

## Research on Automatic Acquisition of the Back of Tongue in Sublingual Veins Diagnosis\*

Weibo Zhang, Boliang Wang, Jiezheng Xie

Department of Computer Science, Xiamen University, Xiamen

Email: zwb20031@163.com

Received: Apr. 17th, 2011; revised: May 16th, 2011; accepted: May 19th, 2011.

**Abstract:** The automatic acquisition of tongue back is important to sublingual veins diagnosis. Using watershed segmentation algorithm based on morphology marker can largely locate the area including the back of tongue. By analyzing color components difference between the back of tongue and rest background can finally extract the back of tongue. Experimental results show that the algorithm works well, good robustness. The results lay the good foundation for follow-up features analysis of sublingual veins.

**Keywords:** The Back of Tongue; Morphology Marker; Watershed Segmentation; Color Components

## 舌下络脉诊断中舌背区域自动提取算法的研究\*

张纬博, 王博亮, 谢杰镇

厦门大学计算机科学系, 厦门

Email: zwb20031@163.com

收稿日期: 2011年4月17日; 修回日期: 2011年5月16日; 录用日期: 2011年5月19日

**摘要:** 舌背区域自动提取算法是为了获得舌下络脉特征所在的焦点区域, 对于舌下络脉诊断自动的实现具有重要的意义。采用基于形态学标记的水域分割算法大致确定了舌背所在区域, 藉由分析舌背和剩余的背景彩色分量的差异性进行后处理。实验结果表明, 该算法所提取的舌背区域效果良好, 健壮性好。此结果为实现后续舌下络脉特征分析奠定了基础。

**关键词:** 舌背区域; 形态学标记; 水域分割; 彩色分量

### 1. 引言

中医舌诊是中医临床进行辨证论治过程中的一个重要步骤。舌下络脉诊断是通过观察舌下络脉的形色变化来判断人体气血瘀滞的一种古老诊断方法, 是中医舌诊的重要组成部分。利用数字图像处理技术和模式识别技术实现舌下络脉诊断的客观化和数字化, 有利于克服传统舌下络脉诊断结果受到中医的主观因素限制和光线、亮度等客观因素影响的缺点。为了实现舌下络脉诊断自动化关键要实现舌下络脉特

征提取与分析研究。

舌下络脉诊断的焦点在舌背区域, 因此舌背区域提取算法的研究是舌下络脉特征提取和分析的基础, 对于舌下络脉诊断自动化的实现具有重要的意义。舌背区域是原始样本中的舌体有效区域, 原始采集到的图像样本通常包含一些与舌像研究无关的背景, 比如脸部, 嘴唇, 牙齿等。舌背区域的提取正是为了排除掉原始图像中这些非舌质背景, 便于舌下络脉的提取。

近年来, 中医舌诊客观化的重要性愈来愈得到人们的认同, 相应的有越来越多研究单位开展了舌像诊断自动化的研究, 但是这些研究绝大部分还是集中在

\*资助信息: 国家自然科学基金(30770561), 卫生部科学研究基金—福建省卫生教育联合攻关计划资助项目(WKJ2008-2-41), 福建省青年科技人才创新资助项目(2009J05156)。

舌表面特征信息化的研究,而对于舌下络脉诊断自动化的研究相对较少。目前所能查到的关于舌下络脉研究相关文章大多是针对已提取出的舌背区域中的舌下络脉特征提取的研究,舌背区域提取算法的研究大致只有两种:台湾省正修科技大学郑舜仁等提出的基于舌像中 RGB 分量值的差异设计二次曲线来提取舌体边缘<sup>[1]</sup>,最后实现舌背区域与背景的分隔,这种算法的分割效果较好,但是其所流程较为复杂;哈尔滨工业大学的生物识别技术研究中心的闫子飞,王宽全<sup>[2]</sup>等提出的基于水域分割的舌背提取算法,不过该算法限定了其处理对象为利用近红外图像采集仪获得的近红外舌下图像。本文将在研究这两种算法的基础上,结合二者的优点提出一种针对普通照相机采集的舌像样本的舌背自动提取算法。

