

基于差分统计方法的舌象纹理特征的分析与识别

许家佗¹ 孙 炆² 张志枫¹ 周昌乐³ 包怡敏¹ 李文书²

1 上海中医药大学 (上海 200032) 2 浙江大学 (浙江 杭州 310028) 3 厦门大学 (福州 厦门 361005)

摘要: 为探讨舌诊客观化的方法,依据中医纹理判断的特点,针对舌象纹理特征分析,应用灰度差分统计方法,从对比度(CON)、角度方向二阶矩(ASM)、熵(ENT)、平均值(MEAN)四个参数,进行舌象纹理的量化和定义分类,并尝试将舌质老嫩的判别方法应用与临床舌质的判别,总体识别率为 74%。

关键词: 舌象;纹理分析;差分统计方法

中图分类号: R 241.25 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-861X(2003)03-0055-04

近年来,随着计算机信息技术的发展,以计算机图像分析技术为主要手段,中医舌诊客观化研究与计算机技术紧密结合,国内外舌诊计算机自动识别研究已经展开^[1]。颜色是舌象诊断的主要信息之一,在舌诊中具有重要诊断价值,借助颜色特征对图象进行分析处理也是计算机图象工程较常见的一种方法。因此,近年来舌象计算机识别研究内容主要集中在舌象颜色信息的识别与分类,舌象的纹理特征的分析与识别少有涉及^[2,3]。有报道将纹理与颜色混合分类,如黄腻苔、白腻苔等,主要方法应用有模糊 C 均值(FCM)聚类算法^[4]等各种分类方法的探讨。我们的实验则应用灰度差分统计方法,并对其作了改进,依据中医纹理判断的特点进行舌象纹理的量化和定义分类。

舌象信息源的信息主要分为区域、颜色、纹理、形质、动态五大类,研究总体框设计如下(图 1)。舌象的纹理分析包括舌质纹理、舌苔纹理和特殊纹理形态的点刺、瘀点、齿痕、裂纹等,本文主要在舌质与舌苔的纹理分析方面作部分具体研究工作。

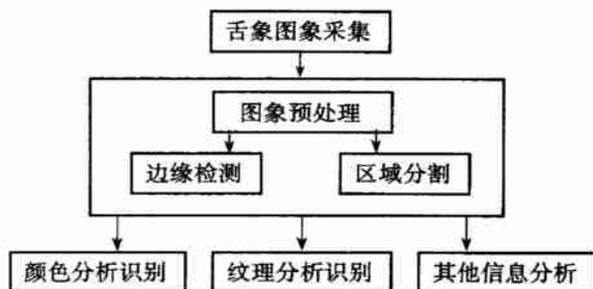


图 1 舌诊信息计算机识别总体框架

基金项目:上海市教育青年基金资助项目(02CK22)

[作者简介] 许家佗(1972-),男,辽宁省大连市人,讲师,医学博士,主要从事中医诊断客观化、信息智能化研究。

1 对象与方法

1.1 舌象图像采集方法

图像采集设备选用 CASIO-3000EX 数码相机,最大分辨率为 2 048 × 1 536,彩色深度为 24bit,自动对焦,0.06m 至无限,三脚架固定。图像采集与设备连接见图 2。

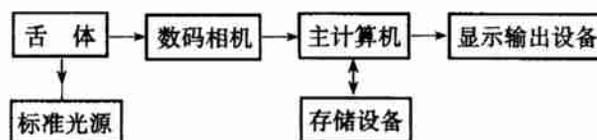


图 2 图像采集设备连接

被测者采取坐位或仰卧位,面对自然光线辅助 D₆₅光源,确保舌面光线明亮。伸舌时尽量张口,将舌体伸出口外。舌体放松,舌面平展,舌尖自然下垂。

1.2 预处理与程序实现

首先,前期的预处理基于边缘检测方法完成舌象从背景中提取,然后应用区域分割方法将舌质与舌苔的不同区域进行划分,在此基础上对舌象进行纹理分析。边缘检测和区域分割的具体方法将在其他论文中论述,本文工作在完成前两项研究基础上进行的。

