

综述 ·

中医舌象信息数字化研究的现状分析

程绍民^{1,2} 陈利国¹ 屈 援³ 边海云¹

(1. 暨南大学医学院中医系, 广东省广州市黄埔大道西601号, 510632;

2. 江西中医学院; 3. 暨南大学管理学院)

[关键词] 舌象; 数字化; 综述

四诊是中医学辨证的基本方法, 其中舌诊是最具中医特色的诊法之一。传统的舌诊是指临床医生通过肉眼观察患者舌质、舌苔的变化来判断脏腑的虚实、津液的盈亏和气血的盛衰等等。而这种观察与判断是建立在医生医疗实践的积累之上的, 易受其个人主观因素的影响, 存在较大程度的经验性和模糊性。中医学这种经验性和模糊性的特点, 给临床、教学、科研带来了诸多不便, 制约了中医学的发展和推广。随着现代医学科技的发展, 数字化与信息技术越来越广泛地渗入到医学领域, 应运而生了“数字医学”这一新型前沿学科。近年来, 我国政府和科研机构非常重视“数字医学”的理论研究和技术开发, 并拟定了医学诊断数字化的研究方向。中医舌诊要想客观收集临床体征, 实现舌象规范化、定量化, 就必须做到舌象数字化、信息化。中医舌象信息数字化, 就是采用数字化方法处理中医舌象的临床客观资料(包括舌形、舌色、舌苔、苔色、苔质以及舌下脉络等), 使之转化成电子计算机语言形式, 使得各项指标能够转化成计算机可识别的数据, 并使这些数据具有中医诊断学的意义。现将近年来基于中医舌象信息数字化的研究进展概述如下。

1 舌体区域分割

舌体区域的分割是实现中医舌诊现代化的前提, 分割质量直接影响舌象诊断的性能。但是由于舌体区域与背景区域存在丰富的边缘, 而且舌自身生理特征也较复杂, 使得舌体分割比较困难。近年来研究者为了提高分割准确率, 提出了各种改进的分割方法, 各有特点。

王郁中等^[1]提出, 基于边缘检测与 GVF 动态轮廓线相结合的舌体分割方法, 能够有效地将舌体分割出来。杨大生等^[2]通过对舌象的低层信息的研究, 发现使用简单而有效的直方图均衡化能扩大图像的颜色分辨力, 使得现有的阈值处理方法能在原有基础上很好地处理那些原来无法处理的舌体图像, 然后根据舌体形状、位置等先验信息, 用几何方法修正受嘴角和嘴唇影响得到的边缘。郭荣艳等^[3]通过研究、比较, 认为用动态阈值的分割方法比用 RGB 三色分量差值方法优越, 在舌体图像分割中具有较好的效果。吴佳等^[4]提出了一种基于分水岭变换和主动轮廓模型相结合的自动轮廓分割算法, 在保证分割质量的基础上, 通过降采样的方法来提高分割速度。马超等^[5]用中值滤波去除图像噪声; 其次在 YCbCr 彩色空间对图像进行预

处理, 去除面颊皮肤等背景信息; 然后用均值移动法初步分割出舌体; 最后应用改进的图像区域生长的方法, 得到准确完整的舌体图像。王鹤蒙等^[6]通过研究阈值方法或先验知识在舌体轮廓提取时存在的缺陷, 设想了用直方图均衡化预处理采集到的图像, 然后根据舌体的形状、位置信息, 对得到的初始轮廓线进行几何修正, 基本解决了嘴唇对初始轮廓线的影响。李庆利等^[7]采用超光谱成像系统代替数码相机采集舌图像, 并借鉴光谱角度匹配算法, 发展了基于超光谱图像的舌体分割算法。这一算法通过光谱角度匹配算法将超光谱舌图像立方体转换成光谱角度立方体, 然后采用一维脉冲波形的边沿信息检测出边缘信息, 最后实现了舌体的分割。

2 舌苔、舌质分离

舌苔和舌质分别反映患者不同的身体状况, 具有不同的诊断意义, 因此, 对苔、质进行有效分离也是舌象分析的重要步骤。分离结果直接影响到后续舌质、舌苔颜色分类识别的质量, 最终影响证型推断的准确性。

王郁中等^[1]提出基于颜色一纹理的无监督同类舌苔舌质区域划分算法, 能够在颜色量化的基础上进行苔、质同类区域划分。陈海燕等^[8]在结合中医依靠经验辨识舌苔舌质的基础上, 借鉴以往的单通道定阈值舌苔舌质分离算法, 提出使用多个色彩通道动态选取阈值, 再根据先验的空间信息辅助判断, 最终分离苔、质的算法。

