

中医舌诊智能化诊断的研究进展

王海鑫 胡亚南 戴雯斯 贾一通
西京学院, 中国·陕西 西安 710000

摘要: 中医舌诊, 作为传统中医望诊的核心组成部分, 近年来在现代技术尤其是人工智能技术的推动下, 取得了智能化诊断的显著进展。论文综述了中医舌诊智能化诊断的研究进展, 涵盖五大关键领域: 舌象特征检测与识别、舌诊客观化标准建立、舌象与疾病相关性、智能化舌诊装备、人工智能辅助诊断算法模型。人工智能技术在中医舌诊领域的应用, 不仅推动了舌诊的标准化和客观化, 还为中医舌诊医疗器械研发和数字化中医舌诊方法创造了新的机遇。

关键词: 中医舌诊; 智能化诊断; 智能化装备; 舌象特征

Research Progress on Intelligent Diagnosis of Tongue Diagnosis in Traditional Chinese Medicine

Haixin Wang Yanan Hu Wensi Dai Yitong Jia

Xijing University, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: Tongue diagnosis, as a core component of traditional Chinese medicine (TCM) inspection, has made significant progress in intelligent diagnosis in recent years, driven by modern technologies, especially artificial intelligence (AI). This paper reviews the research progress in intelligent diagnosis of TCM tongue diagnosis, covering five key areas: detection and recognition of tongue image features, establishment of objective standards for tongue diagnosis, correlation between tongue appearance and diseases, intelligent tongue diagnosis equipment, and AI-assisted diagnostic algorithm models. The application of AI technology in the field of TCM tongue diagnosis has not only promoted the standardization and objectification of tongue diagnosis but also created new opportunities for the development of TCM tongue diagnosis medical devices and the digitization of TCM tongue diagnosis methods.

Keywords: TCM tongue diagnosis; intelligent diagnosis; intelligent equipment; tongue image features

1 舌象特征检测与识别研究

舌象特征检测与识别是智能化舌诊的核心环节, 通过现代技术手段提高中医舌诊的准确性和客观性。随着人工智能技术和数字化技术的发展和医学领域的应用, 人工智能与中医舌诊诊断取得了诸多成果, 通过配置神经网络或机器学习算法模型, 智能舌诊系统能够自动识别自然光照条件下的舌色和苔色属性, 并对舌象特征进行综合判定。研究者们通过深度学习技术, 利用卷积神经网络 (CNNs) 对舌象特征进行分类和识别, 显著提高了分类的准确率; Kanawong 等人使用 SMO 算法优化支持向量机对中医舌头进行 14 分类, 单分类准确率在 63% 至 83.4%, 对舌象进行更准确的分类; 部分学者使用稀疏表示的分类器自动分析舌质颜色和舌苔颜色, 分类准确率分别达到 87.80% 和 90.51%; 王奕然等人使用 Adaboost 分类器对舌色进行分辨, 准确率达 95%。智能化舌诊的舌象特征检测与识别技术正快速发展, 通过结合人工智能算法、深度学习技术, 可以有效地提高舌诊的客观性和准确性, 为中医诊断提供强有力的技术支持。

2 舌诊客观化标准建立研究

舌诊客观化标准建立是现代科学技术手段致力于实现舌诊的定量化、客观化和标准化, 涉及舌象采集、舌象分割

及舌象特征分析等技术。

2.1 舌象数据采集研究

舌诊作为中医辨证论治的重要组成部分, 其数据采集的准确性对于临床诊断和治疗具有重要意义。袁飞等通过 4949 例学龄前儿童亚健康体质调查, 发现舌的高通量影像组学参数与体质有着密切的联系, 利用现代影像技术对舌象进行分析, 揭示了舌象与体质之间的关联; 李阳辉运用基于注意力机制的 YOLOX-s 模型来识别齿痕、裂纹、腻苔等舌象特征, 总体平均精度值为 91.95%, 展示了深度学习技术在中医舌诊中的应用潜力, 通过高精度的图像识别技术提高舌诊的客观性和准确性; 钟俐芹等公开发表了包含 2008 张 JPG 图像数据的中医舌诊染苔图像数据集, 为智能化舌诊提供了丰富的数据资源。

2.2 舌象分割的研究

随着深度学习技术的发展, 基于深度学习的舌象分割方法已经取得了显著进展, 基本实现了全自动的鲁棒分割, 克服了舌形态、光照、颜色等多种因素的挑战, 能够实现开放环境静态舌象的精准快速分割, 解决了全自动鲁棒舌象分割的瓶颈问题。在传统分割方法方面, 研究者们提出了多种算法, 如基于 Catmull-Rom 样条 Snakes 模型的舌体自动分割, 拓扑自适应的 Snakes 模型, 以及结合舌体边缘检测和梯度

