

# 一种基于先验知识的自动舌体分割算法

王艳清, 卫保国, 蔡轶珩, 沈兰荪

(北京工业大学信号与信息处理研究室, 北京 100022)

**摘要:** 舌诊在中医望诊中有着重要作用, 为了自动分析舌体的各项指标, 必须将舌体从拍摄到的彩色图像中分割出来. 由于嘴唇和舌体部分的纹理复杂, 在采用 Snakes 方法提取舌体轮廓时, 很难得到理想的轮廓. 本文提出了一种基于先验知识的分割方法, 利用舌体的位置、颜色等先验信息, 取得了较好的分割效果.

**关键词:** 基于先验知识; 舌体分割; 舌诊; Snakes 方法

**中图分类号:** TP391.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 0372-2112 (2004) 03-0482-03

## A Knowledge Based Arithmetic for Automatic Tongue Segmentation

WANG Yanqing, WEI Baoguo, CAI Yiheng, SHEN Lansun

(Beijing Polytechnic University, Signal and Information Processing Lab, Beijing 100022, China)

**Abstract:** Tongue Diagnosis plays an important role in the Inspection of Traditional Chinese medicine. In order to analyze the features of tongue body automatically, tongue segmentation should be done firstly. Because of the texture complexity of the tongue and the lip, it is difficult to abstract the accurate contour of the tongue body only with Snakes model. In this paper a knowledge based arithmetic is adapted which makes full use of the tongue body's information, such as position and color.

**Key words:** knowledge based; tongue segmentation; tongue diagnosis; Snakes

### 1 引言

舌诊是中医四诊中望诊的重要内容, 为历代医家所重视. 它通过观察舌象的变化, 了解人体生理功能和病理变化. 本研究室与北京市中医院合作以中医辨证论治学说为指导, 利用现代图像与信息处理技术, 结合中医专家的临床经验, 研究了中医舌象分析技术, 能够无创、定量和客观地分析舌象特征 (如舌色、苔色、苔厚、湿度、裂纹等)<sup>[1~3]</sup>.

将舌体从拍摄到的图像中精确地分割出来是进一步对舌象进行分析的前提. 80年代中期, Terzopoulos, Kass 等提出了可变模型的概念, 并用于计算机图形学与视觉<sup>[4]</sup>. 其中二维可变模型又称作 Snakes 或动态轮廓模型, 是一种动态能量极小化曲线. 至今, Snakes 已被广泛地应用于边缘检测、图像分割、目标跟踪等领域中. 它的最大特点是结合了图像的低层特征与高层知识, 用于图像分割时, 在鲁棒性、精确度、实用性等方面均优于传统方法<sup>[5]</sup>. 本研究室对舌体自动分割也进行了深入的研究<sup>[6,7]</sup>, 并将 Snakes 方法应用到舌体轮廓的提取上, 并取得了一定的效果. 但是在实际应用过程中, 嘴唇部分常常影响分割进程, 使得 Snakes 的最优轮廓收敛于嘴唇边缘, 而导致自动分割失败. 经过分析发现, 舌体和嘴唇纹理通常较复杂, 如果只利用图像边缘的梯度信息作为 Snakes 的外部能量, 很难收敛到最优的舌体边缘. 考虑到舌象的特点, 本文提出利用舌体的先验知识指导分割, 根据上下嘴唇颜色分布的相似性, 消除嘴唇对分割结果的影响, 取得了很好的效果.

### 2 舌图像有关特点分析

图1为拍摄到的舌图像, 经过分析可获得以下信息: 舌体位于图像的中央区域. 通常舌体的颜色与面部差异较大, 与嘴唇的颜色差别较小, 但是比嘴唇的颜色要丰富. 上下嘴唇的颜色一般非常接近. 舌体向下伸出, 与上嘴唇之间形成较暗区域而较易分开. 舌体可能遮挡下嘴唇的部分或全部.

