

自适应阈值的舌象裂纹检测

陈小芬,李翠华,杜晓凤

(厦门大学 计算机科学系,福建 厦门 361005)

摘要:舌象中的裂纹是中医舌诊中的重要内容。由于拍摄条件的不同,舌象质量有较大差异,传统的阈值选取方法并不适用。文中提出一种舌象裂纹检测的自适应阈值选择方法。该方法利用舌象的 L^*a^*b 色彩特征及区域的分裂-合并,对舌象进行区域分割,自适应地选取舌中部区域的色彩值作为阈值,对整个舌象进行裂纹提取。经验证,本方案对不同的舌象能较好地提取出裂纹,实现舌象裂纹诊断的客观化。

关键词:舌象裂纹提取;分裂-合并算法;自适应阈值

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)01-0017-04

Detection of Tongue's Crack Based on Adaptive Threshold

CHEN Xiao-fen, LI Cui-hua, DU Xiao-feng

(Department of Computer Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Tongue's crack is a very important part of herbalist doctor diagnosis. For the different screen conditions, there are many differences on the tongue's quality. It is not effective to use the traditional threshold extraction algorithm. In order to solve this problem, propose a new adaptive threshold algorithm. Present the segmentation of the image of tongue by using the feature on tongue in the L^*a^*b color space and the split-combining algorithm. Then use the threshold, which is the color value extracted automatically in the middle of the tongue, to detect the crack of the whole tongue. The experiments show that this approach is able to distill the crack effectively to different tongue images, and achieve the objectivity of the diagnosis based on the tongue's crack.

Key words: tongue crack-distilled; split-combining algorithm; adaptive threshold

0 引言

中医舌诊是祖国医学望诊的重要内容,在临床上是一种重要的观察手段。它通过观察舌象了解人体生理功能和病理变化,据以辩证论治。传统的舌诊依靠医生的目视观察进行判断分析。舌诊涉及病人所处环境、精神状态、医生的经验和主观因素等等,造成了对舌象颜色等的判别因人因时因地而异。受条件的限制,长期以来中医难以精确记录和保存舌象资料,这给临床、教学、科研带来很多不便,也不利于学术交流。因此,运用计算机技术,图像处理技术,结合中医专家的临床经验,进行舌象分析,实现舌诊的量化、客观化,这是中医舌诊发展的必然趋势^[1-4]。

舌面的裂纹是一项重要的舌诊指标。中医对于裂纹舌的定义是:舌面见多少不等、深浅不一、形状各异

的裂纹,称裂纹舌^[5]。现代研究认为舌上浅裂纹主要是由于舌粘膜萎缩,使舌上皮层失去正常结构,部分乳头变扁平而融合,部分则萎缩断裂形成裂纹,舌的深裂纹则为较严重的舌萎缩性病变^[5,6]。裂纹舌是一种典型的特殊舌面纹理,在图像表现上形态各异、变化多端,文中在提取舌面的裂纹特征时,主要基于裂纹颜色异于舌苔、舌质这一特征,提取及分析过程。传统的全局阈值即直方图的方法^[7-10],在裂纹检测时有很大的局限性。因为直方图只是对像素个数的统计,要求要有双峰或者多峰的特性且对于区域分布是完全没有考虑的,不能对大部分的舌象提取出裂纹,效果不理想。

文中是以已经切割好的舌象为实验对象,进行裂纹检测。目的有两个:一是判定给定的图像有无裂纹;二是若有裂纹则要求在给出的舌象中识别出裂纹并提取出裂纹。流程如图1所示。

舌象在获取中,得到的图像品质不尽相同,由于以下的因素而给裂纹提取工作带来难度:

- 1)光照条件不同。
- 2)每个人的舌象的大小,颜色深浅,裂纹分布不同。

收稿日期:2008-05-04

基金项目:国家973项目资助(2007CB311005-02)

