 2011)。基于社团检测的图像理解通过引入社团来生成更好的图像语义描述 (Pizzuti 等, 2020)。推荐通常是根据用户购买或浏览历史记录中的信息来建立用户兴趣档案, 进而向用户推荐类似物品来解决用户信息过载问题, 引入社团概念的社团发现通过有效检测结点之间的关系来产生高质量的推荐结果 (Aggarwal 等, 2010)。链接预测通过分析观察到的网络结构和外部信息来处理缺失的连接并预测未来可能的连接, 引入社团概念的链接预测通过设计社团特定的相似度矩阵来分析预测结点间链接的概率 (L. Yang 等, 2016)。

在线教学环境下注意力识别理论研究现状: 真实情景下学生学习专注度、情绪、放松度等学习状态的客观、精准评测关系到教育质量监测和在线教学改革。传统的在线教学环境下师生交互注意力识别方法包括直接观察法 (成庆栋等, 2020)、问卷测试法 (张晓苏, 2012)、作业测试法 (丁莹莹, 2018) 和计算机辅助测试法 (陈雯等, 2018)。通过借助可穿戴设备、便携传感器、网络媒体工具和各类信息软件等, 交互中的学习数据能被灵活地被捕捉和记录。但随着随着计算机视觉、机器学习、脑接口等技术的普及与应用, 视频分析法 (于婉莹等, 2022)、心电数据分析法 (Nicole 等, 2021)、脑电数据分析法 (陈梅芬等, 2020) 和眼动分析法 (史海媚等, 2022) 等基于传感技术的识别方法。

学习情绪和注意力感知与量化技术研究现状: 情感状态的识别发生在一系列与学习技术的交互过程中, 涵盖了线上、线下的所有教学场所。成全等认为认知领域主要包括学习者的注意力、在线投入感、认知负荷和创造力四个方面的应用 (成全等, 2022)。同时, 另外一些学者认为情感领域是指对一些典型、常见的与学习有关的情绪, 包括自信、犹豫、幸福感、焦虑、兴奋、平静、投入、困惑、无聊和希望等的识别和应用 (Ka Wai Lee 等, 2019; 高洁等, 2016)。深度学习技术蓬勃发

展以来，基于传感数据学习分析在动作技能方面的应用主要是人体动作识别，通过基于视觉传感和基于惯性传感两种类型的方法识别学习者的身体动作和序列，为学习状态的理解和质量评价提供帮助（杨九民等，2023；李金波，2009；Pearsall Jane L 等，2023）。

基于多模态数据识别的在线教育质量评价研究现状：与传统现场观察方法相比，基于视频的在线教学观察方法具有对在线干扰少、支持回溯、可有效提高在线观察的效率和质量、利于教师专业发展等优势。学习情感的识别方法有基于心理量表的情感分析、基于生理信号的情感分析、基于语音和表情的情感分析、基于文本数据的情感分析等四种。四种情感识别方法在数据来源、自然度、真实性和工程量上都有不同的表现。其中，通过眼睛的变化来测量学习者注意力的变化是一种比较常用的测量方法。利用眼动仪对学习者的注视信息进行追踪，以获取注视、扫视、眨眼、瞳孔直径的数据，可以以此来区分学习者的注意集中状态。Van 等详细研究了任务执行时间对注意力和基线瞳孔直径的影响（Van Bueren 等，2012）。为了从眼动信息估计用户参与度和投入状态，Li 等的实证研究证明注视目标对象的持续时间可用来测量用户投入感，并设计了四种参与度估算方法（Li Gongyang 等，2020）。Grafsgaard 等人利用面部眉毛等特征，获取学习者的学习挫败感，从而确定学习者的认知状态（Grafsgaard 等，2013）。刘冀伟等将眉毛、眼睛和嘴巴的特征与三种注意力状态相对应，证明了面部信息与专注度之间的相关性（刘冀伟等，2018）。头部运动是确定学习注意力的重要指标，Stiefelhagenet 等指出，头部方向在确定注意力的集中度上可达到了 88.7%的准确性（Stiefelhagenet 等，2002）。Asteriadis 等人从理论角度讨论了眼部注视和头部姿态对于注意力评估的重要性，在波士顿大学数据集上使用眼部注视和头部姿态数据，并在该数据集的模糊版本上仅使用头部姿态数据，验证两种数据在注意力评估中的作用（Asteriadis Iosif 等，2021）。脑电信号(EEG)是由神经细胞和神经纤维的循环脉冲引起的节律变化产生于中枢神经系统的自发性电位活动，能够反映出丰富的大脑活动信息。Chiang 等提取实验对象在注意集中和不集中两种状态下的 θ 波、低 α 波、高 α 波、 α 波、低 β 波、高 β 波和感觉运动节律，采用最小化熵原理方法为每个特征构建模糊隶属函数，通过计算每个特征的信息增益以确定其在注意力识别中的重要性（Chiang J Tyng 等，2015）。Loudon 等使用快速傅立叶变换(FFT)方法计算 HRV 的功率谱密度

(PSD), 利用低频 HRV 的功率估计受试者的注意力水平, 证明了二者的反向线性关系 (Loudon 等, 2007)。Pendleton 等将心电信号频谱中低频与高频比率进行混合模型单因素方差分析 (Pendleton 等, 2021)。身体动作如坐姿在注意力识别中也具有重要作用。赵鑫硕发现不同的姿势下学习者移动学习时的注意力存在差异, 坐姿时注意力水平显著高于其他姿势 (赵鑫硕, 2017)。张琴在其研究中证明了坐姿能够影响注意力品质中的广度, 进而影响学习注意力水平 (张琴, 2019)。

通过当前研究可以看出, 在线教学通常由一系列复杂的教学活动与环节组成, 每个活动中生成的多模态数据具有与情境紧密结合的特征, 当前研究主要通过分析与教学活动相关的情境数据, 构建基于情境数据的采集模型, 能够确保准确感知情境, 在适当的时机采集适当的数据。以上在线教学情感识别方法为智慧学习过程的分析提供理论实践支持的同时, 面对在线教学活动环境的复杂性和情绪的内隐性, 在识别方法的选择中多模态数据的有效性和难易程度也是不容忽视的。但是, 目前已有研究缺乏可重用、共享并交换数据的模型与方法, 难以形成跨系统、跨模态、大规模数据采集框架和方法。同时, 从底层算法发展也可以看出, 应用于在线教学领域的多模态情感分析主要面临着两个主要的挑战: 一是不同模态的信息在时序上通常是非对齐的, 因为从不同模态特征的采样率通常是不同的 (比如, 在线教学视频音视频特征通常有较高的采样率, 而文本特征的采样率较低), 此外不同个体模态在传递学习压力和负荷等情感信息上往往也存在着天然的时间差异, 这种非对齐的特性给直接融合这些异质的多模态信息带来了一定的挑战; 二是由于在线教学环境中各种因素的干扰, 不同模态的特征在时间上也会存在着随机缺失的情况 (比如, 在线教学视频序列中因为暂时性的遮挡会导致人脸缺失, 语义文本中由于语音识别错误会出现个别字或词漏识等), 这些信息的缺失一般会在很大程度上影响注意力与学习情绪识别模型的推理性能。

