

数字赋能视域下高校心理健康服务新生态的构建与发展

李舒然

广州城市理工学院电子信息工程学院&通信工程学院, 广东 广州

收稿日期: 2025年9月4日; 录用日期: 2025年10月13日; 发布日期: 2025年10月24日

摘要

随着数字中国战略的深入实施, 新一代信息技术与心理健康服务融合已成为高校育人体系现代化的重要方向。本文基于数字赋能理念, 系统探讨高校心理健康服务在政策引领与技术驱动双重背景下的转型路径与发展策略, 助力集数据采集、分析、预警与干预于一体的智能运维平台建设。依托人工智能、大数据等前沿技术, 实现“数据驱动、人机协同、闭环管理”的新型服务生态, 推动服务模式向信息化、智能化与精准化升级。

关键词

数字赋能, 心理健康服务, 人工智能, 精准干预

Exploring the Digital Empowerment: Building an Innovative Mental Health Service Ecosystem in Universities

Shuran Li

School of Electronic & Information Engineering and Communication Engineering, Guangzhou City University of Technology, Guangzhou Guangdong

Received: September 4, 2025; accepted: October 13, 2025; published: October 24, 2025

Abstract

With the ongoing implementation of China's Digitalization Strategy, the integration of new-generation information technologies with mental health services has become a pivotal aspect in modernizing the educational systems within higher education institutions. Based on the concept of digital

empowerment, this paper systematically explores the transformation path and development strategies of university mental health services under the dual influence of policy guidance and technological advancement. It aims to support the construction of an integrated intelligent operational platform that incorporates data collection, analysis, early warning, and intervention. Leveraging advanced technologies such as artificial intelligence and big data, a new service ecology characterized by “data-driven decision-making, human-machine collaboration, and closed-loop management” is proposed. This approach promotes the upgrading of service models toward greater informatization, intellectualization, and precision.

Keywords

Digital Empowerment, Mental Health Services, Artificial Intelligence, Precision Intervention

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

随着国家数字化战略的深入推进和信息技术的迭代升级，数字赋能正深刻重塑高校心理健康服务的组织形态、流程机制与效能范式。《全面加强和改进新时代学生心理健康工作专项行动计划(2023~2025年)》明确提出应“推进心理健康教育数字化、智能化建设”，倡导依托新一代信息技术增强心理服务的精准性与可及性(教育部办公厅，2023)。通过引入数字技术，高校能够整合多模态数据，构建精细化学生心理画像，从而实现心理问题的早期识别、动态监测与精准干预，并制定更具针对性的教育方案(He et al., 2026)。当前，诸多国内高校已在数字赋能心理健康服务方面展开一系列卓有成效的实践探索(表 1)。这些实践表明，数字化赋能已成为驱动高校心理健康服务体系转型升级的关键力量。因此，构建以数字赋能为核心的心理健康服务新生态，对于优化资源配置、提升服务质量和效率、促进学生全面发展具有重要的现实意义，也是推进教育数字化战略的内在要求与必然选择。

Table 1. Exemplary cases of digital empowerment in university mental health services
表 1. 高校数字赋能心理健康服务典型案例

高校名称	平台/系统名称	核心功能与特点	创新模式与技术应用	应用成效与意义
清华大学	紫荆心晴小程序	心理科普、评估、训练	自研循证干预技术，多单位协同开发	提供专业、公益的心理服务，提升心理素养与应对能力
北京大学	北小六心理服务机器人	多维心理体检、分级评估、标准化方案与训练	临床心理结合 + AI 技术	提升早期识别与干预能力，建立高校心理健康辅助机制
哈尔滨工业大学	AI 辅导员“工小星”	情感化应答、情绪疏导、学业与生活问题	大模型共情对话、情感计算	实现“需求零等待、心灵有港湾、办事有方向”，提升工作效能与心理服务质量