作者简介:陈小芬(1983-),女,福建龙岩人,硕士研究生,研究方向为视频与图像处理;李翠华,教授,博士生导师,研究方向为视频与图像处理。

3) 裂纹的形状大部分是长条形状, 不仅仅出现在舌象中部, 分布位置不定。

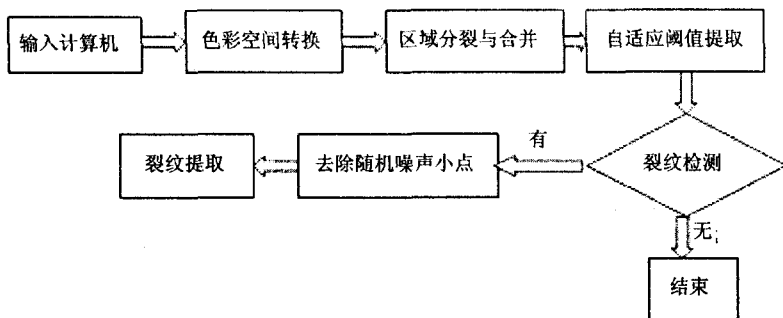


图 1 自适应阈值的舌象裂纹检测基本工作流程

与传统阈值法相比, 分裂-合并算法能够更好地把颜色同一性与空间位置联系在一起, 它不一定要求图像的直方图必须有双峰或多峰特性。通过对舌象的分析, 裂纹提取的主要依据是颜色及光照特征。颜色和光照特征在裂纹区域的分布是: 颜色在裂纹区域比较深, 光照在裂纹区域比较亮。但是, 对于整个舌象来说, 舌边和舌尖以及舌根的某些边沿部位的颜色也比较深, 光照和裂纹区域的亮度也接近。所以, 从颜色和区域分布结合考虑。文中采用的自适应阈值法, 先截取出舌中部区域区域的舌象, 后得到自适应的阈值, 进行裂纹检测。

1 色彩空间选取

从舌象图像(见图 2)的分析中知道, 舌象的颜色主要是红色分量, 也即 RGB 中的 R 分量。但是从实验中得知, 因为有光照的影响, 在有些舌象中, 裂纹区域和非裂纹区域的对比度不是很高, 仅从 R 分量来考虑是不够的。文中又选了另外一种模型, 即 $L * a * b$ 模型。

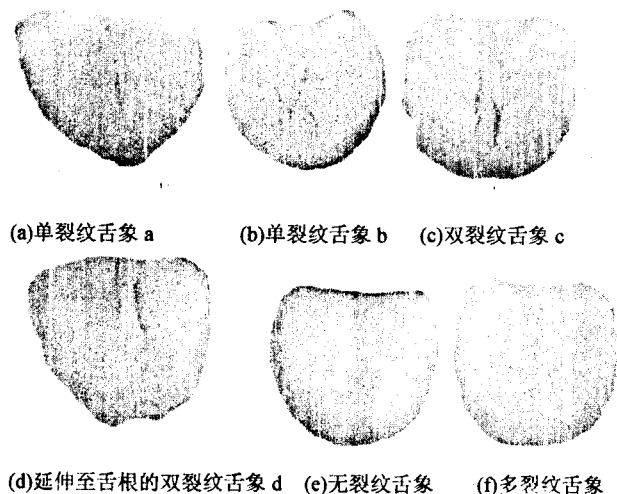


图 2 输入的舌象图(包含单条裂纹, 多条裂纹, 无裂纹的情况)

在颜色模型中^[11], L 包含了图像中的光强信息, 范围在 0~100; a 表示颜色从绿色到红色的色调信息, 范围在 -120~120; b 表示颜色从蓝色到黄色的色调信息, 范围在 -120~120; $L * a * b$ 模型和 RGB 模型的具体变换公式见文献[11]。