三、项目方案

1. 研究目标和拟解决关键问题

(1) 研究目标

1. 结合多源异构的在线教学视频数据，充分考虑其异构性的特点，实现师生在线教学行为信息的结构化表示，给出跨教学模式行为数据的复杂关联关系挖掘、观点统一建模与摘要生成、多模态情感倾向性分析的质量评价解决方案。

2. 针对在线教学环境下师生行为信息与教学内容结合不足的现实状况，研究师生自适应交互模式下注意力与学习情绪识别精准建模方法。

3. 结合在线教学多模态学习行为信息数据，建立以师生教学为出发点的人物关系网，构建基于共同事件群体发现的在线行为关系网络，探索以师生为核心结合数字签名的局部社团检测算法。

4. 结合师生自适应交互行为事件的观点摘要、倾向性分析和在线行为轨迹的精准建模，进行在线教学的行为预测。同时，结合师生交互为事件的上下文场景特征，构建在线教学行为事件与对应轨迹场景特征内在的约束关系，使其对预测模型进行修正，提高在线教学环境下学生的注意力与学习情绪识别效果，以实现高质量在线教学质量评价。

(2) 拟解决的问题

1. 针对复杂逻辑在线教学环境中学习情绪识别难问题，研究情绪诱发的设计与实施，探索基于深度学习的端到端多模态数据分析方法及数据采集系统；

2. 针对在线教学过程或活动复杂且持续时间长问题，研究在真实教育环境中检测学习情绪的关键方法，探索在线教学认知状态的规律；

3. 针对在线教学中多模态数据长度不等的问题，研究能够处理非定长脑电数据的基于机器学习的方法，探索能够区分逻辑测试项目回答类型的学习负荷与压力识别系统；

4. 针对在线教学中师生状态数据和真实位置数据的个体行为映射难问题，研究融合多种异构时空属性的时空行为图构建。

2. 研究与实践内容

本项目旨在明晰在线教学环境下学生注意力和学习情绪的感知与量化机理，

攻克支撑学生注意力和学习情绪识别的关键方法，探究学生注意力和学习情绪的反馈机制，实现学生注意力和学习情绪的可测量、可判定、可理解和可评价。主要研究内容包括以下四个部分。

(1) 研究在线教学注意力的感知与量化机理，以多模态数据识别为主要手段实现注意行为的实时伴随性获取和情感分析，挖掘有效反映注意力水平的要素特征。随着大数据、互联网+等新技术的不断涌现，在线教学视频也呈现大数据化、多源异构化。本项目从注意力和学习情绪的识别理论入手，系统研究直接观察法、问卷测试法、作业测试法和计算机辅助测试法等传统注意力识别方法，以及视频分析法、心电数据分析法、脑电数据分析法和眼动数据分析法等基于辅助传感技术的注意力识别方法、流程和原理，**构建基于多模态数据的学习分析框架，实现在线教学环境下的师生交互建模与情感倾向性分析。**

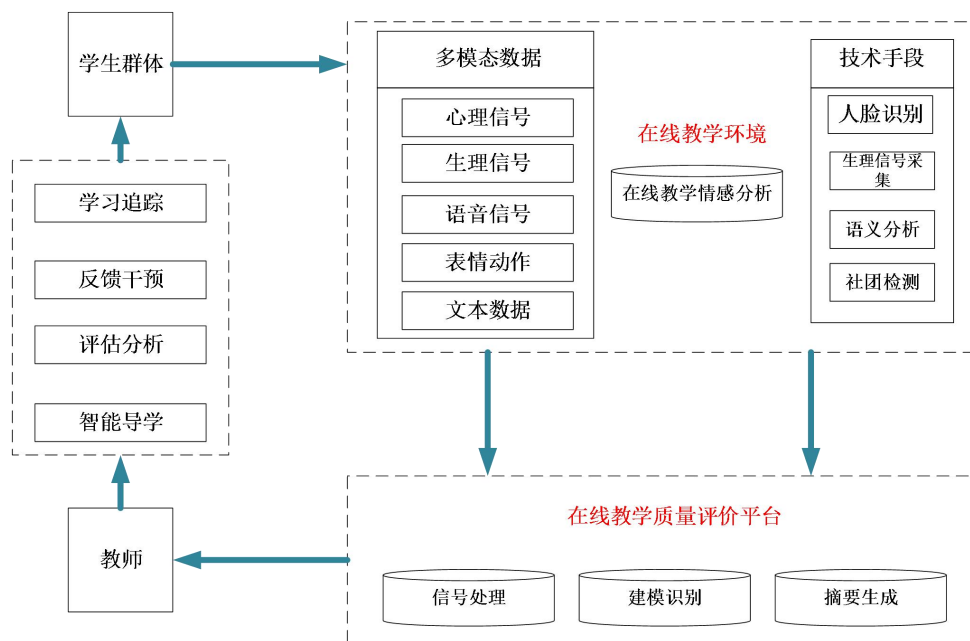


图1 基于在线教学环境多模态数据的学习分析框架

① 收集和整理相关文献，进行文献研读和分析，对国内外主要在线教学行为分析方法进行了系统梳理，开展在线教学行为分析方法的比较研究。

② 通过对典型的在线教学行为编码系统进行比较分析，综合考察数字化在线环境下教学行为的差异性，构建数字化在线环境下教学行为编码系统。根据数字化在线情境下的师生教学行为表现情况，对师生的显性行为及以具有多重表征的手势为代表的非言语行为进行系统研究，探索数字化在线教学环境下行为分类标准，构建四大类16种行为的在线教学行为编码系统，开展多源异构多模态教育

数据复杂关系挖掘。

③ 本项目提出一种结合机器翻译和文本对齐双重思想的多模态数据摘要生成方法，该方法利用在线教学中的高质量语言资源摘要文本能力和循环一致性约束的文本对齐优势系统化结合成统一的结构化摘要生成模型，从而不仅有效地提高了在错杂冗余的多模态异构数据中的共同观点识别效果，还支持低质资源语言情况下的在线教学行为摘要生成质量。

④ 本项目提出一个基于多模态数据的在线教学分析框架，其中初始答案信息被用于视觉问答分析，而注意力模式下答案被用来帮助优化视觉注意力权重的学习，最初简单回答的答案被用来计算问题图像的注意力权重。同时，本项目定义了一个注意力一致性损失模型，以在线教学环境下学习者的视觉注意力映射图之间的距离为基准，通过最小化注意力一致性损失来帮助模型用问题学习图像的关键视觉注意力权重，以实现多模态情感倾向性分析和准确意图映射。