续表

天津师范大学 (合作方)	科立尔智慧心理云平台	一站式筛查评估、危机预警与干预、家校协同	大数据分析 + AI 技术， 家校社协同机制	实现个性化服务与危机防控，助力心理健康教育数字化
上海中医药大学	和小合心理 AI 助手	24 小时聊天咨询，情绪疏导，中医养生结合	传统文化 + 现代心理学融合，本地化 Deepseek 大模型	实现“身心同调”，提供有温度的本土化心理服务
浙大城市学院	数智心理育人平台	“五心”方案(心应用、心体验、心知识、心支持、心安全)	数字化改革 + 资源整合 + 社会化服务协同	全面提升心理健康服务的覆盖面、针对性与有效性，支撑“五育”融合
中南林业科技大学	校医家协同育人	三方协同，“互联网 + 校医家”联动机制	多方资源整合，网络化协同模式	构建新型心理健康教育共同体，提供“校医家协同”范本

2. 数字赋能高校心理健康服务新生态的重要性

2.1. 拓展服务覆盖范围，响应学生多元需求

当前，我国高等教育规模持续扩大，多校区办学、跨区域培养日益普遍，学生结构日趋复杂，心理服务需求呈现多样化、个性化特征。传统线下服务模式严重依赖面对面咨询和实体活动，受时间、空间和人力的限制，难以实现全员覆盖和及时响应，尤其无法有效触达对心理咨询存在羞耻感、或处于异地校区、实习及国际交流项目中的学生群体。

数字赋能通过构建“云 - 网 - 端”一体化的智能心理服务平台，深度融合 5G、物联网和脑电技术等(Chen et al, 2023; Wang et al., 2021b)，彻底打破服务的物理边界和时间限制。在突发公共事件或校园危机场景下，数字平台可迅速部署心理援助模块，实现大规模、跨区域的心理支持。学生不再只是被动接收统一内容，而是依据自身情绪状态、认知特征和文化偏好，自主选择或由系统智能匹配个性化服务模块(Xu et al., 2023)。例如，系统可基于初始评估结果，为焦虑倾向学生推荐正念冥想音频和呼吸训练引导；为社交困扰学生提供虚拟现实(VR)社交情景模拟练习；为生涯困惑学生推送职业测评与规划课程；还可建立匿名朋辈支持社区和专家答疑论坛，形成多层次、互动式的支持网络。这一高度个性化的服务模式，精准契合 Z 世代大学生注重体验、强调自主、习惯数字互动的行为特征(初金哲等，2025)，有效激发其参与意愿与自我调适主动性。

2.2. 整合校内外资源，构建协同育人机制

高校心理健康服务是一项系统工程，亟需打破部门壁垒，整合全域资源，形成育人合力。传统模式下，心理中心、学工部门、教务管理、后勤服务、校医院等部门数据孤立、业务分割，导致难以全面把握学生心理状况，无法实现及时有效的联动响应。

通过构建校级“心理大数据中台”，可安全、合规地联通多个业务系统(如教务管理、宿舍门禁、图书借阅、消费一卡通等)，推动心理 - 学业 - 行为 - 消费等多源数据的融合分析(闫振福，2018)。心理预警信息可实时、精准推送至辅导员、班主任、任课教师及宿舍管理员，构建起“监测 - 反馈 - 介入 - 跟踪”的全链条响应机制。通过接入区域高校心理健康联盟、地方精神卫生机构、社会心理服务机构及全国性心理援助平台，建立远程专家会诊、疑难个案转介、药物协调与紧急住院的绿色通道。当前多地区已开启“校医”联动模式，高校借助平台与当地三甲医院实现电子病历互通与预约优先通道，形成“校