## 2. 基于水域分割的舌背提取算法

### 2.1. 算法的基本原理及其流程

水域分割算法也就是分水岭算法,最初是由 Beucher S.和 Vincen L.提出来的,是借助地形学概念进行图像分割。利用水域分割法从采集到的样本图像中分离出舌体有效区域关键点在寻找背景和舌体有效区域的分界线。闫子飞等在研究使用近红外舌下静脉图像采集仪采集到的近红外舌下静脉图像时,提出由于人张嘴的时候舌的侧边和嘴的两侧留有一定空隙,在空隙处成像后显得较暗,舌体被一个空隙所形成的不规则环形黑色区域包围。这个区域将舌与图像中的其他部分大致分离开来,将这个区域称为“隔离带”。对于由普通图像采集设备得到的图像依然存在“隔离带”,另外在原始的图像中人体的脸部和牙齿等背景与舌体有效区域的颜色分量梯度值也存在一些差值,因此可以考虑将采集到的原始图像的梯度图像作为水域分割算法的输入,实现舌体与背景分开。

为了克服传统水域分割算法的可能引起的过分割的缺点,本文采用的是基于标记的水域分割算法。算法总体上应该包括如下4个步骤:

1. 导入样本图像,进行一些预处理。
2. 选择相应的梯度函数,求取样本图各像素对应的梯度值。



Figure 1. Original sample image and the Sobel gradient image  
图 1. 原始样本图像及其 Sobel 算子梯度图像

3. 提取图像的标记,便于精确分割出舌背区域。
4. 结合标记值和图像的梯度值,对样本图像进行水域生长,叠坝。
5. 根据预设的阈值,进行分割,去除图像中不需要的区域,得到最终的分割结果。

### 2.2. 算法的具体实现

从水域分割的基本原理知道,水域分割的本质上是利用基于领域空间信息来分割图像,它实际上是把边缘检测和区域生长结合起来,所以能够得到单像素宽的、连续而准确的边缘。因此边缘算子的好坏直接影响着图像分割的好坏,一个好的边缘算子能够得到准确而平滑的目标边缘。到目前为止,用于边缘检测的算子很多,例如 Sobel、Prewitt、Canny 及形态学梯度等。本文实现的算法统一采用 Sobel 算子来获取样本图像的梯度图像。

由 Sobel 算子求得的梯度图像如图 1 所示,在梯度图像中可以发现在舌体和上嘴唇之间存在着第一节所提到的“隔离带”。

由于待分割的图像存在噪声和一些微小的噪声和一些微小的灰度值起伏变动,在梯度图像中可能存在许多假的局部极小值,如果直接对梯度图尽心生长会造成过分割的现象,这也正是传统的水域分割算法存在缺陷。采用目标标记的方法是克服传统算法缺陷的一种方法。尽管基于先验知识的种子点标记法分割成功率更高,但是对于标记的获取过于依赖先验知识,比如得人工选择种子点。因此,本文重点研究基于形态学的标记法。

基于形态学的标记法是通过形态学重建技术对图像的目标(前景)和背景进行标记<sup>[3]</sup>。所用到的形态重建技术包括基于开运算和闭运算的重建。借鉴杨文明等提出的基于分水岭变换的图像分割<sup>[4]</sup>,本文所实现的形态

学标记法主要步骤有:

1. 对梯度图像进行形态学开闭运算后重建。通过这一步前景对象内部将创建单位极大值。
2. 通过图像区域极值函数定位前景对象局部极大值。
3. 利用开闭运算和腐蚀操作清除掉清理标记斑点的边缘,然后将图像局部极大值的像素标记为前景。
4. 通过阈值变换,设置背景标记。背景像素在黑色区域,所以利用阈值操作可以实现背景的标记。