(2) 建立基于情境感知的在线教学动态生成性数据采集模型、描述规范、存储方式与交换机制，构建多模态大模型。 在线教学情境获取是情境数据建模的关键，教学过程的师生交互数据主要由多源异构跨媒体数据构成，跨媒体数据是对同一事物的多角度描述，它们之间是紧密关联的，并且潜在含义趋于一致，但是由于其往往多源异构，难以用相同的模型统一建模分析。本项目深入挖掘在线教学情境的复杂关联关系，将在线教学的特定活动分解为不同的阶段，创新的将动态生成性数据采集所关注的在线教学情境分成用户、任务、时间、课程、表情、生理状态等6类，结合各个阶段分解为具体的行为，以教师或学生的具体行为或者与具体行为相关的情境为触发时机，获取在线教学动态生成性数据的产生情境，实现基于时空移动图的人物轨迹表示。

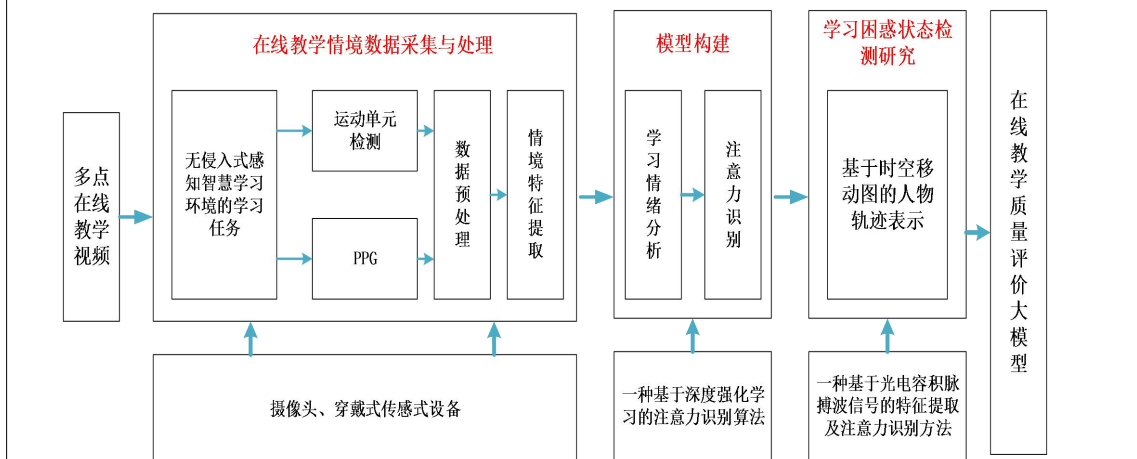


图2 基于情境感知的在线教学动态生成性数据采集模型

① 基于物体检测的教学行为识别算法，包括学生举手、站立、睡觉、打哈欠、学生注意力、学生定位等。基于运动单元 AU 检测和张量稀疏表示的面部表情识别算法，算法融合了运动单元的时序信息、运动单元之间的关联信息、更精准的人脸检测和人脸对齐方法，以及基于张量稀疏表示的特征提取。

② 通过传感设备从手腕测量被试的 PPG 信号数据，可有效抑制环境光对信号的影响，并提供基础 PPG 波形、心率检测等数据。同时，通过分析学生的心率变异性，获取心脏的迷走神经张力，可以得到学生的持续注意力变化数据。

③ 从 AU 出发，通过 AU 的不同组合描述师生的面部表情。根据不同 AU 之间的分布差异，以及针对面部表情动作单元发生的时序信息，将时序特征融入到识别网络中，同时根据 AU 和表情之间的相关性，进行师生面部表情的识别。

④ 基于多模态数据，兼顾在线教学环境下时空相对属性和绝对属性的师生行为轨迹建模，拟提出一种基于深度强化学习的注意力识别算法，增强注意力识别方法的鲁棒性和泛化能力，构建融合在线教学数据与师生交互信息的时空移动图，以提高学习注意力识别的准确率。

⑤ 针对学习注意力的建模与表达方法，以可穿戴设备为主要手段，基于结合学生个体行为轨迹的个性化属性，提出一种基于光电容积脉搏波信号的特征提取及注意力识别方法，实现时空属性增强的门控图神经网络融合。

(3) 基于认知负荷理论与学习过程情绪循环理论，开展在线教学学习情绪的分类与分级识别研究。重点研究面向在线教学中的师生自适应交互中注意力与学习情绪识别及协同分析增强技术，主要包括教学对象体感部位检测与识别技术、教学对象多模态数据协同理解，多视点课教学对象目标匹配、自适应辅助教育服务技术，建立以师生教学为出发点的在线教学群体关系网，从而构建基于社团检测的学习情绪的分类与分级识别模型。