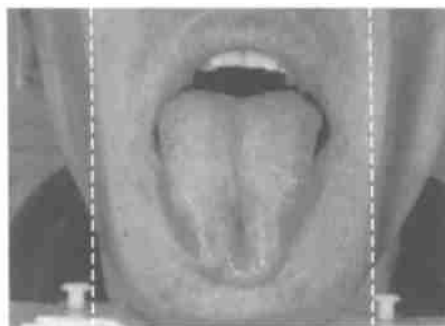


图1

### 3 舌体分割

舌体分割主要步骤如图2

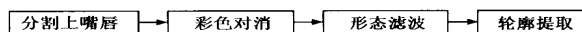


图2 舌体分割流程图

根据舌体位于图像中央位置,可以缩小图像的分析范围,如图1中白虚线之间部分.将图1变换为灰度图像,再向右侧投影得到图3.

从图3中可以看到嘴唇与舌体之间的暗区特征比较明显,很容易找到谷值点的位置P,但是如果从该位置用一条直线(图4中的黑线)来分割上嘴唇和舌体,会将部分嘴唇和舌体分在一起,所以应当从黑线中先找到位于嘴唇和舌体之间的一点Q(图4),再从Q点出发向左、向右寻找属于嘴唇和舌体之间的点,这样形成一条分割曲线(图4中的白线).

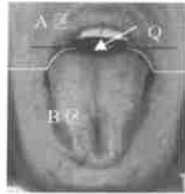
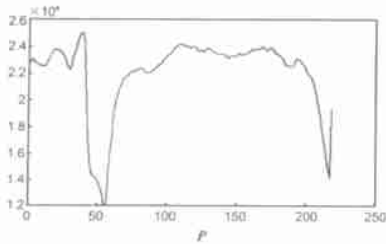


图3 灰度图像投影结果

图4 舌图像划分结果

得到的分割曲线将图像分成上下两个部分,上部记为A区,下部记为B区,A区包含上嘴唇和部分脸部,B区包含舌体、下嘴唇和部分脸部.通常脸部的颜色分布均匀,上下嘴唇的颜色差别也很小,将分割开的A、B区的颜色进行抵消,就可以消去唇区和脸部区域,而留下所需的舌体区域.

获得的舌图像采用的是RGB色彩空间,为了便于分析,最好用一维的变量来表征彩色信息.将图像由RGB空间变换到YUV空间,Y表征亮度信息,UV表征色彩信息.不同的色彩在UV矢量图中对应的角度也不同,如图5.这样就可以用一维的角度值来表征彩色信息.经过分析,人脸、舌体和嘴唇的颜色集中分布在UV矢量图的第二象限,对应的角度范围为[90, 180],我们将[90, 180]的范围量化为N等份,使[90, 180]中每个角度值对应02N中的某个整数.

建立标记数组Flag[N],逐点扫描A区的像素,求出每一像素点在UV矢量图中的角度值i,并使Flag[i]=1.然后再扫描B区的每点,求出对应的角度值j,若Flag[j]=1,则去除该点,否则保留.这样扫描结束,B区中的与嘴唇和脸部颜色相同的像素就被消去了,剩下的就是舌体部分,如图6.

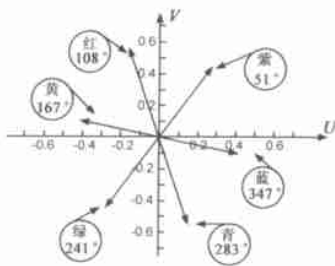


图5 UV矢量图



图6 彩色抵消结果

如图6中所示,在彩色抵消过程中舌体中某些近似面部和嘴唇颜色的像素点也被消去了,这样得到的舌体的边界由

离散的点组成,不能形成封闭的轮廓.面部中有时也会有些点不能被抵消掉,形成一些孤立的噪声点.为了填补舌体中各颗粒点之间的空隙,对结果按一定尺度进行形态滤波的膨胀运算.然后再进行腐蚀运算,这样可以消去颗粒噪声点,得到较清晰的舌体轮廓,如图7.