通过对大量舌象样本的分析, 可以看到, 色彩空间转换后, L 分量图中的裂纹区域和非裂纹区域对比度很高, 而且非裂纹区域也比较光滑, 没有明显的纹理和点刺特征。

本实验是把灰度图像和 L 分量两个特征结合起来分析的。

2 基于舌象区域分割的阈值选取

2.1 自适应阈值选取

图像都包含为数不多的区域类。同一区域类的像元具有相近或相似的属性, 它们聚集在属性空间的一个子域内, 不同区域类的像元应当分属于不同的子域^[12]。图像分割的实质就是要正确划分属性空间, 使得具有相同属性的像元归属到同一子域。舌象的区域分割是建立在舌像颜色特征的基础上, 以舌面不同区域颜色为划分依据, 将舌像分成不同区域的识别方法。舌分为舌质和舌苔, 在颜色信息上, 一般来说, 舌主要以红色为主色调, 其范围在淡白、淡红、红、红绛到淡紫; 而舌上的裂纹却呈现出与之不同的色调, 相对较暗, 多呈红、红绛到紫红^[2,5]。因此在颜色表现上, 可以利用区域分裂合并算法^[13], 利用舌象的这一特性为判断区分舌面的不同区域。

对灰度图像和 L 分量图像进行高斯平滑后, 去除噪声点, 然后进行区域分裂合并。

处理后的舌象图如图 3 所示。

图 3 为对图 2 的 (a), (b), (c) 分图截取舌中部舌象后进行处理得到的灰度分量结果图 (a)、(b)、(c) 和 L 分量结果图 (a2)、(b2)、(c2)。由图可知, 利用区域分裂合并算法后, 舌象基本上被分割成不相交的几块区域, 裂纹也作为一类区域分割出来。

不同于以往方法对整个舌象进行分析, 通过观察大量的舌象图片, 发现裂纹区域经常出现在舌根和舌中区域, 而在舌边部位极少出现。并且出现在舌根部位的裂纹大部分都会延长到舌中部; 同时, 舌中部较平滑, 在拍摄中受光照的影响较小, 如有裂纹出现时, 其与非裂纹区域的对比度较高。因此, 可以根据舌中部局部区域的色彩特征来检测裂纹。舌象各部分分布位置如图 4 所示。

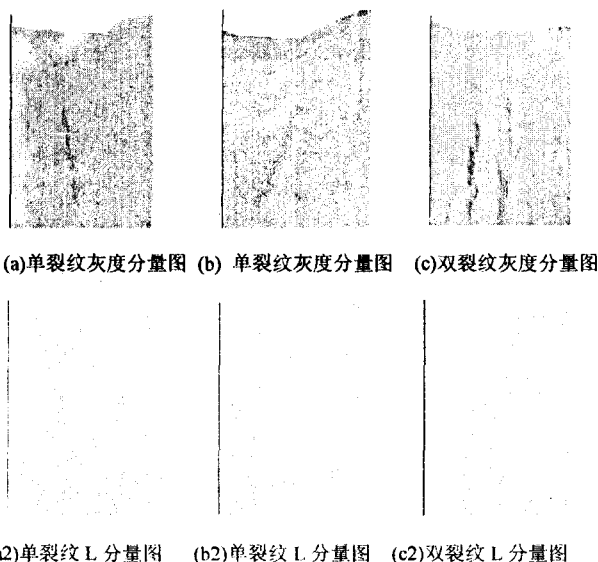


图 3 处理后的舌象图

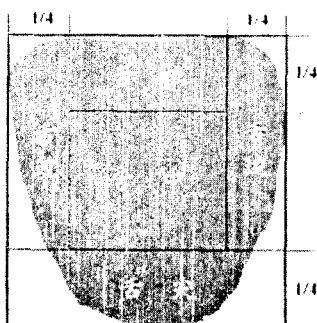


图 4 舌象的各个部分分布位置

通过区域分裂合并算法,舌中部位的舌象一般由两到三个区域块组成。显然,若中部各区域色彩特征值差异较小,则认为舌象中没有裂纹出现;否则,认为可能存在裂纹,通过以下步骤进一步的处理,并取色彩特征值最小的区域的均值作为进行阈值分割的阈值 T 。具体如下:

设得到的区域集为 $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 。

1) 求总区域均值 u ;

2) 将各区域的均值减去 u , 得到 $\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$;