内-校外、线上-线下”一体化服务网络，显著增强服务能力与覆盖广度。

2.3. 推动服务科学化，实现精准干预与评估

传统心理健康服务在很大程度上依赖于咨询师的经验判断和量表筛查，主观性强，难以大规模实施精准评估和效果量化，制约了服务的科学化和专业化水平。

数字赋能依托大数据分析、机器学习、生理特征检测等技术(Xu et al., 2021; Wang et al., 2019)，为心理健康服务的科学跃升提供核心支持(王芳, 赵小明, 2022)。除传统量表数字化外，更融合多模态行为数据：利用自然语言处理(NLP)分析学生在论坛及社交平台的文本情绪倾向；通过物联网传感器采集匿名化作息、活动与社交频次等行为指标；整合可穿戴设备获取心率变异性(HRV)、皮电反应等生理信号(朱艺森等, 2025)。依托机器学习建模，系统能更早、更准确地识别潜在风险群体，实现从“被动响应”向“主动预测”的转变。系统可以自动追踪学生使用服务的频率、时长、完成度，并结合前后测心理指标、行为变化数据，生成可视化的效果评估报告(董雷刚, 崔晓微, 2025; Lian et al., 2024)效提供了客观、可靠的数据支撑，最终推动高校心理健康服务从“经验驱动”迈向“数据驱动”的科学发展新阶段。

3. 数字赋能高校心理健康服务新生态的先进性

3.1. 范式革新：从“粗放干预”到“精准滴灌”

传统的高校心理服务模式受限于人力和资源，多表现为“一对多”的团体辅导、大规模普测和危机事件的被动响应。这种“粗放式”干预难以避免地存在覆盖盲区、响应滞后和针对性不足等问题，大量处于心理亚健康状态或存在隐性风险的学生难以被及时发现和有效帮助。数字新生态则依托物联网感知、大数据融合分析和人工智能预测，实现了服务范式的革命性转变，走向了“精准滴灌”。

1) 在识别环节，平台通过安全合规方式匿名采集和融合学生多维度行为轨迹数据(如课堂参与度、借阅类型与频率、消费规律、体育馆使用、门禁出入等)，结合在线心理测评的情绪与认知数据，构建动态更新的个人与群体心理画像，实现持续、无感、多角度心理状态评估。

2) 在预警环节，借助机器学习算法(如时间序列分析、聚类模型、风险预测)和视觉识别等技术(Wang et al., 2021a; Xu et al., 2022)，平台从海量数据中挖掘与心理风险相关的微观模式与早期信号。例如，识别学生“夜间网络活跃度骤增、食堂消费锐减、社交圈子收缩”等多重行为改变，自动标记为抑郁风险升高并生成预警。采用联邦学习技术(刘伟, 2023)，可在各高校数据“不出校”前提下共同训练更精准预测模型，破解数据孤岛与模型泛化难题，将心理危机平均识别时间从数周缩短至数小时，实现真正意义上的“早发现”。

3) 在干预环节，“精准滴灌”体现为策略个性化与智能化。系统依据预警等级和问题类型，自动匹配并推送差异化干预资源，如向轻度焦虑学生推送基于AI对话机器人的正念练习认知行为理论(CBT)课程(倪照军等, 2022)，向学业压力学生同步推送学习策略辅导与朋辈小组邀请，实现从“人找服务”到“服务找人”的转变。

3.2. 需求适配：从“千人一面”到“一人一策”

传统心理服务受制于标准化流程，容易提供“千人一面”的方案，难以满足学生日益多元、精细的内在需求。数字赋能的核心优势在于其强大的个性化供给能力，通过对学生数字足迹的分析与理解，提供高度定制化的“一人一策”服务。

1) 整合全面评估机制。数字化心理测评工具不仅实现了施测、计分与报告生成的自动化，大大节省了人力，更关键的是引入了自适应测试和多维融合评估等先进理念(He et al., 2026)。自适应测评依学生实

时作答动态调整题目难度与内容，以较少题目精确标定心理特质；系统将自评量表结果与他评数据、行为观察数据融合，生成整合性心理评估报告，其全面性与客观性远超传统方式。

2) 制定个性干预策略。人工智能进一步充当“个性化策略师”。基于对海量干预案例库与循证医学知识的学习，AI 算法为不同心理特征、成因与改变阶段的学生规划最有可能生效的干预路径。例如，对高神经质、低外向性抑郁情绪学生，系统优先推荐低社交压力的线上文本咨询，配套舒缓情绪的音乐疗法与室内健身教程；对人际冲突焦虑学生，则推荐 VR 社交技能模拟与线上团体工作坊。“量身定制”服务极大提升学生接受度、依从性与干预效果。