刘峰等^[9]在舌象分割完成后, 对舌象图像用聚类分析的方法进行舌苔、舌质分离处理。聚类算法通过迭代, 把特征相似的点作为一类, 划分出特征不同的几类, 从而分离出舌苔和舌质。通过实验, 并和阈值分离算法进行比较, 聚类算法有很好的自适应性和准确性, 在差异变化很大的不同图像中都能有较好的效果。

楚宇燕等^[10]根据基于 HSV 色彩空间的最佳阈值迭代算法、基于彩色特征组合分割方法的特点, 综合叠加运用这两种方法, 也有效地解决了苔、质分离问题。

3 舌下络脉提取

临床上通过观察舌下络脉的长度、宽度、支干分支数、色泽等特征可以了解人体气血运行状态, 推断脏腑功能正常与否。因此, 将舌下络脉有效分离是舌象信息数字化中重要的组成部分。

郑舜仁等^[11]开发了舌下络脉诊断自动化系统, 从患者下半脸部影像中撷取舌背部位, 通过分析不同部位彩色分量间的相对值差异, 强化对比影像, 增加其动态范围, 再以边界检测法寻找舌背边界, 并辅以色调与亮度特性, 将舌下络脉分离出来; 而后撷取舌下络脉长度、宽度、色泽及络脉分支等特征; 最后运用

模糊理论以 Fuzzy C-Means Clustering 算法,将各项特征进行综合分析。

闫子飞等^[12]提出,在 HSI 空间中,利用色度对饱和度信息的约束对舌下静脉血管进行了粗提取,然后分别用 LUM 滤波器和基于先验知识的像素聚类区域成长法进行去噪和最终轮廓提取。

孙丹萍等^[13]则提出了一种基于特征聚类分析的舌下络脉自动提取方法,该算法在 $L^*A^*B^*$ 色彩空间下,利用 K-均值聚类算法对舌下区域按颜色进行聚类,根据聚类中心所处的位置,确定舌下络脉所在的聚类,并计算出舌下络脉的特征参数,对每一例舌下数据给出6个参数,表征络脉的长度,宽度以及颜色。

于淼等^[14]根据所采集到的近红外舌下静脉图像的特点,使用基于分水岭的射线法获得舌下区域整体轮廓,去除舌下区域周围的干扰信息,然后使用动态灰度阈值法在已获得的有效舌下区域进行二值化,并结合近红外舌下静脉图像的灰度特征确定舌下静脉候选区域。进而根据舌下静脉区域的灰度一致性,进行自适应地区域生长,并获得最终静脉轮廓。

4 舌色、苔色分析

舌色和苔色是舌象的最基本特征。长期以来,临床上都是凭借视觉、依据经验将舌色分为淡白、淡红、红绛、青紫;苔色分为白、黄、灰、黑等。因此,采用客观量化的系统或手段,对舌色、苔色进行描述与分类,是舌象信息数字化研究中的热点与重点。

樊艳等^[15]运用 ICC 色彩特性文件对数字图像进行了色彩校正,能够有效地校正数字图像的色偏,是一种行之有效的色彩还原方法。

曹美玲等^[16]也提出一种基于感兴趣色域的离线颜色重现算法,实验证明,色彩的还原度有所提高。

陈海燕等^[17]通过研究发现:灰黑苔、黄苔与白苔3类舌苔苔色可以用数值定量,且其定量值经统计学处理有明显差异性,说明各自的定量值有特异性。

邢涛^[18]首次将粗糙集理论用于舌色、苔色分析中,采用量化的方法以减少颜色属性值;提出了一种按独立属性个数递增顺序进行约简的方法及一种对待测样本在上、下近似集分别打分的综合分类识别算法,实验结果证明了该方法的有效性。

李博聪等^[19]根据中医舌色的视觉诊断过程,采用 CIELAB 均匀颜色空间作为舌色分析的平台,将所采集的舌色 RGB 数据转换到 CIELAB 空间,研究与视觉感受对应的舌色色域分布规律。提出一种数值拟和的方法,对中医描述的舌色(红舌、淡红舌、淡白舌等)进行分类,并根据舌色的分布,提取各类舌色的典型特征色,具有一定的可行性。