3) 设 $\text{diff} = \min\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$, u_i 为 mindiff 对应的区域的均值。

a) 若 $\text{abs}(\text{diff}) < \text{thred}$, 则舌象中无裂纹, 退出。

b) 否则, 若 $\text{diff} < 0$, 取裂纹分割的阈值为 $T = u_i$, 退出。

2.2 阈值分割

设定阈值为 $[T - 10, T + 20]$, 对整个舌象进行检测提取。本实验是结合灰度分量和 Lab 分量来提取裂纹的。得到的结果图如图 5 所示。

2.3 去除随机噪声小点

通过上面的图像可以看到, 经过二值化处理后仍

然有些小的噪声小点, 并不能很好地作为检测依据, 在文中定义为像素个数小于 50 的小区域。经过观察, 裂纹区域的像素个数大部分都不会低于 50。

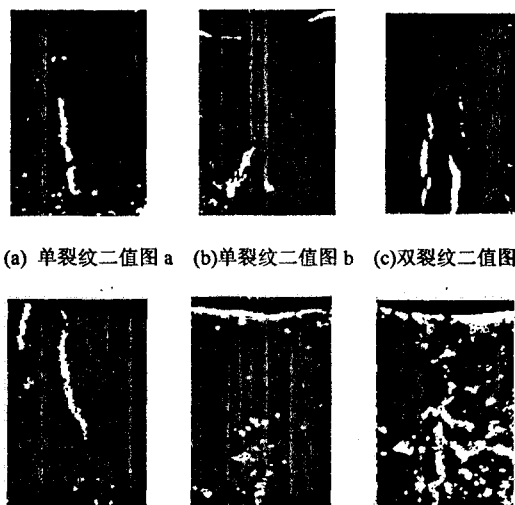


图 5 对图 2 各个分量图通过以上实验获得的结果图

算法如下:

Step1: 用 8 连通标记上一步得到的二值图像;

Step2: 计算每一个连通区域的像素个数, 用 `count` [] 数组计数;

Step3: 循环每个连通区域, 当某个连通区域的像素个数小于 50, 则把这个连通区域的值都置为 0 (背景色), 这样即去掉了像素个数小于 50 的连通区域。

2.4 剔除边缘非裂纹区域

由上图可知, 拍摄时, 舌根部分往往灰度较低, 会检测出一裂纹, 通过下面的算法剔除掉这个虚假裂纹。

Step1: 用 8 连通标记上一节所得到的二值图像;

Step2: 对于每一个连通区域, 计算对应于每个连通区域的 G (灰度分量梯度图像) 中的平均梯度值 meanG , 以及最大梯度值 maxG ;

Step3: 对于 step2 所得到的 meanG , 取 meanG 中的中间值作为 ave_G 。

Step4: 计算每一个区域的 $(\text{maxG} - \text{ave_G})^2$ 作为 diff_G 。

Step5: 循环每一个区域, 如果某个区域的 diff_G 值大于 300, 则把这一区域的值都置为 0 (背景色), 这样就会把图像边沿的非裂纹区域去掉, 剩下的即为裂纹区域。

最后结果如图 6 所示。

3 分析裂纹特征

对于类似图 6 的裂纹提取结果, 具体确定出裂纹的分布位置、多寡以及深浅。裂纹数量的多少用可见

指数表征,裂纹的深浅用深浅指数表征。

可见指数计算公式为:

$FCI = k_v \times \frac{\text{裂纹区域面积}}{\text{非裂纹区域面积}}$, k_v 为常数因子,这里设为 10。FVI 值越大,裂纹区域在舌面所占面积越大。

深浅指数计算公式为:

$FDI = \left| \frac{\text{非裂纹区域平均灰度}}{\text{裂纹区域平均灰度}} - 1 \right| \times k_d$, k_d 为常数因子,这里设置为 2,FDI 值越大,裂纹越深,见表 1。