矢量流 (GVF-Snakes) 动态轮廓线的方法。这些方法在提高分割速度和准确性方面做出了贡献, 但往往需要人机交互来完成较难分割的图像。

2.3 舌象特征分析研究

多维度舌象特征的量化分析是实现舌诊客观化的关键步骤, 涉及对舌色、舌形、苔色、苔质等多个维度的特征进行精确的量化。通过先进的图像分析技术, 对区域舌色、区域苔色、舌苔厚薄、腐腻程度以及点刺、瘀点、瘀斑、剥落、齿痕、裂纹的数量和位置进行量化分析, 提升舌诊的量化、客观化以及可重复性水平。炎症性肠病患者的中医舌象特征分析, 通过记录舌色、舌形、苔色、苔质等四个维度, 发现 CD 患者与 UC 患者的舌象特征具有一致性, 均以“齿痕舌、腻苔”为主要特征, 为中医舌诊的客观化提供了科学依据。张衡翔等通过 HSV 和 XYZ 颜色空间之间的转化, 提出了一种同时包含位置和颜色信息的舌象特征表征方法; 杨新宇等借助 CIELab 和 CIELCH 颜色空间对各类舌色的数据及分布特征进行探讨, 为舌色研究提供了有效的方法; Li 等在不同色度空间中使用不同的聚类尺度对舌象进行颜色匹配, 进一步为舌色研究提供了有效的手段; 通过新的语义分割损失函数, 增强舌图像分割模型学习像素关系的能力并处理了错误标记的数据, 通过简化模型加速模型训练并降低了复杂性, 证明了算法在自建数据集上的有效性, 舌分割达到了 96.57% 的 MIoU, 并展现出 88.58% 的 Macro-F1 Score 和 82.59% 的平均准确率。

3 舌象与疾病相关性的研究

根据现有文献, 舌象与疾病相关性的研究揭示了舌诊在中医诊断中的重要价值。①舌象特征与特定病症之间的关联研究。王仁杰等通过临床实践发现膝关节退行性关节炎患者具有特定的舌象特征; 宋连英等将舌象特征与胸部 CT 影像相联系, 识别出病毒性肺炎的舌诊规律; 马新宇发现急性心肌梗死患者的舌象与病情严重度正相关。②舌象与微生物组学的关系研究。李清仪等研究了慢性阻塞性肺疾病舌苔菌群微生态的相关性, 而李菲对湿疹患者湿证人群舌苔微生态进行了探索性研究, 显示舌苔微生物群落的变化与多种疾病状态有关。③在心系疾病方面研究。丁然等利用图像分析技术发现胸痹胸痛患者舌象特征的显著差异; 赵静等则利用舌体高光谱建立分类模型, 为高血压合并冠心病的早期发现提供了有效筛查手段; 王忆勤等通过对肺结节患者舌象特征的定量分析, 提示舌象参数可能作为肺结节的辅助诊断指标。④舌象与上消化道疾病的关系研究。罗静等研究了原发性干燥综合征患者舌象特点及其与证候的相关性, 发现特定的舌象特征与原发性干燥综合征的证候有相关性, 研究结果显示舌诊在辅助疾病诊疗、指导辨证论治、评估病证演变、预测评价疗效等方面的重要意义。这些研究为中医临床诊疗提供了科学依据, 并通过现代技术的应用, 加深了对舌象与疾病关系的理解。舌象与疾病相关性的研究为中医临床诊疗

提供了科学依据, 并通过现代技术的应用, 加深了对舌象与疾病关系的理解。舌象特征与疾病之间的相关性研究不仅证实了中医舌诊的临床价值, 也为个性化诊疗提供了可能。

4 智能化舌诊装备的开发

智能化舌诊装备涉及利用现代科技手段获取多维度舌象特征及其蕴含的多模态生物学信息。上海中医药大学许家佗教授团队研制的 TFDA-1 型舌诊仪, 采用先进的数码相机和计算机技术, 能够对舌象特征信息进行提取与处理, 实现客观量化的医疗器械, 通过高频荧光恒定光源系统技术, 确保舌象的色彩还原性、真实性和可重复性。王忆勤教授团队开发的 ZBOX-1 型舌脉仪, 结合中医理论与现代数字技术, 建立了舌脉象规范采集和信息处理的方法。北京工业大学蔡轶珩团队设计标准舌象分析仪, 以图形技术和聚类算法为核心, 能够对舌象进行精确分析, 提升舌象采集的科学性和准确性。安徽省中医药科技攻关重大项目《基于多模态舌象信息融合的智慧诊疗系统研发与应用》利用图-谱超分、三维点云、红外热成像、AI 等现代科技获取多维度舌象特征及其蕴含的多模态生物学信息, 项目的核心目标是构建基于舌象图-谱的多维信息精确识别方法和健康状态辨识标准, 实现舌诊的客观化、信息化和量化精准识别。钧控 AI 舌诊仪采用 1600W 像素高精度采集人体舌象信息, 并结合庞大的临床数据库从六大维度进行舌象分析, 生成详细的智能舌诊检测报告, 实现对用户体质的精准评估, 提供养生方案推荐和舌象对比管理, 引入五行属性维度, 满足个性化调理需求。中医舌诊体质辨识软件获得中华人民共和国医疗器械注册证, 可以快速准确地辨识九种体质, 并在多场景进行舌象采集、分析和辅助体质辨识; AI 看舌小程序利用图像识别和深度学习技术, 对用户的舌头照片进行分析, 为用户提供个性化的健康建议, 具有便捷性、快速性和隐私保护等优势, 用户无需前往医院或诊所, 只需通过手机即可随时进行舌诊自测; 钧控机器人的智能 AI 舌诊仪 JIT 支持无损耗舌象采集, 通过临床大数据进行多维度舌象智能分析, 并根据分析结果评估体质, 智能推荐健康调理方案, 该设备支持对比历史舌象体质, 使调理效果可视化, 形成健康调理闭环。季华实验室开发的中医智能检测装备及其系统平台, 可用于中医症状体征的高维度检测, 形成信息可复制、过程可移植、标准高度一致的中医表型体系。