蔡铁珩等^[20]从光谱反射率复原角度,对舌色范围进行了有限维模型分析,结果表明,利用三个基函数表示舌色光谱反射率,其特征值能量高达99.13%,估计得到的光谱反射率曲线与测量曲线接近。分析结果将为实现舌表面光谱反射率的复原和进一步进行颜色校正提供依据。

张志枫等^[21]通过色差值计算、Imatest 软件测试、人工判读比较三类图像(未校正、硬件校正、软件校正)的色差情况。发现软件校正图像的总色差值最小;Imatest 软件测试结果提示,软件校正图像的色差最小。提示软件校正的舌像颜色与实际舌象

的颜色最为接近,符合率最高。认为室内自然光条件下采集的舌像通过软件校正后,颜色还原真实。

5 苔质定量分析

中医舌诊理论中,苔质的厚薄、有根与无根可以反映邪正的盛衰、提示病势的进退、估计病情的预后。也有学者对苔质进行客观化的研究。

郭振华等^[22]结合舌质舌苔的模糊特性,提出了一种基于 Bayes 概率公式的舌苔厚薄鉴别算法,并在不同的色彩空间下进行了实验,取得了很好的分类结果。

曾常春等^[23]将光学相干层析成像技术应用于大鼠的舌体表面层次结构显微检测,通过对大鼠舌苔及舌苔下浅表舌体组织在体、动态的显微成像观察,发现该技术可以检测脾胃湿热证候时舌诊的特征性改变,并进行量化性衡量。

6 舌温测定

根据生物传热理论,舌诊中所注重的舌质主要受舌的血液灌注率、血氧含量及血液流变学等影响,进而使舌面温度受到影响,表现出不同的舌色,可以帮助临床上辨识病证的寒热虚实。因此,有学者通过红外热象仪等设备来测量舌面温度,进行舌象信息数字化研究。

诸凯等^[24]利用红外热象仪得到人舌热象,定量分析人舌温度分布与年龄、舌质以及与三种脏腑病症的特征关系。结果发现舌温与年龄、舌质有关,不同病症患者舌温的意义有显著性,认为舌面不同部位的温度确实与不同脏器的疾病有关。

王如愿等^[25]采用血管铸型的方法获取猪舌的血管树,通过数码成像及逆向建模将其转换为计算机可识别的数字模型。以 Pennes 方程为基准方程,成功地对自然形态和实际传热状态下的舌体三维温度场进行了重构计算,来探索舌体温度分布与中医证候的演变规律。

姜智浩等^[26]观察95例健康人舌体红外热图像,比较季节因素对舌面温度分布的影响。结果发现夏季组舌温总体高于冬季组,舌根、舌中、舌右边3个分区差异有显著性。得出了体温与舌温存在不同步性及相同体温、舌象在不同季节舌体温度也不相同的结论。

7 舌象信息智能处理技术

通过上述各种方法收集了大量的、复杂的舌象特征参数后,如何快速准确地对这些参数加以分析,需要寻求一种与客观因素相独立、拥有较强自适应能力并符合中医舌诊原理的技术。越来越多的学者开始综合运用遗传算法、模糊算法、人工神经网络技术、人工智能技术,对这些舌象信息进行智能处理,取得了较理想的效果。

周玉等^[27]在分析了 Visual C++ 和 Matlab 各自特点的基础上,提出了利用 Visual C++ 与 Matlab 混合编程来实现竞争神经网络的应用这一方法。该程序的界面是由 VC++ 实现的,而神经网络的所有功能是通过调用 Matlab 引擎的方法实现的,这样做可充分利用 Matlab 和 Visual C++ 各自的优点,实现更多的功能。

吴芸等^[28]利用改进遗传算法对构建的前馈式神经网络进行优化,该遗传算法结合了实数编码、数学交叉、PSO 等思想,对于形成一种中医专家系统的软计算构成技术奠定了基本的方法。

谢铮桂等^[29]通过分析传统 BP 算法的不足之处,提出了改

进的方法,并采用改进的BP算法构建中医舌诊智能诊断的神经网络模型。实验结果表明,该模型具有诊断能力较强、收敛速度较快,泛化能力较强等特点。

8 舌象辅助诊断仪器开发

在国家科技部的大力资助下,我国科学家遵循中医辨证论治理论,融合多学科技术,集成各种舌象信息的采集装置,结合智能化的舌象分析技术,开发了多种舌象辅助诊断仪器。何岳等^[30]认为,作为舌诊图像数字化常用工具的数码相机更新换代频繁,且不同品牌、不同型号内嵌的颜色校正算法不同,在成像色彩上均存在一定的差异,给后期颜色校正算法的通用性设计带来了很大的难度。因此,采用相对稳定且成像质量也令人满意的数字摄像机作为成像设备,搭建了舌象采集平台,并且根据舌象采集的需要,设计了高色温高显色性和低色温高显色两种光源,为后期研究的继续和深入,奠定了一个良好的基础。