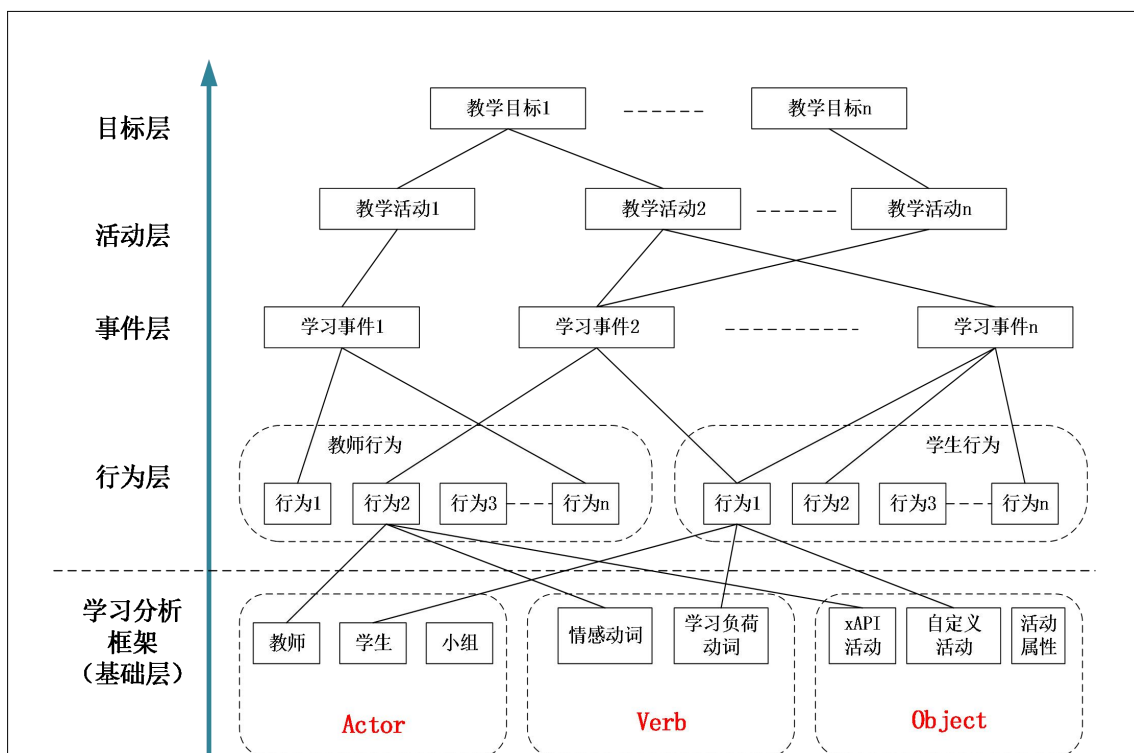


图3 基于社团检测的学习情绪的分类与分级识别模型

① 基于学习分析框架，研究在线教学活动的特征与内涵，提炼教学情境数据分类框架，从直接情境与间接情境两方面对在线教学情境数据进行分类并筛选其具体指标，关注在线教学活动中的强交互任务和任务执行场景，构建整个模型的基础层，实现基于学习分析框架的学生注意力和学习情绪分析抽取。

② 本研究提出一种关联异构数据之间相关内容的重复注意力识别方法，该方法以一种细粒度的角度实现对复杂图像信息中的独立物体和文本信息中的单词元组关联性分析，以形成多模态数据的注意力映射图，从而提高对多模态数据的语义理解能力，实现复杂教育网络中的学生群体行为分析边缘剥落。该方法基于共同事件发现的在线群体关系抽取，可实现多模态异构数据间的特征提取与融合，依托教师行为、学生行为等具体多模态数据，实现整个模型的行为层，能将不同类型媒体数据底层特征之间相似的语义关系有效地提取出来。

③ 开展基于多模态数据的学习困惑状态检测研究，以在线教学过程中的学习事件为特征元素，结合复杂逻辑学习环境中学习情绪识别问题，研究情绪诱发的设计与实施，探索构建基于深度学习的端到端多模态数据分析方法及学习情绪分级分类识别模型的事件层。

④ 在线教学全局的群体发现算法需要提前预知整个网络的全局信息，难以

适应规模大且结构动态变化的社团结构，而且无法实现从某特定节点出发进行群体发现。本项目针对异质信息网络中不同节点的结构及类型信息存在的差异的问题，提出一种基于数字签名社团链接检测的学生群体发现算法，通过将类社团网络节点的教学活动为参考对象，构建模型活动层，实现融合基础向量和签名向量的在线群体发现。

⑤ 本项目以数字签名的思想为基础，结合异质图节点签名的质数字字典映射，以教学目标为输入向量，通过对异质图节点类型进行质数字字典映射，提取节点邻域集合，以此构建节点的签名向量，融合基础向量和签名向量生成图节点的低维表征向量，有效提高节点聚类质量，实现在线高关联度的群体发现，完成整个模型的目标层构建。

(4) 构建基于在线教学对象多模态数据协同建模的行为预测和质量评价系统。通过收集在线教学系统的日志数据，采用教育数据挖掘的研究范式，使用两层隐马尔可夫模型对序列学习行为进行建模；完成数据的映射之后，通过通信领域数据中包含位置数据构建特定情境模式模型，实现网络空间与物理空间结合的特定人物行为的表示。结合融合情境模式特征的在线教学行为预测，对抓取的学习行为模式进行比较，以描述有效的学习行为模式，构建质量评价系统。

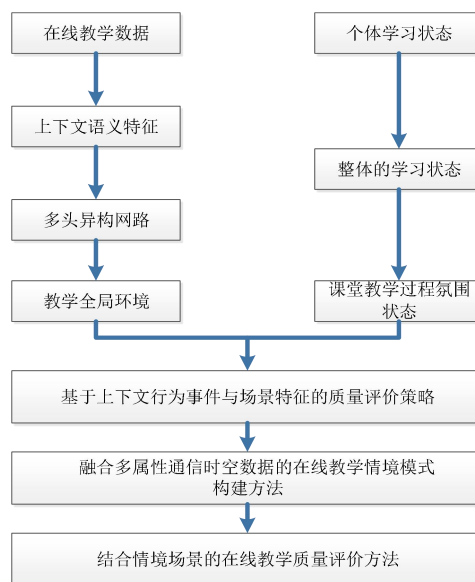


图4 在线行为预测和辅助教学系统

① 针对当前在线教学质量评估主要依赖于专业人士的主观判断，费时费力且无法大规模推广的难点，研究融合在线行为、师生情感以及语音等进行自动教学评估，结合隐马尔科夫模型，实现局部上下文中定位并抽取处局部的场景特征

分析。

② 非结构化在线教学情境数据包含多种信息参数，并不是所有的信息都有助于在线行为预测。为应对这一挑战，本项目开发了两个基于注意力的多头异构网络，将事件表示及其环境纳入到局部和全局层面的在线层面预测中，通过自适应地聚合环境局部环境来获取全局环境，采用转换器作为核心算法模块，对上下文事件和环境进行编码，并使用一个多头异构网络来检索教学的整体环境。

③ 以学生在教学活动整体参与度、学生平均注意力、平均有效参与时间等参数作为在线教学过程氛围状态的基本表征属性，利用个体注意力、有效参与时间、交互时间、频次等参数表征学生个体的学习状态，综合整体和个体的学习状态数据，评测在线教学过程氛围状态，输出基于上下文行为事件与场景特征的智能导学策略。

④ 本项目研究提出一种融合多属性通信时空数据的在线教学人物移动轨迹构建方法。首先，对在线教学视频及日志数据进行预处理操作后，将绝对时空信息与相对时空信息融合成为行为时空移动图，并且图的边关联邻接与非邻接的签到记录，以强化在线中不同人物位置之间的转移关系；其次，通过构建门控图神经网络实现轨迹节点的更新，以实现教师及学生对不同位置偏好的准确捕捉。该轨迹构建方法实现了时空数据多属性的全面覆盖，以及深层次用户物理时空特征的表现，进一步提高了模拟人物位置偏好的准确性。

⑤ 通过对教师、学生的在线教学行为数据建模，将多次讲授相同内容的在线教学情况进行比较分析，找出两次教学的差异，依据分析结果，实现结合轨迹场景的在线教学在线行为预测，为在线教学的发展评价提供依据。

3. 研究方法

本项目基于在线教学情境中多视点视频数据，依托社团检测相关算法，重点研究面向在线教学中的师生自适应交互注意力与学习情绪协同分析增强方法，主要包括在线教学环境下的师生交互建模与情感倾向性分析、基于多模态数据的学生在线行为识别建模、构建学生的注意力与学习情绪分析与相关群体发现表示模型、基于观点和轨迹的师生在线行为预测。通过对在线教学多模态数据的检测及情感分析，构建基于多模态协同计算的辅助在线教学质量评价系统与应用，促进数字化智能环境下教学模式的发展。本项目拟通过在线教学多模态协同数据采集、