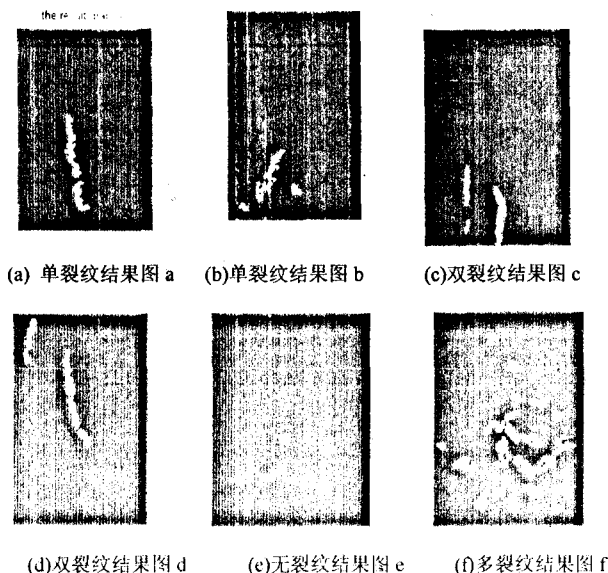


图 6 对图 5 得到的结果进行“去除随机噪声小点”和“剔除边缘非裂纹区域”处理后的结果图

表 1 对图 2 各个输入分图获得的最终的裂纹分布位置、可见性指数以及深浅指数

图 6 示例	a	b	c	d	e	f
分布位置	舌中	舌中	舌中	舌根、舌中	不存在裂纹	舌中
可见性指数	0.27435	0.30635	0.3752	0.36258	0	0.95851
深浅指数	0.1838	0.31404	0.4015	0.30117	0	0.12022

4 实验结果及分析

实验中的样本在标准环境下由数码相机拍摄,并输入计算机,经过边缘提取等一系列预处理操作而得到舌像图片。图像的素材来自上海中医药大学舌像图库中的典型图片。与其他方法相比,文中的优点在于通过分析局部区域获得自适应阈值,效果较理想。实验结果见图 6 和表 1。

尽管由于人的个体差异,其舌的形状、颜色及其他生理特征会有所不同,但是文中的算法在判断裂纹是

否存在上具有普遍的适应性,基本都能达到较准确的判断,这将使得此算法在将来的临床试验中有更实用的意义。将来的研究工作除了尽量解决裂纹区域提取器还存在的不足之处以外,需要将裂纹分析同其它的特征分析更好地结合在一起,形成一整套完整的分析体制,真正实现舌诊客观化的目标。研究证明,计算机图像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个有利的补充。有效地利用计算机技术,将成为舌象计算机识别研究的主要方向。文中的实现方案对于大部分的舌象是比较高效的,但是,当裂纹延伸到舌根并且和舌根连在一起,或者当裂纹延伸到舌尖并且和舌尖连在一起,这样的裂纹可能会被一齐滤掉,所以有待改进。

参考文献:

- [1] 晏峻峰,季 梁. 基于图像分析技术的舌象研究方向之我见[J]. 中国中医药信息杂志,2004,11(8):664-665.
- [2] 余兴龙,谭耀麟,竺子民,等. 中医舌诊自动识别方法的研究[J]. 中国生物医学工程学报,1994,13(4):336-342.
- [3] 王爱民,黄世敬,中医舌诊客观化研究[J]. 中国工程科学,2001,3(1):78-82.
- [4] Chuang Chien Chiu. A novel approach based on computerized image analysis for traditional Chinese medical diagnosis of the tongue[J]. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 2000,61:77-89.
- [5] 朱洁华,阮邦志,顾俊雄,等. 舌诊客观化研究的一种图像处理办法[J]. 中国生物医学工程学报,2001,20(2):132-137.
- [6] 孙立有. 利用计算机图像识别技术进行舌诊客观化研究的探讨[J]. 安徽中医学院学报,1989,5(4):5-7.
- [7] Gonzalez R C, Woods R E. Digital Image Processing /数字图像处理[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社,2006.
- [8] 崔 屹. 图像处理与分析:数学形态学方法与应用[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [9] 朱 红. 数字图像处理基础[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [10] 孙即祥. 图像处理[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [11] Bourgin D. Color space FAQ[J/OL]. 2005. on the website: <http://www.neuro.sfc.keio.ac.jp/aly/polygon/info/color-space-faq.html>.
- [12] 周昌乐. 视觉计算原理[M]. 杭州:杭州大学出版社,1996.
- [13] 孙 扬,罗 瑜,周昌乐,等. 一种基于分裂-合并方法的中医舌象区域分割算法及其实现[J]. 中国图像图形学报,2003,8(12):1395-1399.