朱庆文等^[31]应用数字摄像机、视频网络服务器、笔记本计算机构建的便携式舌诊信息获取与分析装置,该装置采集的舌图基于HSV颜色空间进行舌体分割处理,其特点是便携、易用,可通过无线局域网及国际互联网进行视频数据传输,可应用于高危环境舌图采集及远程医疗舌图采集。

李庆利等^[32]开发研制了一种基于高光谱成像技术的舌象辅助诊断系统,该系统使用高光谱成像技术代替通常使用的数码相机进行舌图像采集,并对高光谱舌图像进行了图像和光谱特征提取,然后使用贝页斯分类器初步建立起了舌象特征与病症之间的联系。

9 结语

综合近年来中医舌象信息数字化研究,可见中医舌诊与生物工程技术和计算机技术相结合,拓宽了传统的舌诊方法和范围,开辟了新的研究方向,取得了阶段性成果和宝贵的经验。同时,从已完成的项目来看,仍面临着许多问题,如尚未建立统一、客观的图像和颜色识别标准;未达到舌的色彩和表面、边界完全精细数字化表达的水平;舌像数据库的典型样本数量有限;因技术或创伤导致信息失真;未能系统地将察舌与辨证统一;开发的仪器设备尚未被临床普遍接受和采纳等等。但有理由相信,随着现代科学技术的不断发展,广大科研人员在中医理论指导下,紧密联系临床实践,以多学科融合作为延伸手段,必然会不断发展和完善中医舌象信息数字化的研究,提高中医辨证论治水平,为推动中医药现代化的发展作出积极的贡献。

参考文献

- [1]王郁中,杨杰,周越,等.图像分割技术在中医舌诊客观化研究中的应用[J].生物医学工程学杂志.2005,22(6):1128-1133.
- [2]杨大生,陈晖,邹丰美,等.一种有效的舌体自动化分割算法[J].计算机应用研究,2007,(2):170-172.
- [3]郭荣艳,史水娥.基于动态阈值的图像分割技术在中医舌诊中的应用[J].电脑知识与技术,2008,(14):910-911.
- [4]吴佳,张永红,白净,等.基于分水岭变换和主动轮廓模型的舌体轮廓图像分割[J].清华大学学报(自然科学版),2008,48(6):1040-1043.
- [5]马超,唐治德,唐林.图像分割技术在中医舌诊中的应用[J].计算机仿真2008,25(2):215-218.
- [6]王鹤蒙,张艳,周昌乐.舌像轮廓提取的优化算法[J].微计

算机信息,2008,24(6-1):275-276.