建模与关联性分析，探索教学多模态协同计算的教学行为建模的最优策略，同时分析目前国内教学质量评价的发展实际，研发基于多模态数据协同的自适应在线教学质量评价系统，并通过真实教学平台进行进行功能实验测试。本研究路线拟从研究方案的设计、实验数据的采集与分析、质量评价与智能导学系统的设计、实践验证与迭代修正四个方面开展。

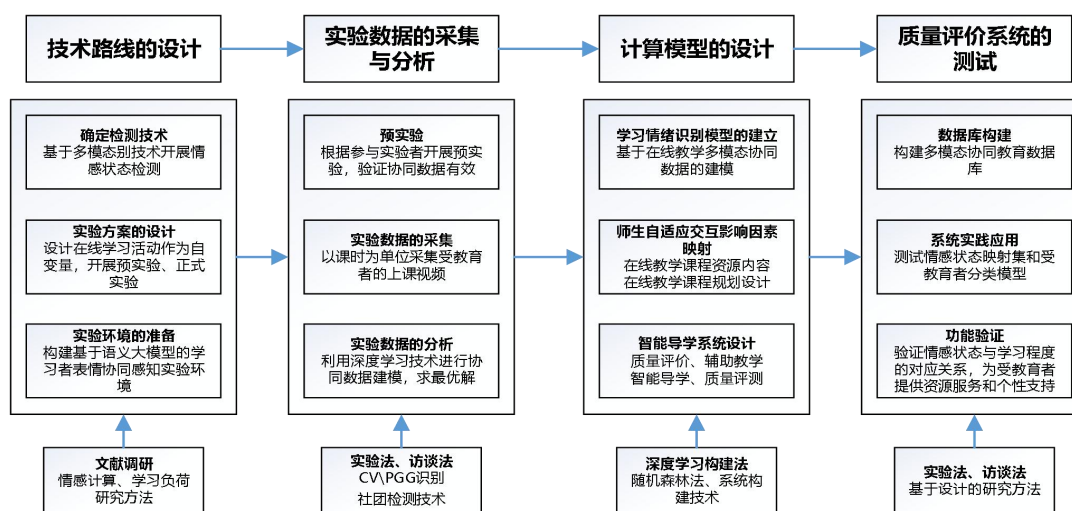


图 5 技术路线

首先，确定在线教学情感状态检测方案，并从学习资源呈现方式、学习活动有无在线测试两个自变量出发对在线教学过程进行设计。本项目将在线教学的特定活动分解为不同的阶段，将各个阶段分解为具体的行为，以教师或学生的具体行为或者与具体行为相关的情境为触发时机，获取在线教学动态生成性数据的产生情境，并对于获取的情境采用本体模型进行表示。

其次，本研究设计四个测试模拟测试班级，每组各选取 30 名(共 120 名)有效被试，制作在线教学视频，采集学习者的多模态协同数据，对学习者的微表情、微动作、生理信号等进行重点分析和关联计算，拟合预测模型，设计并搭建基于社团检测的学习情绪的分类与分级识别模型，然后进行实验测试，如果新的被试超过模型的预测趋势范围，就对情感状态预测模型进行修正。

第三，考虑到分析多模态信号所需的非线性拟合功能，本研究采用结构简单、稳定且易于硬件实现的随机森林算法。随机森林算法对异常值不敏感，具有很好的抗噪能力，且性能稳定；而其每棵树都选择部分样本与部分特征，可在一定程度上避免过拟合，具有更强的非线性拟合能力和泛化能力，在多模态信号的处理上具有优势。

最后，结合实验数据与主观访谈数据分析教学过程中资源的呈现方式、教学活动中是否提供导学辅助对学习者的情感状态的影响程度，并提出相应的导学策略与支持服务。为验证注意力和学习情绪识别模型的准确性，本研究拟研发基于多模态信号的质量评价系统。为了满足多终端适配与迭代开发，兼顾数据隐私与适用性，系统的设计遵循易用性、可拓展、隐私保护等三个设计原则，并采用学生可自行选择上传生理数据、系统只保留处理结果而不保留原始文件的设计方案。此系统将采用客户端的 Vue 组件与服务端的 Node.js 技术，提供用户信息与学习资源管理、学习情绪与注意力识别、在线分析三大功能模块。

4. 实施计划

本课题的研究时间为 2023 年 9 月-2026 年 8 月，具体研究计划详见表 1。

表 1 研究工作计划

研究内容	2023-9 至 2024-3	2024-4 至 2024-12	2025-1 至 2025-6	2025-7 至 2025-12	2026-1 至 2026-4	2026-5 至 2026-8
开展在线教育环境下基于社团检测的情感计算方法研究						
开展在线学习环境下的师生交互建模与情感倾向性分析						
研究基于图模型和消息传递的关系特征提取方法						
开展关联异构数据之间相关内容的重复注意力识别方法研究						
设计基于显著性和深度模型的语音、图像等多模态基元数据的语义特征识别模型和多模态数据的一致性表示模型						
探索以师生为核心的数字签名的局部社团检测算法						
开展基于马尔可夫决策过程的注意力选择算法网络模型设计						
开发在线教学行为预测和质量评价系统并草拟课题报告						

第一阶段（2023 年 9 月-2024 年 6 月）

开展在线教学环境下基于社团检测的情感计算方法研究，结合多源异构的在线教学大数据和在线教学大数据，充分考虑其异构性的特点，实现师生行为信息的结构化表示，给出跨教学模式行为数据的复杂关联关系挖掘、观点统一建模与摘要生成、多模态情感倾向性分析的解决方案。

形成一篇研究报告《智慧教育环境下基于社团检测的情感计算方法研究》，使用经费 1.2 万元。

第二阶段（2024 年 7 月-2025 年 2 月）

在多模态数据特征提取及融合方面，研究基于图模型和消息传递的关系特征

提取方法，基于多模态数据融合的结构化贝叶斯神经网络，以及基于时域滤波器和共享空间表示的多模态数据融合方法；在强化学习算法方面，研究基于深度强化学习的资源分配方法以及基于多模态数据融合和强化学习的演进式网络；拟提出一种关联异构数据之间相关内容的重复注意力识别方法，以一种细粒度的角度实现对复杂图像信息中的独立物体和文本信息中的单词元组关联性分析，以形成多模态数据的注意力映射图，从而提高对多模态数据的语义理解能力。

发表 1-2 篇论文《基于社团检测的图像和文本数据融合情景感知目标检测方法》、《基于时空相关性推理和智能共享的可迁移网络架构》，到国内知名院校交流 1-2 次；使用经费 0.8 万元。