3) 提供多元适配服务。数字新生态深度适配 Z 世代学生话语体系与接受偏好。通过开发心理健康主题严肃游戏(Serious Games)，融入情绪管理与压力应对学习要素；利用虚拟偶像或 AI 聊天机器人提供“朋辈式”陪伴与支持，以轻松网络语言交流(谢菲, 2023)；借助短视频、互动 H5、动漫视频等形式传播知识，使科普宣传更具吸引力与传播力，真正实现“服务适配于人”。

3.3. 治理升级：从“单点应对”到“系统联动”

传统模式下，高校心理健康工作往往被视为心理健康中心的专属职责，其他部门协同不足，容易形成“单点应对、信息孤岛”的治理困境。数字赋能通过数据流驱动业务流，重塑了组织协同方式，推动了心理健康治理体系的现代化升级。

1) 构建跨部门协同的“数字桥梁”。校级心理大数据平台充当了业务中台的角色，在严格保障隐私的前提下，定义了清晰的数据共享与业务触发规则。例如，当系统识别出某学生有高危预警时，预警信息不再仅停留在心理中心，而是通过平台自动生成任务工单，并依据预设规则，分别推送至该生的辅导员(进行生活关怀和面对面谈话)、所在院系副书记(统筹关注)、宿舍管理员(留意夜间归寝情况)以及校医院(做好应急接诊准备)。这种基于数据的自动化流程，确保了信息在各部门间无缝、即时、准确地流转，将分散的力量整合为高效的响应团队。

2) 推动治理模式的可视化、可量化与可优化。高校管理者可以通过“智慧心理”决策支持大屏(或称“驾驶舱”)，实时感知全校学生心理健康的整体态势。大屏上不再仅是抽象的数字，而是直观呈现各学院心理预警发生率横向对比、重点学生情绪波动曲线、各类咨询主题占比变化、危机事件处理进度与闭环率等关键指标。这使得管理决策从“凭经验、靠感觉”转向“靠数据、看趋势”，能够精准识别薄弱环节，优化资源投入方向，例如发现某个学院学业压力问题突出，便可协同教务处针对性调整教学安排。

3) 拓展协同治理的边界，从校内延伸至校外。通过平台，高校可以便捷地与上级主管部门、区域精神卫生中心、其他高校乃至全国性的心理援助平台实现互联互通。一方面，这便于在遇到复杂危机个案时，发起跨校、跨地区的专家线上会诊，获取专业督导；另一方面，也便于参与区域性心理健康普查与联合研究，共同提升行业服务水平。数字技术最终将高校从心理健康服务的“信息孤岛”中解放出来，将其融入一个更大范围、更具韧性的支持网络之中，实现了从“校内单点应对”到“系统内外部联动”的治理升级，共同守护学生的心理健康福祉。

4. 发展高校数字赋能心理健康服务新生态的机遇和挑战

4.1. 发展机遇

国家政策持续赋能，《全面加强和改进新时代学生心理健康工作专项行动计划(2023~2025 年)》(教育部办公厅, 2023)等文件明确将数字化、智能化作为心理育人体系建设的核心方向，为高校开展数字心理服务提供制度保障与资源支持。技术环境日益成熟，5G 网络、情绪识别和检测、AI 大模型、区块链等新型基础设施逐步完善，为平台构建提供坚实技术基础。学生数字原生代特征显著，对线上服务接受度高，

参与意愿强，为数字化服务推广创造良好用户基础。后疫情时代混合式教育模式常态化(陈新月，朱麟，2025)，进一步加速心理健康服务数字化转型，在线咨询、云团体辅导、数字疗法等新形态不断涌现，提升服务灵活性与可及性。