- [7]李庆利,薛永祺,王建宇,等.基于超光谱图像的舌体分割算法[J].红外与毫米波学报,2007,26(2):77-80.
- [8]陈海燕,卜佳俊,龚一萍,等.一种基于多色彩通道动态阈值的舌苔舌质分离算法[J].北京生物医学工程,2006,25(5):466-469.
- [9]刘峰,王博亮,黄晓阳.聚类分析在舌苔舌质分离中的运用[J].漳州师范学院学报(自然科学版),2007,57(3):30-34.
- [10]楚宇燕,王博亮,王雷.舌诊信息化过程中的质苔分离方法[J].中国数字医学,2007,2(9):29-33.
- [11]郑舜仁,蒋依吾,陈建仲,等.中医舌诊计算机化舌下络脉特征提取及分析[J].苏州大学学报(医学版),2005,25(3):426-430.
- [12]闫子飞,王宽全,李乃民.舌下静脉血管提取的初步研究[J].哈尔滨工业大学学报,2007,39(3):443-446.
- [13]孙丹萍,吴佳,张永红,等.基于特征聚类的舌下络脉自动提取方法[J].中国生物医学工程学报,2008,27(2):265-269.
- [14]于淼,闫子飞,王宽全,等.一种近红外舌下静脉提取方法[J].智能系统学报,2008,3(4):309-312.
- [15]樊艳,梁嵘,王召平,等.数字舌图的色彩校正方法研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2005,7(4):34-36.
- [16]曹美玲,蔡铁珩,刘长江,等.基于小型舌象采集平台的颜色重现算法和结构改进的探讨[J].世界科学技术-中医药现代化,2007,9(5):106-110.
- [17]陈海燕,连怡绍,陈素珍,等.常见病理苔色的定量研究与疾病和证型相关性的分析[J].中国中医药科技,2006,23(1):1-2.
- [18]邢涛.粗糙集用于舌色分析的研究[J].计算机工程与应用,2007,43(27):216-219.
- [19]李博聪,黄庆梅,陈松鹤,等.基于CIELAB空间的中医舌色分析方法[J].世界科学技术-中医药现代化,2007,9(3):28-32.
- [20]蔡铁珩,曹美玲,张新峰,等.舌色有限维模型分析的初步研究[J].北京生物医学工程,2007,26(6):579-583.
- [21]张志枫,许家伦,严竹娟,等.基于室内自然光条件采集舌图像色差校正方法的研究[J].上海中医药大学学报,2008,22(1):29-33.
- [22]郭振华,王宽全.基于Bayes公式的舌苔厚薄分析[J].中国医学物理学杂志,2004,21(6):332-333.
- [23]曾常春,董海新,钟会清,等.光学相干层析成像技术在脾胃湿热证大鼠舌诊中的量化研究[J].中国中医基础医学杂志,2008,14(3):184-185.
- [24]诸凯,魏王番,何坚,等.不同人群舌红外热象观察及动物舌血液灌注率测定[J].中医杂志,2004,45(1):49-50.
- [25]王如愿,诸凯,陈瑞球,等.基于有限元的舌体三维温度场数值模拟[J].工程热物理学报,2007,28(3):463-465.
- [26]姜智浩,诸凯.不同季节健康人红外舌像比较[J].甘肃中医,2007,20(12):6-7.

参考文献

- [1]周小青,刘建新,宁晓然,等.论初病入络——久病入络补阙[J].湖南中医学院学报,1997,17(3):4-5.
- [2]周小青.络病辨证[J].中医杂志,1997,38(10):584-585.

理中汤与“异位胃火”

马寿椿

(美国俄勒冈东方医药学院)

理中汤(丸)全方共四味药,人参、干姜、炙甘草、白术。该方来源于《伤寒论》。张仲景提及此方共四条(《伤寒论》3条,《金匱要略》1条)。原文如下。159条:伤寒,服汤药,下利不止,心下痞硬,服泻心汤已。复以他药下之,利不止,医与理中汤之,利益甚。理中者,理中焦也,此利在下焦,赤石脂禹余粮汤主之。386条:霍乱,头痛、发热、身疼痛,热多欲饮水者,五苓散主之。寒多不用水者,理中丸主之(此条有理中丸方及加减八法)。《金匱要略·胸痹心痛短气病脉证治第九》“胸痹心中痞气,气结在胸、胸满、胁下逆抢心,枳实薤白桂枝汤主之。人参汤亦主之(人参汤即理中汤)”。

理中汤为中焦虚寒而设,症见呕吐下利、腹痛畏寒诸症。后世把此方当作《伤寒论》太阴病的提纲方、温中祛寒的代表方。

理中汤常常加减用于治疗慢性胃肠炎、胃及十二指肠溃疡、痢疾、胸痹、阳虚失血、过敏性紫癜、血小板减少性紫癜、慢性哮喘、虚寒性口疮、厌食症,以及黄疸、肠易激综合征等。但总体而言,并未超出中焦虚寒范畴。

1 理中汤治疗热证和热毒

笔者常用理中汤治疗热证和热毒,超出了中焦虚寒范畴。

治疗慢性复发性口腔溃疡:此证在临床上可见一系列热象,诸如灼热、疼痛、溃疡处对热物敏感,甚至唇红、脉数欲饮冷等,笔者称为“异位胃火”。笔者用理中汤治疗,效果显著,常常一剂药便可控制,二三剂药便可平复。在用理中汤治疗这类病证时,常减少干姜的用量,只用原方的三分之一,如果党参、白术用9g,炙甘草用6g,干姜只用3g。在治疗口腔溃疡时,不管是否有热象,临证时只确定两条,一是口腔溃疡,二是复发性的,便照用不误。曾治一女性患者,40余岁,口腔溃疡反复发作10余年,常发于唇内上下,有时发于口腔两侧,局部灼热疼痛,发病时心烦,体热,疲倦,口渴,不饥。多年医治无效,自认为免疫功能低下。查舌红有津,苔淡黄,脉弦缓。诊为“异位胃火”,用理中汤治疗。药用党参、白术各9g,炙甘草6g,干姜3g。1周后基本平复,随访2年,病未复发。