目前, 智能化舌诊装备各有侧重点, 钧控 AI 舌诊仪和 JIT- 钧控机器人在提供个性化健康管理方案方面表现出色, 而安徽省中医药科技攻关重大项目则在多模态信息融合和数据库建立方面取得进展, AI 看舌小程序具有便捷性和易用性。智能化舌诊装备都致力于提高舌诊的客观性、准确性, 并利用现代科技手段扩展中医舌诊的应用范围。

5 人工智能辅助诊断算法模型

人工智能辅助诊断算法模型的优劣是诊断的准确性和

效率的关键因素,且能够推动中医舌诊技术的现代化、标准化,以及实现个性化医疗和疾病管理。通过提取舌象的颜色与纹理的颜色直方图、颜色矩、Tamura 纹理和 Gabor 纹理算法,结合单核及混合核 SVM 的分割算法,提出了改进的 PSO 优化混合核 SVM 舌象分类算法,显著提高了舌象苔质分割的效果。吴欣等人的研究综述增强了舌象图像处理和特征分类的能力;黄淑琼等人的研究推动了舌象的客观化、定量化、标准化,提升了舌诊的准确性和可重复性;姜永超等人设计的一体式中医舌象采集分析系统,通过自动化采集和分析提高了舌诊效率;宋海贝等人构建的基于 AI 的中医舌象面象辅助诊疗系统,通过提取面部和舌部信息特征,实现了特征信息的自动识别分析,优化了健康改善。和信康舌诊 AI 系统则是人工智能与中医临床结合的典范,整合了多结构深度网络模型,经过百万份真实门诊图像和数据的训练,为中医辅助诊断提供了现代科技支撑。上述成果提升了诊断的准确性和效率,也为中医的现代化和智能化发展提供了强有力的技术支持,预示着未来将有更多创新算法和模型被开发,以进一步提升中医舌诊的智能化水平。

6 结语

中医舌诊智能化诊断的研究进展表明,通过结合现代科技和人工智能技术的发展推动传统中医舌诊向标准化、客观化和智能化转型。深度学习技术的应用使得舌象特征的检测与识别更加精准,客观化标准的建立促进了舌诊的定量化和标准化,而智能化舌诊装备的开发则使得舌象信息的采集和分析更加便捷和高效,人工智能辅助诊断算法模型的发

展,为中医舌诊提供了现代化的决策支持工具。中医智能舌诊研究应聚焦于开发更高效、准确的舌诊智能化技术,能更进一步促进中医舌诊的现代化进程,推动其在全球范围内的传播和应用,实现中医舌诊的国际化。

参考文献:

- [1] 田鸽,张月林,王可仪,等.数码舌诊仪在中医疾病诊断中的应用进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2024,26(6):1638-1643.
- [2] 钱金丹,杨欣,康秀丽,等.慢性萎缩性胃炎中医舌象研究进展[J].中国中医药现代远程教育,2024,22(15):175-177.
- [3] 陈恩纳,李圣焯,胡毓亲,等.中医舌诊图像采集与色彩信息分析研究进展[J].中华中医药杂志,2024,39(7):3586-3589.
- [4] 张冬,庞稳泰,王可仪,等.舌诊客观化在中医药临床诊断和疗效评价中应用与价值[J].中医药临床杂志,2024,36(6):1003-1007.
- [5] 黄红.面向中医辅助诊断的舌象分割与特征检测研究[D].济南:山东财经大学,2024.
- [6] 徐熊,宋海贝,温川颀,等.基于智能信息处理的舌诊客观化研究[J].电脑知识与技术,2020,16(22):182-184+197.
- [7] 莫传伟,武哲丽,陈群.中医舌诊客观化识别与图像技术的探析[J].中医药学刊,2005(6):1032-1034.
- [8] 陈群,徐志伟,刘梅.中医舌诊客观化识别技术的现代研究[J].中医药学刊,2004(7):1215-1216.

作者简介:王海鑫(2004-),男,中国陕西榆林人,本科,从事医学影像技术研究。

基金项目:西京学院大学生创新创业训练计划项目:智能中医舌诊助手系统(项目编号:X202412715095)。