整个程序设计均在 Visual C++ 6.0 的环境下编程实现的。

1.3 舌象采集对象

采集舌象 1 044 例,其中,正常人舌象 220 例;824 例患者来自上海中医药大学附属龙华医院、曙光医院,上海市黄浦区中西医结合医院等的门诊、住院者,主要病种有慢性胃炎、消化道溃疡、慢性结肠炎、肿瘤、中风、肝硬化、高血压、冠心病等。舌象采集的同时由 3 名临床专家共同辨识舌象特征,分别设计并采用《舌象量级识别记录表》、《临床诊断记录表》记录舌象特征、疾病诊断及临床表现。实验中舌质纹理主要

分成嫩舌、老舌、老嫩适中三类,舌苔纹理主要分成薄腻苔、厚腻苔、糙苔以及剥苔四类。

1.4 纹理分析的基本原理与方法

对于图像的描述,一个很重要的内容就是要定量地描述出对象的纹理成分,尽管纹理很难有统一确切的定义。对于图像纹理的描述的方法主要有三种:统计描述、结构描述和谱描述。统计方法主要给出诸如平滑、粗糙、颗粒性等纹理特征;结构描述处理的是图像基本单元的组织结构,例如对规则排列图形纹理结构的描述;谱技术是对图像中全局周期性进行探测,主要适用于周期或准周期变化的纹理描述^[5]。显而易见,舌象纹理不具有规则排列或全局周期性特点,所以统计方法更适合于舌象纹理的描述。由于舌象纹理的变化主要是灰度的变化,故实验应用灰度差分统计法,并对其作了改进。

灰度差分统计法的基本原理是描述纹理图像各像素及其相邻像素之间的灰度变化情况^[6,7]。图像 $f(x, y)$ 的一点为 (x, y) , 该点与它有微小距离 (x^+, y^+) 的点 (x^+, y^+) 的灰度差值为:

$$g(x, y) = g(x, y) - g(x^+, y^+) \quad (\text{式 1.11})$$

g 就称为灰度差分。灰度差分值的所有可能取值共有 m 级,令点 (x, y) 在整个画面上移动,计算出 $g(x, y)$ 的直方图,由直方图可知 $g(x, y)$ 取值的概率。当取较小值 i 值的概率较大时,说明图像纹理较粗糙,反之说明纹理较细。

用来描述纹理特性的主要参数有:

(1) 对比度:

$$CON = \sum_i i^2 p(i) / \sum_i p(i) \quad (\text{式 1.12})$$

(2) 角度方向二阶矩:

$$ASM = \sum_i [p(i)]^2 \quad (\text{式 1.13})$$

(3) 熵:

$$ENT = - \sum_i p(i) \lg p(i) \quad (\text{式 1.14})$$

(4) 平均值:

$$MEAN = \frac{1}{m} \sum_i p(i) \quad (\text{式 1.15})$$

1.5 舌象纹理特征分类描述的量化与分类

应用灰度差分统计法描述舌象的纹理特征,可以实现舌质、舌苔纹理粗糙细腻程度的判别。舌诊中纹理的内容主要包括:舌质老嫩和舌苔的腻糙等,老舌舌质纹理粗糙,嫩舌舌质纹理细腻,糙苔、燥苔纹理粗糙,腻苔则纹理细腻。根据这一分类概念,应用灰度差分统计法可以实现舌象的纹理特征分析,为进一步判别提供依据。

为了更好地判断灰度差分的效果,实验对 (x, y) 作了处理,分别取 $(1, 1)$ $(2, 2)$ $(3, 3)$, 即分别用 $1 \times 1, 2 \times 2, 3 \times 3$ 模板进行灰度差分的检验,并对不同模板的舌象纹理描述进行了比较,以选取最佳舌象纹理判断描述方法。