4.2. 现实挑战

部分高校数字基础设施仍显滞后，存在服务器老化、带宽不足、系统兼容性差、运维成本高等问题，制约平台平稳运行与服务体验。数据安全与隐私保护风险突出，心理数据属敏感个人信息，采集、存储、使用环节若管理不善，易引发伦理争议与法律纠纷(赵芳，刘思彤，2024)；尤其跨部门数据共享面临授权机制不清晰、匿名化标准缺失等挑战。线上服务质量参差不齐，心理咨询师数字素养有待提升，在线服务规范、效果评估标准、纠纷处理机制尚不健全，影响服务专业性与公信力。此外，数字鸿沟问题不容忽视，部分学生存在设备接入困难、数字技能不足等情况，可能加剧服务获取的不平等。

5. 数字赋能高校心理健康服务新生态的发展策略和路径

5.1. 伦理先行：构建可信 AI 的“防火墙”

心理健康数据具高度敏感性，构建新生态须将伦理考量前置嵌入系统设计与运营全过程，筑牢隐私保护与安全管理“防火墙”。

1) 完善伦理治理框架。高校应成立跨学科伦理审查委员会，制定并监督执行《心理健康数据伦理治理指南》。明确数据收集和使用的具体边界：严格贯彻“最小必要”原则，仅限于实现特定心理健康目的所需的数据类型和范围；完善“知情-同意”机制，确保学生充分知晓数据被收集的范围、使用方式及潜在风险(薛丽达，钱莹，2025)。定期评估 AI 心理预测模型是否存在歧视或偏差，保障决策的公平、透明。

2) 强化技术保障能力。在技术实践中，应优先采用隐私计算技术，最大限度减少原始数据收集与集中存储风险。借助差分隐私(周泽宁，2023)对敏感数据进行脱敏和匿名化处理，最大限度降低泄露风险。此外，应建立数据分类分级管理制度，对不同敏感程度的数据实施差异化的访问控制策略和加密存储措施，确保数据全生命周期安全。

3) 培育伦理素养文化。定期向平台开发人员、心理咨询师、辅导员及管理者开展系统化的数据伦理与安全培训，强调“伦理先行”的责任意识。同时，加强对学生的数字隐私素养教育，增强其对个人数据的权利意识和自我保护能力。鼓励对潜在数据滥用行为进行举报与反馈，形成可持续的伦理治理文化。

5.2. 技术筑基：打造校园心理大模型

稳健、先进的技术平台是数字新生态赖以存在的“智能基座”。高校应立足长远，进行统一规划和集约化建设，避免出现新的数据孤岛和重复建设。

1) 构建校级心理健康大数据平台。平台应具备强大的异构数据集成功能，制定统一的数据接口标准，打通教务、学工、后勤、网络中心等关键部门的数据壁垒，实现多源数据的融合汇聚与标准化处理。平台架构需支持高并发访问和弹性扩容，保障服务的稳定性和连续性。

2) 积极推进心理大模型应用路径。高校自主研发专用心理大模型面临高昂成本、高质量标注语料匮乏、持续优化与维护难度大等现实约束(颜文靖，许冬武，2023)。建议优先考虑与具备可信资质的技术企业合作，聚焦关键场景(如心理危机初筛)，在有限范围内开展联合研发与试点验证，在控制成本的同时提升服务的专业性与安全性。

3) 探索区块链技术的创新应用。利用区块链的不可篡改、可追溯特性，探索构建学生心理数字档案。

学生可授权其信任的校内外机构在特定时间、特定范围内访问其必要的心理档案信息，实现安全、可控的跨机构信息共享，为转介诊疗和连续性支持提供便利，真正实现“数据随身走、主权归个人”。

5.3. 人才赋能：培育“心理 + AI”复合型辅导员

开展多维分享是发挥数字赋能效用的关键，提升现有队伍数字素养、培育新型复合人才，是确保新生态顺畅运行的人力资源保障。

1) 实施辅导员与咨询师数字能力提升计划。将数字工具使用、数据解读能力、在线咨询伦理等纳入辅导员和专职心理咨询师的常态化培训体系。通过工作坊、案例研讨等形式，帮助他们熟练掌握平台操作，学会解读数据预警背后的心理意义，并能将线上干预与线下辅导有机结合，提升协同干预效能。