单纯性疱疹:常常发于嘴唇,或上、或下,红肿、疼痛、灼热、

瘙痒、紧束、渗液、结痂,甚至引起面痛。常辨证为热毒,清热解毒有一些效果。此外,清热解毒还会造成胃肠症状,腹泻、胃痛等。笔者用理中汤治疗,疗效快,无副作用,且患者感到精神好。曾治一外国女学生,身高、形瘦,上唇尖患疱疹,灼热疼痛,笔者诊为“异位胃火”拟方理中汤,很快平复。另一女患者,下唇肿大、外翻,疱疹累累,疼痛剧烈。初用理中汤加黄芩,意在标本兼治,两天后,有好转,于是改用理中汤原方,而不加清热解毒药,1周后平复。

三叉神经痛:此病素来难治,针灸中药,方法不少,疗效难以肯定,有的持续数月不解。曾有一患者,面色灰暗,三叉神经痛3个多月,不能工作,中西医、针灸均无效,竟至不能洗脸刷牙。中医对三叉神经痛的诊断,总离不开风与火、阴虚。若不另僻蹊径,部分病例实难取效。诊为“异位胃火”先用艾条灸中脘、足三里,很快止痛,再服理中汤愈。

2 “异位胃火”

“异位胃火”是笔者的提法,是在用理中汤治疗热证的基础上总结出来的。初用此方治疗慢性复发性口腔溃疡是一次偶然的机。一位中风住院患者,胃痛腹泻,用理中汤治疗,第3天不仅腹泻痊愈,连长期的口腔溃疡也愈合。笔者暗自惊喜,后验证数名患者,全用理中汤治疗,服之皆效。笔者思来想去,理中汤既能温中止利,又能温中摄涎(大病后喜唾,久不了了),还能温中摄血,为什么不能温中摄火呢?于是提出了“异位胃火”这个假说。从生理上讲,胃主燥,其功能是腐熟水谷,故胃中多阳气,阳在胃中为正气,助消化。到了其他地方则为火、为毒、为邪。因为胃中虚寒,寒逼阳走,胃阳主要是循经上行,口、唇、头、面是其常去之处,因为火属阳,趋于上。口腔溃疡便是“异位胃火”所致,只要把火引入胃中,口疮自然愈。引火入胃,有个先决条件,即营造一个胃阳居住的环境,那便是温胃祛寒,补气健胃。理中汤恰好具备这个条件,温中摄火,因此功效卓著。

后进一步扩大了理中汤在临床上的使用范围。足阳明胃经“挟口环唇”。因此,唇红、肿、痛、痒皆与胃相关,其中实火极少,而“异位胃火”多见。初用此方,颇多疑虑,但是只要认识了“异位胃火”这个病机,就会知道唇部症状都是它的表象,用该方就大胆了。笔者用治多例患者,偶有无效者,但没有一例病情加重。至于治疗三叉神经痛,也是用“异位胃火”加上经络循行部位来考虑的,三叉神经上支、中支、下支分部的地方,正是足阳明胃经循行头面的部位,其痛灼热,有火的性质。故作“异位胃火”诊断,用理中汤治疗。

[编辑:李巍]

(上接第87页)

- [27]周玉,汪仁煌,韦玉科,等.竞争网络在中医舌诊中的应用及实现[J].微计算机信息,2007,23(21):270-272.
- [28]吴芸,周昌乐,张志枫.中医舌诊神经网络的优化遗传算法[J].计算机应用研究,2007,24(9):50-52.
- [29]谢铮桂,邱乐琴.基于改进的BP神经网络的中医舌诊诊断研究[J].现代计算机(专业版),2008,281(4):26-27.
- [30]何岳,刘长江,沈兰荪.基于数字摄像机的舌象采集平台设计方案[J].世界科学技术——中医药现代化,2007,9(5):

102-105.

- [31]朱庆文,杨学智,司银楚,等.便携式舌诊信息获取与分析设备[J].世界科学技术——中医药现代化,2007,9(5):157-160.
- [32]李庆利,薛永祺,刘治.基于高光谱成像技术的中医舌象辅助诊断系统[J].生物医学工程学杂志,2008,25(2):368-371.

(收稿日期:2009-01-21)

[编辑:李巍]