2 结果与分析

2.1 舌质与舌苔的分析结果

应用灰度差分统计方法对舌象表面纹理进行描述,主要参数有: CON 、 ASM 、 ENT 和 $MEAN$, 当图像纹理较平坦细腻时, CON 、 ENT 、 $MEAN$ 较小、 ASM 较大,反之当粗糙时前者较大,后者较小。在对舌面纹理进行检测时,考虑检测方法原理的适用,实验没有对舌象进行舌苔和舌质的分离,所以实验的所有对象均为完整舌象,如嫩舌是指以嫩舌为主要特征的舌象,厚腻苔是指以厚腻苔为主要特征的舌象等。实验采用 $1 \times 1, 2 \times 2, 3 \times 3$ 三种模块,选取了具有典型纹理特征的 124 例舌象进行了检测,实验的结果见表 1、表 2。

表 1 舌象纹理分析实验结果(一) $(\bar{x} \pm s)$

Textures	n	CON			ASM $\times 100$		
		1 \times 1	2 \times 2	3 \times 3	1 \times 1	2 \times 2	3 \times 3
Tender	14	191.23 \pm 54.36	330.30 \pm 26.94	420.98 \pm 161.81	10.95 \pm 1.99	10.07 \pm 1.63	9.14 \pm 1.39
Moderate	49	241.97 \pm 49.68	375.22 \pm 81.55	453.00 \pm 104.76	7.35 \pm 1.06	7.71 \pm 1.00	7.66 \pm 1.08
old	11	377.04 \pm 23.31	602.01 \pm 86.45	708.997 \pm 124.48	5.63 \pm 0.79	5.58 \pm 0.83	5.41 \pm 1.02
Coarse	12	419.88 \pm 129.97	563.96 \pm 219.69	603.40 \pm 270.86	4.26 \pm 0.96	3.61 \pm 0.74	3.68 \pm 7.18
Thin greasy	14	310.72 \pm 95.11	436.51 \pm 132.33	488.49 \pm 122.97	6.19 \pm 1.46	6.03 \pm 1.25	6.08 \pm 1.13
Thick greasy	13	257.69 \pm 92.36	405.28 \pm 157.75	471.30 \pm 195.61	6.68 \pm 1.35	6.23 \pm 1.31	5.80 \pm 1.29
Uncoated	11	98.46 \pm 58.73	349.29 \pm 124.33	431.97 \pm 159.79	10.95 \pm 1.99	10.06 \pm 1.67	8.92 \pm 1.48

表 2 舌象纹理分析实验结果(二) ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Analysis of Tongue Textures

Textures	n	ENT $\times 100$			MEAN $\times 100$		
		1 $\times 1$	2 $\times 2$	3 $\times 3$	1 $\times 1$	2 $\times 2$	3 $\times 3$
Tender	14	116.75 ± 8.01	120.71 ± 6.69	124.82 ± 6.88	2.31 ± 0.39	2.81 ± 0.44	3.23 ± 0.56
Moderate	49	132.87 ± 5.71	131.37 ± 5.32	131.88 ± 5.82	3.16 ± 0.40	3.36 ± 0.38	3.61 ± 0.43
old	11	144.75 ± 4.23	146.65 ± 4.59	146.93 ± 6.37	4.17 ± 0.36	4.71 ± 0.45	4.98 ± 0.61
Coarse	12	153.52 ± 7.95	159.41 ± 7.58	158.75 ± 7.77	5.04 ± 0.90	5.92 ± 1.09	5.98 ± 1.19
Thin greasy	14	142.11 ± 9.51	142.03 ± 7.82	140.68 ± 6.61	3.92 ± 0.85	4.11 ± 0.69	4.15 ± 0.54
Thick greasy	13	136.31 ± 8.80	139.99 ± 104.27	142.53 ± 10.41	3.45 ± 0.79	3.98 ± 0.94	4.30 ± 1.03
Uncoated	11	116.65 ± 8.37	121.52 ± 7.41	126.37 ± 6.95	2.33 ± 0.41	2.89 ± 0.49	3.33 ± 0.56