2) 创新跨学科复合人才培养模式。鼓励心理学与计算机科学、数据科学等学科开展深度交叉，共建“心理信息学”微专业或辅修项目，共同指导学生毕业设计或科研项目，培养既懂心理理论又掌握数据分析与技术应用能力的复合型人才，为未来的行业发展储备核心力量。

3) 建立正向激励机制。在辅导员和心理咨询师的职称聘任、绩效考核、评优评先中，应认可其在数字心理服务方面取得的成果，如成功开发的数字化干预方案、基于数据分析的典型案例分析报告、有效运营的网络心理社群等，激发其学习新技术、应用新工具的主动性与创造性。

6. 总结

数字技术的深度融合正引领高校心理健康服务进入以数据驱动、智能协同为特征的“数智化新阶段”。本研究基于数字赋能视角，系统探讨了高校心理健康服务新生态的构建路径与发展策略。研究表明，构建以智能平台为核心，融“监测 - 预警 - 干预 - 评估”于一体的服务新生态，能有效突破传统服务模式的时空限制与资源约束，显著提升服务的覆盖率、精准性与实效性，是回应新时代学生多元化心理需求、落实“三全育人”理念的必然选择。

数字赋能不仅是技术工具的升级，更是服务理念与范式的深刻变革，推动心理健康工作从经验判断走向数据驱动，从粗放普适走向精准滴灌，从单点应对走向系统联动。然而，这一转型过程也伴随诸多挑战，尤其在数据安全、算法伦理、人才队伍和跨部门协同等方面，需予以高度重视并系统应对。未来发展中，必须始终坚持“技术为用、育人为本、伦理为纲”的核心原则，避免陷入技术至上或算法歧视误区，确保技术应用始终服务于学生健康成长和全面发展。

展望未来，高校数字心理服务生态建设应在可信可控前提下持续探索创新。下一步可深入探索多模态情感计算(如微表情识别、语音情感分析、行为动力学分析)和脑机交互在早期心理危机识别中的应用(周正康等, 2024; Liu et al., 2019), 提升预警敏锐度和准确性; 推动扩展现实(XR)技术打造沉浸式、场景化的数字疗法与干预模拟环境, 提升干预吸引力与效果; 研究基于区块链技术的学生心理档案跨机构安全共享与终身携带机制, 破除信息壁垒, 保障服务连续性与完整性。通过持续的技术创新、制度完善与生态优化, 最终构建“精准智能、温暖包容、协同高效、可持续演进”的高校心理健康服务新生态, 为培养担当民族复兴大任的时代新人提供更加坚实的心理保障。

参考文献

- 陈新月, 朱麟(2025). 数字化变革背景下国内混合式教学研究趋势. *广西职业技术学院学报*, 18(4), 101-107.
- 初金哲, 李维婷, 刘传雷(2025). “零糖”社交: Z 世代青年新型社交样态的表现、风险及引导. *高校辅导员学刊*, 17(4), 88-94+100.
- 董雷刚, 崔晓微(2025). 基于机器学习的大学生学习行为分析研究. *信息与电脑*, 37(7), 196-198.
- 教育部办公厅(2023). *全面加强和改进新时代学生心理健康工作专项行动计划(2023-2025 年)*.