第三阶段（2025 年 3 月-2025 年 9 月）

基于认知负荷理论与学习过程情绪循环理论，开展在线教学情绪的分类与分级识别研究。同时，开展基于多模态数据识别的协同建模方法研究，设计基于显著性和深度模型的语音、图像等多模态基元数据的语义特征识别模型和多模态数据的一致性表示模型。

发表 1 篇论文《一种学生的注意力与学习情绪分析与相关群体发现模型》，参加 1-2 次国际或国内计算机视觉或者强化学习领域学术会议，使用经费 0.5 万元。

第四阶段（2025 年 9 月-2026 年 2 月）

研发基于局部区域和区分性视频表示的情感识别方法，并仿真和实验验证算法的有效性和可行性；结合在线教学多模态学习行为信息数据，建立以师生教学为出发点的在线人物关系网，构建基于共同事件群体发现的在线行为关系网络，探索以师生为核心的数字签名的局部社团检测算法。形成面向在线教学行为识别的辅助系统设计方案。

发表 1-2 篇论文《基于多头网络结构的在线注意力与学习情绪识别算法》《基于数字签名的局部社团检测算法》，使用经费 0.6 万元。

第五阶段（2026 年 3 月-8 月）

开展基于马尔可夫决策过程的注意力选择算法网络模型设计，结合师生自适应交互行为事件的观点摘要、倾向性分析和在线行为轨迹的精准建模，进行在线教学的行为预测，同时结合师生交互为事件的上下文场景特征，构建在线行为事件与对应轨迹场景特征内在的约束关系，使其对预测模型进行修正，提高在线环

境下学生的注意力与学习情绪识别效果。完成面向在线教学行为识别的教学质量评价系统建设。

形成 1 篇研究报告《在线环境下基于社团检测的师生自适应交互中注意力与学习情绪识别研究》及课题报告，发表 1 篇论文《一种基于社团检测的多任务多策略对深度强化学习建模方法》，赴合作企业开展 3-5 次技术交流，使用经费 0.4 万元。

5. 经费筹措方案

(1) 本人目前主持 3 项研究课题，课题经费共 8 万元，可以很好的支持当前项目研究。其中基于多模态教育数据协同感知的在线教学情感分析与智能导学研究经费共 3 万元（其中申请项目经费 2 万元，学校配套 1 万元）；面向教师与学习者自然交互的个性化多模态复杂情感识别研究（其中申请项目经费 2 万元，学校配套 1 万元）；中高本贯通视域下高水平师资队伍建设研究课题研究（项目经费 2 万元）。

(2) 本项目如被省教育厅立项为省高职教育教学改革与实践项目，学校将拨付 3 万元支持该项目，并给予其他必要的支持。

6. 预期成果和效果

(1) 成果形式

论文及研究报告：拟撰写 SCI\EI 检索论文 3-4 篇、研究报告 2-3 篇，题目暂定：基于自建表情数据集与深度网络结构改进的人脸表情识别方法、基于迁移学习增强人脸表情数据集的深度网络表情识别方法、一种面向物联网和视觉计算的人脸识别和人脸属性识别的单模型多任务方法、面向教师与学习者自然交互的个性化多模态复杂情感识别研究。

(2) 使用去向

研究成果将为在线教学平台的教学资源与教学活动的设计提供参考和建议，基于在线教学学习者的情感状态提供干预，为学习者自主学习提供个性化导学服务，为全国高校的智慧校园及智慧教室建设提供策略支持。同时，通过建立智能、快速、全面的教育分析系统，帮助广大教育管理者能精准、及时把握教育系统的要

素（特别是教师和学生），为教育管理决策提供科学的依据，为采取相应的措施提供合理的理由。

（3）预期社会效益

社会价值：改善在线及在线教学平台的资源呈现方式、完善在线教学学习活动如在线测试的设置、缓解学习者在线教学过程中的情感焦虑状态，提升学习者的学习参与度和学习效率。

经济价值：建立一套基于多模态教育数据协同感知的学习状态分析与智能导学系统，每年支持 5-10 所全国高职院校的智慧校园建设，预计创收每年 50-100 万元。构建一套基于华为云+AI 的学习者情感计算协同感知数据集，打造校企联合人工智能教育建设平台，通过将产学研进行结合，将传统的高校智慧校园研发平台迁移到华为云等世界一流平台进行应用，打破学校和企业的沟通壁垒，实现校企双赢，推进产教深度融合，每年预计创收在 30-50 万元。

7. 特色与创新

（1）理论方法创新

1. 利用社团检测的网络特征学习和行为预测能力，从原始图像上学习人物特征表示。根据人物再识别问题的特点，研究方法将分类任务与验证任务整合到一个网络模型框架中，构建具有双分支结构的深度卷积神经网络，学习不同抽象尺度上特征表示。

2. 以多模态数据特征表示为基础，根据相似性比较模型，定义动作，环境、状态、回报等社团检测算法基本要素，利用深度神经网络构造动作值网络与策略网络，描述回报期望与状态动作映射关系，通过引入行为轨迹分析及多头异构网络等方法，在高维连续状态动作空间中对在线教学多模态数据模型求最优解。

3. 利用多任务多策略对多模态识别模型进行扩展，针对多任务训练形式，研究方法设置共享参数累积多个任务的梯度更新信息，实现对动作值网络与策略网络模型的异步更新。

（2）学术观点创新

目前在线教学质量分析领域，学者们多是基于在线活动、在线教学活动、学习行为等教育数据开展分析，本研究从在线教学环境下的多模态协同状态出发开展实证研究，具有创新性，帮助教师有机会深度观察自身的教学行为和每位学生的真实

状态，使科学调整教学模式、实施个性化教学成为现实。本研究帮助学习者具备了自我审视的能力，使全方位了解自己、开展自我精准调整、实现高效学习成为可能。

(3) 研究方法创新

目前较常见的在线教学质量评价方法是基于教师和学习者疲劳状态进行分析，本研究结合社团检测技术，利用多模态识别等方法手段分析教师及学习者的情感状态，为学习情感状态导学与干预提供更客观的数据，为在线教学质量评价提供了更饱满的数据，为学习资源与在线活动的设计提供更有依据的建议，是对现有研究方法的补充。