四个参数中,除了对比度 CON 的三个模块检测结果随模块增大而增大外,其他三个参数在不同模块检测的结果都很接近。总体趋势上,四个参数在不同类舌象中的变化趋势符合舌象的纹理特征,舌质从嫩、适中到老,舌苔从光剥、厚腻、薄腻到糙苔,舌象的纹理逐渐增粗,CON、ENT、MEAN 三值分别逐渐增大,而 ASM 则均逐渐减小。实验结果显示,应用灰度差分法的参数对舌象表面纹理细腻、粗糙程度进行描述,符合中医舌诊纹理分类的方法与内容。

2.2 舌质纹理分析的临床应用

由于舌质的老嫩、舌苔的腻腐燥糙实验尚未建立成熟的识别方法与评价标准,所以实验尝试应用典型舌象纹理分析的结果,选取对比度 CON(1 $\times 1$ 模板)为主要参数,对舌质纹理进行分析判别。初步界定的判别标准为:CON ≥ 220 舌质嫩, $220 < CON < 350$ 舌质适中, CON ≥ 350 舌质老。实验对 166 例慢性胃炎患者舌象老嫩计算机分析情况见表 3。

计算机识别舌质的老嫩情况与视觉识别的符合情况为:嫩舌 76%,舌质适中 72%,老舌 88%,总体识别率 74%。由于舌质老嫩的识别是对整个舌体进行辨识,所以舌苔的灰度、纹理等情况对辨识结果具有一定的影响,主要表现在对适中舌质的影响,使得视觉识别的 133 例适中舌质中有 11 被辨为嫩舌、22 例被辨为老舌。相对而言,老舌由于纹理增粗比较明显,所以有较高识别率。

表 3 慢性胃炎患者计算机舌质分析结果

Table 3 Computerized Analysis of Tongue Conditions in Patients with Chronic Gastritis

Visual discrimination	n	Computerized discrimination		
		Tender	Moderate	old
Tender	17	13	4	2
Moderate	133	11	96	22
Old	16	1	2	14

3 讨论

图像信息处理 (Image Information Processing) 是人类视觉

延续的重要手段,并在某种程度上延伸了人类视觉器官的功能。数字图像处理 (Digital Image Processing) 又称计算机图像处理 (Computer Image Processing),是目前图像信息处理的主要手段之一。据统计,人类在接受的信息中有 70% 来源于视觉^[8]。在中医“望闻问切”四诊中,望诊作为视觉信息的收集手段被誉为“四诊之首”。舌诊是望诊的主要内容之一,舌象信息源的内容丰富,应用计算机技术对中医舌诊进行客观化研究已经称为舌诊研究的趋势之一。虽然研究在方法、内容和临床实用性等方面还不成熟,但这无疑促进了中医舌诊客观化的进程。应用计算机信息技术从一个全新的角度研究传统的舌诊,为中医诊断客观化、现代化开拓了视野。

舌诊具体内容丰富,在属性的判断和分类上具有以下特点:

3.1 属性分类与特征描述的相对性。传统的舌诊依赖于主观经验,又受限于客观环境条件,所以容易造成不同属性分类定义模糊,同一分类的相邻属性之间容易出现混淆。比如:舌色中淡红舌和淡白舌,舌苔中薄苔和厚苔,介于属性之间或交界范围往往难于界定。

3.2 识别主、客体的差异性——医生主观视觉、知识、经验等因素、患者个体体质因素的影响。除了病理因素外,个体在生理方面存在着诸多体质差异,所以在舌象表现上出现舌象颜色、纹理、形态等个体生理性差异或变异。有实验显示^[9]:正常人中腻苔有 10%,胖大舌 21%,裂纹舌约有 7%,而这些舌象变化在对疾病诊断过程中也有一定诊断意义。

3.3 分类定性 with 定量描述相结合。中医诊断中舌象特征的判断是定性 with 定量相结合,如舌色从淡白、淡红、红、绛属于粗略定量分类;舌向的纹理特征又基本上属于定性分类:舌质老嫩、舌苔的腐腻等,包括某些特殊纹理形态如裂纹、点刺、齿痕等,这些都属于定性分类。