完成获取梯度图像的前景和背景的标记后,需要修改梯度幅度图像使其仅在前景和背景标记像素处存在局部极小值。

最后,对修改过的梯度图像进行 watershed 变换得到已经完成叠坝的图像。设置舌背所在区域的标记为阈值,即可提取出舌背所在区域。

### 2.3. 舌背区域的后期处理

基于形态学标记的水域分割算法由于是自动选择梯度图像的极值点,提取的舌背区域可能还会包含有舌背相连的小部分无关背景,比如说嘴唇和牙齿。因此需要对上一节所提取的结果进行后期处理。

藉由分析舌牙齿区域  $RGB$  彩色分量间相对值的特性,可知牙齿处的红色分量与绿色分量有如下关系:

$$R - G < 45 \quad (1)$$

根据式(1),可以将牙齿区域排除去。另外,郑舜仁等在研究舌背提取算法提到了舌体区域和其周遭的皮肤的颜色  $RGB$  分量值有如下特征:

$$R \geq G, G \geq B \quad (2)$$

$$180 < R + G + B < 500 \quad (3)$$

$$M_{\text{舌背}} = \frac{R - G}{|G - B| + 1} \geq \frac{R - G}{|G - B| + 1} = M_{\text{周遭}} \quad (4)$$

在具体的后处理实现过程中,对于图像中的像素在满足(2),(3)式的情况下利用式(4)式可知舌背区域的  $M$  舌背区域值大于图像  $M$  的平均值,据此可以处理图像最终可得出更为精确的舌背区域。

## 3. 实验结果和分析

本实验采用 Matlab 平台编程实现舌像提取。充分

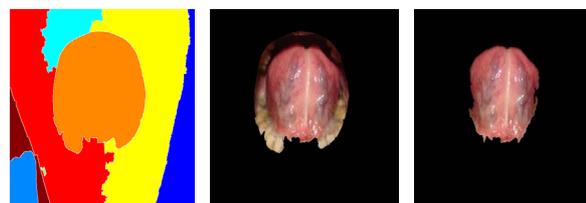


Figure 2. Watershed transformation and the acquisition result  
图 2. 梯度图像 watershed 变换及提取结果

利用其图像处理工具箱中提供的一系列函数以及它能够直接对矩阵进行操作的优点,极大地提高了编程效率。使用的舌像样例采用普通数码相机、在室内普通光照的条件下进行采集。图 2 为本实验提取的舌背区域的过程。

本文算法在分割过程中完全实现了自动化处理,利用本文算法对 46 幅样本舌像进行分割,有 41 张正确提取出舌背,成功率达到 89.13%,具有很好的鲁棒性,给进一步的特征提取分析奠定了基础。

## 4. 小结

舌背区域的精确是舌下络脉特征提取和分析有效实现的基础。本文主要阐述了一种基于 watershed 分割的舌背区域自动分割算法。通过在形态学标记方法进行 watershed 分割及其后处理,提高了此种算法的分割精确度,丰富了舌背区域提取的算法。尽管如此,由于本文所研究的算法处理的对象是在普通光照条件获取的彩色图像样本,样本图像拍摄质量涉及到众多因素,比如光照条件,患者的伸舌姿势等,在样本图像质量太差情况下,算法就无法将舌背完全提取出来。因此探索适应性更强,稳定性更高的舌背提取算法,是我们在今后的工作努力的目标<sup>[5]</sup>。

## 参考文献 (References)

- [1] 郑舜仁, 蒋依吾, 陈建仲, 林宏任. 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): 427-430.
- [2] 闫子飞, 于淼, 王宽全等. 近红外舌下图像的舌下静脉分割方法[J]. 中国医学影像技术, 2008, 20(12): 1569-1574.
- [3] 关新平, 黄娜, 唐英干. 一种基于标记阈值的分水岭分割新算法[J]. 系统工程与电子技术, 2009, 31(4): 972-975.
- [4] 杨文明, 陈国斌, 沈晔湖等. 一种基于分水岭变换的图像分割方案[J]. 浙江大学学报(工学版), 2006, 20(12): 1569-1574.
- [5] 王雷, 王博亮, 楚宇燕. 效果良好的舌像自动分割算法[J]. 科技创新导报, 2008, 2: 5-6.