四、教学改革研究与实践基础

1. 与本项目有关的研究成果简述

本研究与已经参与项目的关系是递进相关的，本课题所规划的整个实验工作将在“职业教育大数据智能重点实验室人工智能平台”开展，所设计的多模态协同分析模型是在现有“智能教育关键技术创新应用示范”项目中在线状态监测深度学习模型的基础进行优化使用，目标开发的在线教学智能导学系统也是参考在研的“基于认知神经科学的在线疲劳状态监测系统项目”、“基于多模态情感状态分析的在线教学学生评价方式设计研究”项目。同时，结合正在研究的课题“基于多模态教育数据协同感知的在线教学情感分析与智能导学研究”和“面向教师与学习者自然交互的个性化多模态复杂情感识别研究”，实现了在线教学到在线教学场景的扩展，从基础教学情感分析延伸到更深层次的注意力与学习情绪识别。本课题也是基于微表情、微动作、眼动、心跳等多模态协同数据下在线课程学习过程中出现的情感波动等应用问题的基础上思考而成，期待可以结合前期研究中的算法解决正在研究课题中出现的现实新问题，将数字教育中学习行为分析、在线质量评价等研究深化、细化，为数字化在线环境下的教学行为观察与行为解析奠定基础。

2. 项目组成员所承担的与本项目有关的教学改革、科研项目和已取得的教学改革工作成绩

针对职业教育的优质资源贫乏、信息化资源应用途径单一、信息化教学互动性不够、网络课程建设难及应用成效不高的问题。依托广东省教育规划项目和深圳市

科技计划项目，贯彻“互联网&智能+”的数字化教育理念，以推进现代信息技术与教学的深度融合为目标，历经 10 年研究、建设和 4 年实践完善，本团队构建了基于三级信息化资源和多模态应用平台的信息化教学体系。基于深度学习近年来在国际上引起很大的关注，特别是在图像、语音、生理信号、上下文语境等多模态识别领域取得了较大的进展，可以为本项目的研究提供充分的技术借鉴。本项目将认真学习、消化和吸收国内外现有的思想和方法。负责人所在单位具备完善的科研机制和先进的科研环境。学校有十余间智慧教室，能够多角度实时采集在线行为状况数据，同时提供了高清摄像头用以记录学习者自发情感状态，能够为本研究的开展提供硬件支持。同时，MTCNN 模型的数学理论已经基本成熟，算法评价技术已形成共识。此外，高层次、宽领域、多角度的基于 MTCNN 模型的实际工程应用，为本项目提供充分的技术借鉴与参考。近年来，本项目组成员潜心研究基于基于自发表情数据集与深度网络结构改进的人脸表情识别方法，跟踪了大量的国内外文献，厘清了制约自发表情数据集识别的关键性问题。对 Resnet50、DenseNet 和迁移学习增强人脸识别算法等方面都有较深的研究。

组成员已经对基于智慧学习环境下多模态情感分析方法关键技术进行前期研究，并取得了一定成果：参与建设的省级研究课题“**基于 POMDP 模型的在线规划方法研究**”、“**智能教育关键技术研究与创新应用示范**”，对深度强化学习在智慧教育领域的应用开展了深入的研究；主持的市级研究课题“**基于多模态教育数据协同感知的在线教学情感分析与智能导学研究**”、“**面向教师与学习者自然交互的个性化多模态复杂情感识别研究**”以及“**基于多模态情感状态分析的在线教学学生评价方式设计研究**”，对于智慧学习环境下多模态情感分析方法开展了充分研究；提出一种**基于多模态教育数据协同感知的在线及在线教学状态分析与智能导学方法**，研究成果已发表在国外核心刊物《Journal of Artificial Intelligence Practice》上；提出一种**面向大规模图像分类的孪生网络模型**，研究成果已发表在权威学术刊物《Eurasia Journal of Science and Technology》上；提出一种**基于分类 softmax 优化的损失函数**，研究成果已发表在《Mobile Information Systems》上；对**MTCNN 算法和迁移学习算法也进行了初步研究**，研究成果分别发表在权威学术刊物《IET Image Processing》和《Security and Communication Networks》上；提出了一种**智慧学习场景构建框架方案**，已发表在《Journal of Sensors》；同时，提出了一

种新的智慧教育环境下学生情感计算方法，相关成果已发表在《SN Applied Sciences》。已取得的研究成果及研究经验使本项目组有充足的基础完成该项目，并获得高水平的研究成果。

(1) 课题

1. 主持深圳市教育科学“十四五”规划 2021 年度课题“基于多模态教育数据协同感知的在线教学情感分析与智能导学研究”（ybzz21015）。

2. 主持广东省职业院校教学管理工作指导委员会 2022 年度教育教学改革项目“基于多模态情感状态分析的在线教学学生评价方式设计研究”（YJXGLW2022Y31）。

3. 主持深圳市教育科学“十四五”规划 2022 年度课题“面向教师与学习者自然交互的个性化多模态复杂情感识别研究”（ybzz22020）。

4. 参与省级重点实验室“职业教育大数据智能广东省重点实验室”（2019GKSYS001）。

5. 主持市级研究平台“深圳市部省共建职教高地研究中心”（6022240004Q）。

6. 主持市教育局横向课题“中高本贯通视域下高水平师资队伍建设研究课题研究”。

7. 参与并完成市级课题“基于认知神经科学的在线教学疲劳状态研究”（2019KZDZX1048），排名第三。

8. 参与并完成教育部课题“中职、高职、本科贯通培养研究”（2021 年教育部职成司委托深圳市教育局立项），排名第三。

9. 参与并完成省级课题“智能教育关键技术研究与创新应用示范”（2019KZDZX1048），排名第五。

10. 参与并完成省级课题“基于 POMDP 模型的在线规划方法研究”（2016A030310026），排名第七。

11. 入选深圳市科技创新委员会第二批农村科技特派员，开展粤港澳大湾区乡村振兴信息化服务路径的探索与实践方面研究。

(2) 论文

1. Lu Jin, Wu B. A Loss Function Base on Softmax for Expression Recognition[J]. Mobile Information Systems, 2022, 2022. (SCI)

2. **Lu Jin**, Wu B. A single model multi-task method for face recognition and face attribute recognition in IoT and Visual Computing[J]. IET Image Processing, 2022, 2022. (SCI)

3. **Lu Jin**, Wu B. A Smart Campus Implementation Architecture Based on Blockchain Technology[J]. Journal of Sensors, 2022, 2022. (SCI)

4. **Lu Jin**, Wu B. A Deep Reinforcement Learning Based Emotional State Analysis Method for Online Learning[J]. Journal of Artificial Intelligence Practice, 2022,5(2).

5. **Lu Jin**. A Scalar Operation Based Endomorphism Sparse Method for Solving Hypersingular Elliptic Curve Ladder for Internet of Things Device Security Authentication [J]. Eurasia Journal of Science and Technology, 2022, Volume 4, Issue 1, pp 53-60.

6. **Lu Jin**. A Deep Siamese Network Model for Large-Scale Similar Picture Comparison [J]. Eurasia Journal of Science and Technology, 2022, Volume 4, Issue 2, pp 6-11.