由图7可知,经过形态滤波后舌体的边缘并不是平滑的,而且某些边缘还向舌体内部凹陷,这些不符合舌体的轮廓特性,因此不能直接按照灰区提取相应的舌体.考虑到采用Snakes方法提取轮廓,可以保持轮廓的连续性和光滑性,可以消除边缘的凹陷,因此对图7中的结果用Snakes进行轮廓提取.Snakes的能量函数的框架如下式(1)所示:

$$E_{snake}(V) = \sum_{i=1}^N E_{snake}(v_i) = \sum_{i=1}^N [X_1 E_{int}(v_i) + X_2 E_{ext}(v_i)] \tag{1}$$

其中,  $v_i = (x_i, y_i)$ ,  $i = 0, \dots, N-1$ , 是曲线上的控制点,  $N$  是控制点的个数.  $E_{int}(v_i)$  称作内部能量,用来计算轮廓形状的一些所关注的特性.  $E_{ext}(v_i)$  称作外部能量,是针对图像中感兴趣的特征定义的.Snakes的初始轮廓选在图像的四个边缘,内部能量只须保证轮廓的连续性和平滑性.外部能量选取也较简单,位于图7中灰色舌体区的像素点能量设为255,非灰色区域像素点的能量设为0,这样当  $E_{snake}$  达到最小时,就可收敛到舌体的轮廓边缘,结果如图8所示.



图7 形态滤波结果



图8 轮廓提取结果

### 4 结论

实验结果表明,本文提出的基于先验知识的舌体分割方法,取得了较好的效果,且具有很高的分割效率.

### 参考文献:

[1] 沈兰荪,卫保国,等.图象分析技术在舌诊客观化中的应用[J].电子学报,2001,29(12A):1762-1765.  
 [2] Zhao Zhongxu, Shen Lansun, An automatic Tongue Analyzer of Traditional Chinese Medicine Based on Color Image Processing[J]. ICEMI. 99[C]. Harbin, China: ICEMI, 1999. 830-834.  
 [3] 王爱民,等.中医舌像自动分析中舌色、苔色分类方法的研究[J].北京生物医学工程,2000,19,(3):136-142  
 [4] M Kass, A Witkin, D Terzopoulos. Snakes: Active Contour Models[J]. Int J Computer Vision, 1988, 1: 321-331.  
 [5] Enno Littmann, and Helge Ritter. Adaptive Color Segmentation - A Comparison of Neural and Statistical Methods[J]. IEEE Trans on Neural Networks, 1997, 8(1):175-185.

- [ 6 ] 王爱民, 等. 基于矢量 Prewitt 算子的多尺度彩色图象边缘检测方法[J]. 中国图象图形学报, 1999, 4(12A): 1024- 1028.
- [ 7 ] Aimin Wang, Lansun Shen, Zhongxu Zhao. Color Tongue Image Seg-

mentation Using Fuzzy Kohonen Networks and Genetic Algorithm[A]. Proceedings of SPIE [ C ]. San Jose, USA: SPIE, 2000, 3962, 182-190.

#### 作者简介:



王艳清 男, 1978 年 2 月生于河北保定, 2000 年 7 月于河北工业大学电子工程系获信息工程专业学士学位, 2000 年 9 月开始于北京工业大学信号与信息处理研究室攻读智能化信息处理专业硕士学位, 主要从事图像处理、感兴趣对象分割与模式识别的研究工作。

卫保国 男, 1970 年生于陕西乾县, 1993 年毕业于同济大学, 1999 年获西安交通大学硕士学位, 现为北京工业大学信号与信息处理研究室博士研究生, 主要研究方向为图像处理和分折、模式识别等。



蔡轶珩 女, 1974 年生于山东邹城, 1998 年获合肥工业大学精密仪器专业硕士学位, 现为北京工业大学信号与信息处理研究室博士研究生, 研究方向为智能化信息处理, 目前主要从事舌诊客观化过程中的模式识别算法研究。

沈兰荪 男, 1938 年生于江苏苏州, 1961 年毕业于北京邮电学院通信工程系, 现为北京工业大学教授、博士生导师、IEEE 学会高级会员, 研究领域为图像处理、图像传输、图像压缩和光谱信号的检测等, 发表学术论文 200 余篇, 出版专著 10 部。