- http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/moe_946/202305/t20230511_1059219.html
- 刘伟(2023). 面向智慧医疗的联邦学习安全技术研究. 硕士学位论文, 西安: 西安邮电大学.
- 倪照军, 栗雪琪, 黄薛冰(2022). 团体正念认知治疗对广泛性焦虑障碍患者的焦虑和注意维持的疗效. *中国心理卫生杂志*, 36(5), 361-366.
- 王芳, 赵小明(2022). 基于多模态社交情感分类的高校学生心理健康分析. *计算机与数字工程*, 50(10), 2166-2170.
- 谢菲(2023). 基于深度学习融合多维识别特征的深度伪造图像检测研究. 硕士学位论文, 北京: 中国人民公安大学.
- 薛丽达, 钱莹(2025). 算法审计的现实困境、逻辑框架与实现路径. *财会通讯*, (1), 8-16.
- 闫振福(2018). 大数据技术在大学生心理危机预警中的有效应用分析. *电脑编程技巧与维护*, (10), 123-124+130.
- 颜文靖, 许冬武(2023). 大语言模型对精神心理障碍诊断服务的变革性影响. 见第二十五届全国心理学学术会议摘要集——专题研讨会(pp.123-124). 温州医科大学精神医学学院.
- 赵芳, 刘思彤(2024). 数字化时代社会工作伦理的挑战与应对. *社会工作*, (6), 23-47+152-153.
- 周泽宁(2023). 基于区块链与差分隐私保护的众包数据管理方案研究. 硕士学位论文, 北京: 北京邮电大学.
- 周正康, 袁之正, 颜亨, 李玉, 李舒然(2024). 基于动态图卷积神经网络的运动想象脑电信号研究. *计算机科学与应用*, 14(4), 268-275.
- 朱艺森, 季洲宇, 李舒然, 王海成, 伏云发(2025). 面向智慧医疗的便携式稳态视觉诱发电位脑机接口系统. *生物医学工程学杂志*, 42(3), 455-463.
- Chen, C., Ji, Z., Sun, Y., Bezerianos, A., Thakor, N., & Wang, H. (2023). Self-Attentive Channel-Connectivity Capsule Network for EEG-Based Driving Fatigue Detection. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 31, 3152-3162. <https://doi.org/10.1109/tnsre.2023.3299156>
- He, X., Li, S., Zhang, H., Chen, C., Li, J., Dragomir, A. et al. (2026). Towards a Nuanced Classification of Mental Fatigue: A Comprehensive Review of Detection Techniques and Prospective Research. *Biomedical Signal Processing and Control*, 111, Article 108496. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.108496>
- Lian, Z., Xu, T., Yuan, Z., Li, J., Thakor, N., & Wang, H. (2024). Driving Fatigue Detection Based on Hybrid Electroencephalography and Eye Tracking. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 28, 6568-6580. <https://doi.org/10.1109/jbhi.2024.3446952>
- Liu, X., Li, T., Tang, C., Xu, T., Chen, P., Bezerianos, A. et al. (2019). Emotion Recognition and Dynamic Functional Connectivity Analysis Based on EEG. *IEEE Access*, 7, 143293-143302. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2945059>
- Wang, H., Liu, X., Li, J., Xu, T., Bezerianos, A., Sun, Y. et al. (2021a). Driving Fatigue Recognition with Functional Connectivity Based on Phase Synchronization. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 13, 668-678. <https://doi.org/10.1109/tcds.2020.2985539>
- Wang, H., Wu, C., Li, T., He, Y., Chen, P., & Bezerianos, A. (2019). Driving Fatigue Classification Based on Fusion Entropy Analysis Combining EOG and EEG. *IEEE Access*, 7, 61975-61986. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2915533>
- Wang, H., Xu, L., Bezerianos, A., Chen, C., & Zhang, Z. (2021b). Linking Attention-Based Multiscale CNN with Dynamical GCN for Driving Fatigue Detection. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 70, 1-11. <https://doi.org/10.1109/tim.2020.3047502>
- Xu, T., Wang, H., Lu, G., Wan, F., Deng, M., Qi, P. et al. (2021). E-key: An EEG-Based Biometric Authentication and Driving Fatigue Detection System. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 14, 864-877. <https://doi.org/10.1109/taffc.2021.3133443>
- Xu, T., Xu, L., Zhang, H., Ji, Z., Li, J., Bezerianos, A. et al. (2022). Effects of Rest-Break on Mental Fatigue Recovery Based on EEG Dynamic Functional Connectivity. *Biomedical Signal Processing and Control*, 77, Article 103806. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.103806>
- Xu, T., Zhou, Z., Yang, Y., Li, Y., Li, J., Bezerianos, A. et al. (2023). Motor Imagery Decoding Enhancement Based on Hybrid EEG-fNIRS Signals. *IEEE Access*, 11, 65277-65288. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3289709>