因此,在舌象认识共性的基础上,客观量化属性的分类依据符合舌诊实际应用要求。

舌诊中对舌象纹理的描述属于简单的定性描述,如老舌的舌质纹理粗糙,嫩舌的舌质纹理细腻,腻苔的苔质颗粒细

腻致密,腐苔颗粒粗大,糙苔干结粗糙等^[9]。纹理特征本身往往难以定量表达,舌象的纹理又缺少确切的定量判断依据,所以要实现舌象纹理的视觉计算识别,只有先从典型的定性样本中提取特征的量化依据,灰度差分分析法实现了舌象纹理特征量化的基本过程。实验分析结果显示,应用灰度差分法的参数对舌象表面纹理细腻、干燥程度进行描述,符合中医舌诊纹理分类的原则,并可以进一步完善量化标准,为量化识别提供实验依据。但舌象纹理常常与其他信息如颜色、质地等共同描述,如老舌描述为“舌质坚敛苍老,纹理粗糙或皱缩,舌色较暗”,因此在对舌象纹理特征进行描述的同时应结合其他特征信息,以符合中医舌诊的内涵。

特殊纹理形态的分析关键在于对于识别内容的定义,定义的准确与否直接影响到识别的结果。点刺、瘀点、裂纹、齿痕等内容是舌诊中较常见到的异常舌象,每种舌象所包涵的形态、纹理、颜色等内容又各异,人的视觉对事物的颜色、形态等特征具有抽象概括性,因此对这些异常形态的数字定义表达具有一定的难度。

4 结语

本研究在舌象纹理分析与识别方面作了一些新的尝试,进行了部分具体研究工作,取得了良好的实验结果,为今后舌象计算机诊断识别的进一步展开奠定了基础。

应用计算机图象分析技术对舌诊进行客观化研究,对中医四诊客观化是一种有益的尝试,国内外这一研究目前还处于起步阶段。我们认为,在这一研究方向中,其核心环节主

要为三方面内容:第一,紧扣中医内涵,符合中医理论和临床实践;第二,客观有效的研究方法;第三,准确而统一的分类标准。研究证明,计算机图象分析技术与中医舌诊结合,对于中医诊断缺乏量化的薄弱环节是有利的补充。随着计算机信息技术的发展,有效地利用这一技术手段并逐步改进和完善,将成为舌象计算机识别研究的主要方向。

参考文献:

- [1] 许家伦,方肇勤,张志枫.舌象客观化检测识别方法的研究进展[J].上海中医药杂志,2002,2:42.
- [2] 王爱民,赵忠旭,沈兰荪.中医舌象自动分析中舌色、苔色分类方法的研究[J].北京生物医学工程,2000,19(3):136.
- [3] CC Chiu. The development of a computerized tongue diagnosis system. *Biomedical Engineering-Application [J]. Basis and Communications*, 1996,8(4):342.
- [4] 王爱民,沈兰荪,赵忠旭.监督FCM聚类算法及其在中医舌象自动分析中的应用.模式识别与人工智能,1999,12(4):480.
- [5] 黄贤武,王加俊,李家华.数字图象处理与压缩编码技术[M].成都:电子科技大学出版社,2000.185.
- [6] 阮秋琦.数字图象处理学[M].北京:电子工业出版社,2001.423.
- [7] 周昌乐.视觉计算原理[M].杭州:杭州大学出版社,1996.148.
- [8] 章毓晋.图象工程(下册)——图象理解与计算机视觉[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [9] 朱文锋.中医诊断学[M].上海:上海科学技术出版社,199.35.

编辑:黄健
收稿日期:2003-05-14

Analysis and Discrimination of Tongue Texture

Characteristics by Difference Statistics

XU Jia-tuo¹ SUN Yang² ZHANG Zhi-feng¹ ZHOU Chang-le³ BAO Yi-min¹ LI Wen-shu²

1. Shanghai University of Traditional Chinese Medicine
2. Zhejiang University
3. Xiamen University

Abstract: To objectify the tongue diagnosis, grey difference statistics is employed according to the tongue textures to quantify and classify the tongue textures in CON, ASM, ENT and MEAN. This discrimination method is also compared with the clinical determination, the discrimination rate was 74%.

Key words: Tongue condition; texture analysis; difference statistics