7. **Lu, Jin.**, Wan, X. Affective computing model for natural interaction based on large-scale self-built dataset. SN Appl. Sci. 5, 53 (2023). (EI)

8. **Jin Lu** and Xiaoting Wan. Image Recognition Algorithm Based on Improved AlexNet and Shared Parameter Transfer Learning[J]. Academic Journal of Computing & Information Science, 2022, 5(12).

9. **Jin Lu** and Xiaoting Wan. Research Progress Of Image Classification Based On Deep Learning And Data Driven[J]. Eurasia Journal of Science and Technology, 2022, Volume 1, Issue.1, pp8-13.

10. **卢晋**. 基于自建表情数据集和深度神经网络的人脸表情识别方法[J]. 深圳职业技术学院学报, 2022, 21(05):3-8.

11. **Jin Lu**, Xiaoting Wan, Meifen Chen. Optimization Logic and Paradigm Construction of Digital Transformation of Technical Skill Training Model under the Perspective of Social Media Communication and Intelligent Natural Language Integration[J]. International Journal of New Developments in

Education, 2023, 5(5).

12. 卢晋. 部省共建深圳职教高地背景下高职院校“双师型”教师队伍建设高质量发展研究[J]. 南方职业教育学刊, 2022, 12(04): 30-38+46.

13. Kuang C, Xiao M, Chen Z, Jin Lu. Distributed optimal dispatch of integrated electricity and natural gas system considering the pipeline storage characteristics[J]. Evolutionary Intelligence, 2021(11): 1-11. (EI)

14. 吕利昌, 卢晋, 林梅颖. 智慧音视频物联网平台设计——以深圳职业技术学院音乐厅音视频系统为例[J]. 电声技术, 2020, 44(08): 60-65+69.

15. 卢晋, 张岩等. 基于可编程 SoC Zynq-7000 智能加密通信系统的设计与实现[A]. 中国通信学会无线及移动通信委员会. 2013 全国无线及移动通信学术大会论文集(上) [C]. 中国通信学会无线及移动通信委员会: 中国通信学会无线及移动通信委员会, 2013: 5.

(3) 专利

1. 中国专利, 卢晋, 仵博, 吕利昌, 冯延蓬. 一种用于远程视频会议的无线图传系统, 201821757255.2 (已申请)

2. 中国专利, 卢晋, 仵博, 吕利昌, 冯延蓬. 一种用于远程视频会议的无线图传系统, 201811258851.0 (已授权);

3. 中国专利, 卢晋, 仵博, 吕利昌, 冯延蓬. 一种基于区块链技术的智慧校园物联网系统, 201910829707.6 (已申请);

4. 中国专利, 卢晋, 仵博, 吕利昌, 冯延蓬. 一种网络设备预警原型系统, 201910831572.7; (已申请)

5. 中国专利, 卢晋, 仵博, 吕利昌, 冯延蓬. 一种面向加密芯片的原型验证装置, 201921455675. X; (已授权)

6. 软件著作权, 卢晋, 仵博, 吕利昌, 李东标. 视音频设备维保管理系统 V1.0, 2018SR1021594; (已授权)

7. 中国专利, 卢晋, 吕利昌, 仵博. 一种基于标量运算自同态稀疏的超奇异椭圆曲线阶梯求解优化算法. 201911410054.4; (已申请)

8. 中国专利, 吕利昌, 卢晋, 仵博. 一种基于随机素数的双通道交换的超奇异椭圆曲线算法的密钥交换方法. 201911410052.5. (已申请)

3. 校级或省高等职业教育教学指导委员会项目开展情况（含立项和资助等）

广东省职业院校教学管理工作指导委员会 2022 年度课题“基于多模态情感状态分析的在线教学学生评价方式设计研究”自 2022 年立项后，在广东省职业院校教学管理工作指导委员会、深圳职业技术学院的大力支持下，课题承担单位、课题承担组通力合作，课题各项工作进展顺利，在课题研究的基础上，课题组梳理了在线教学情感分析与智能导学研究方法现状，主要通过采集学习者微表情、微动作及其他体征，构建多模态协同教育数据库，分析学习者的在线教学情感状态，测试情感状态映射集和学习者分类模型，验证情感状态与学习程度的对应关系，为学习者提供资源主动服务和个性化学习支持，最终在所开发智能导学系统中对应用实践进行迭代修正，解决了在线教学过程情感状态难以实时评测的问题，项目相关成果已发表 1 篇 EI 检索论文及 1 篇外文期刊文章。

五、保障措施

1. 学校教改项目管理和支持情况

学校对于教改项目给与了充足的人力支持和基础保障。研究时间方面，课题组成员均为高校教师，能够保证每年每人平均 3-5 个月的科研时间，保障了本研究的实施时间。资料准备方面，课题组成员已经搜集整理国内相关论文 1000 余篇，已经通过 SCI、elsevier、Scopus、ERIC 等搜集国外学术论文 200 余篇，并对这些论文进行了详细的分析，对研究现状有了较透彻的了解。研究条件方面，课题组成员完成过多项微表情、微动作等教育协同感知信息识别实验，能够熟练操作职业教育大数据实验室人工智能平台设备且开展过实验研究，能够保障本研究的实施。实验条件方面，本项目依托学校协同创新中心大数据研究支撑平台，通过校园网和国际互联网可以与国内外进行便捷的信息交流，已经具备的实验条件如下：高性能计算机集群投入使用，该集群由 1 个管理节点与 12 个计算节点组成，计算节点采用四路 4 核机架式服务器，CPU 主频为 2.5GHz，整个计算机群包括 208 个 CPU，内存 16G，外存 6.9T，计算节点采用 Infiniband 高速网联结，数据传输带宽 20G。机群浮点运算速度理论峰值达到每秒 2.08 万亿次，Linpack 并行计算速度测试结果为每秒

1. 56 万亿次，全节点并行效率为 75%。实验室的高性能计算机群为 POMDP 算法评估和压力测试提供有力保障。人工智能软件包及工具箱 1 套，可以进行仿真实验。已具备实验对象模型和对比实验中各算法的源代码，并研发出多个 python 源代码。

2. 学校承诺

该项目如被省教育厅立项为省高职教育教学改革与实践项目，学校将拨付 3 万元支持该项目，并给予其他必要的支持。

学校（盖章）：

2023 年 6 月 26 日



六、经费预算

支出科目(含配套经费)	金额(元)	计算根据及理由
合计	30000	
1. 图书资料费	2000	购买相关学术书籍。
2. 设备和材料费	3000	购买相关计算及打印耗材。
3. 会议费	6000	参加 2-3 次学术会议。
4. 差旅费	5000	赴 2-3 所学校开展调研访谈。
5. 劳务费	3000	聘请劳务人员开展实验及数据采集。
6. 人员费	2000	团队成员项目绩效费用。
7. 其他支出	9000	2-3 篇论文发表版面费及相关文献成果发表费用。