

# 效果良好的舌像自动分割算法

王雷 王博亮 楚宇燕  
(厦门大学计算机科学系 福建厦门 361005)

摘要: 为客观、科学地模拟中医舌诊诊断过程, 首先需要进行有效的舌像分割。利用舌体在 HSV 和 RGB 两个色彩空间中六个色彩分量的特点, 设计出锐化公式并利用自适应阈值分割算法思想, 从而实现分割目的。由 1000 多幅不同舌像的分割效果可知, 该种算法分割良好, 健壮性好。此结果为实现舌体分析奠定了基础。

关键词: 舌像分割 锐化公式 自适应阈值 色彩空间  
中图分类号: TP391.41 文献标识码: A

文章编号: 1674-098x(2008)01(b)-0005-02

舌诊是中医四诊中望诊的重要内容, 为历代医家所重视。舌头犹如人体的一面“镜子”, 人们通过它可以了解人体脏腑和气血的状况, 从而判断人们是否处于健康状态。

近年来, 随着计算机技术的发展, 国内外学者对传统的中医舌诊在量化、客观化和计算机自动识别等方面进行了许多有益的探索, 并开发了一些计算机软件系统。在先行者开发成果基础上, 本实验室在厦门大学医学院中医系的医学指导下, 自行开发研制了应用更广泛, 功能更完善, 使用更方便的“中医舌诊辅助中成药使用系统”。该系统包括舌像拍摄, 舌像分割, 舌像分析等模块。

将舌体从拍摄到的图像中精确地分割出来是进一步分析舌像的前提, 也是整个系统的一个瓶颈。舌像分割在过去一段时间里, 有大量学者进行艰苦研究, 并且取得了良好的成绩。(如: 北京工业大学信号与信息处理研究室提出

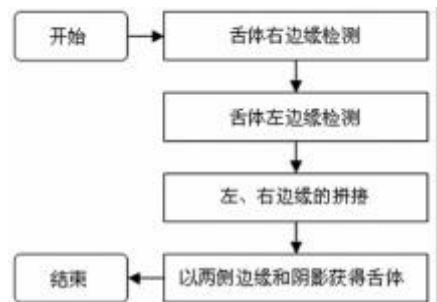


图1 分割流程图



图2 舌体右部边缘获取效果

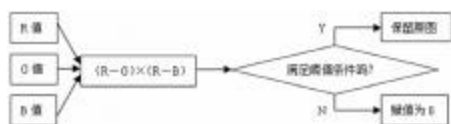


图3 左边缘获取流程图

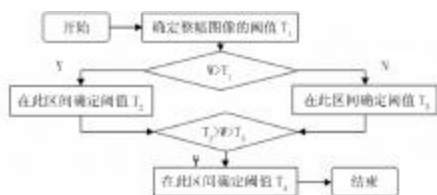


图4 确定阈值流程图

的一种基于先验知识的自动舌体分割算法<sup>[1]</sup>, 中山大学蒋依吾先生提出的公式分割算法<sup>[2]</sup>等。)本研究借鉴了他们的分割算法, 并进一步研发了更适用于“中医舌诊辅助中成药使用系统”的舌像分割算法, 取得了很好的效果。

## 1 舌像特点分析

一幅舌像大致可分为舌部(即舌体), 脸部, 背景部分, 分割的目的就是辨别出舌体。由于仪器设定了双光源, 其中一个光源从左侧发出, 所以舌体左部比右部明亮。故舌体右边缘和左边缘的获取方法是不同的, 也就是说舌体两侧边缘的获取是经两个步骤完成的。而另一个光源是从舌体上方垂直照下, 所以在舌根处形成了阴影。故在确定舌体的上部边界时, 利用舌根阴影来确定舌体上边界。舌体分割具体流程图如图1。

## 2 舌像分割算法

### 2.1 舌体右部边缘获取

舌体右边缘获取是在 HSV 色彩空间中进行的。主要利用色彩空间中的色调分量 H 和饱和度分量 S 来完成右边缘的获取。这是由于舌体部分的色调、饱和度的值相比于背景部分的值, 差别悬殊, 虽然脸部和舌头的色调 H 相似, 但是它们的饱和度 S 不同。所以将舌像的色调分量 H 和饱和度分量 S 分别二值化(利用自适应阈值算法<sup>[3]</sup>实现), 并把结果做逻辑“交”运算, 从而可以获得一幅二值图像, 然后把这幅二值图像进行图像数学形态学处理<sup>[4]</sup>(包括图像膨胀、填充、腐蚀等), 最后利用“Canny”算子<sup>[5]</sup>进行边缘检测再加以滤噪, 从而得到舌体边缘, 由于左边缘分割效果差, 所以只保留右边缘, 进而称这一过程为舌体右边缘获取。

二值图像经过“Canny”算子边缘检测后, 图像中存在一些噪音边缘, 由于所有边缘都是封闭且独立的, 如图2(a), 所以可以

使用递归算法思想进行边缘跟踪, 从而达到滤噪效果。滤噪后的边缘如图2(b)。

从右边缘获取结果可以看到, 由于嘴唇颜色和舌体颜色极为相似, 所以常常将其误认为舌体部分。不但如此, 有的舌像图像的脸部颜色和舌体颜色也极为相似, 边缘获取时常常把脸部作为了舌体。这种错误的边缘获取只出现在左侧, 而右侧不存在这样的情况。这是因为仪器的光源从左侧发出导致舌体的阴影会落在右脸庞, 这样右脸庞的色调以及饱和度都比舌体的低, 所以可以很容易辨别右部边缘。那么怎么把左部不易区分的脸庞和嘴唇删除掉, 这是文章下一部分要介绍的内容。

### 2.2 左部边缘获取

上文已经提及, 一幅舌像包含三个部分: 背景部分, 脸部和舌部(即舌体)。由于光源设定, 通常脸部、舌部的亮度、色调和背景部分有着明显不同。这意味着, 脸部、舌部的色彩分量 R, G, B 值和背景部分的色彩分量值有明显差异。不但如此, 通过公式<sup>[1]</sup>的计算能使它们之间的差别更加显著。至于脸部和舌部, 由于它们的亮度、色调和饱和度都相当, 所以这二者的色彩分量 R, G, B 的值的差别并不明显, 从而不足以利用自适应阈值算法<sup>[3]</sup>断定脸部和舌体之间的阈值。所以只有利用公式(1)锐化它们的差别, 以实现阈值确定。

$$W = (R - G) \times (B - G) \quad (1)$$

其中公式(1)中的 R, G, B 表示任一象素的 R, G, B 分量的值, W 表示该像素通过公式(1)计算所得的权值。左部图像分割流程图3。

从流程图得知, 阈值确定的正确与否就直接决定了能否成功地获得舌体左边缘。需要说明的是: 确定的阈值不止一个, 根据实际情况, 本研究共确定了四个阈值。这些阈值的确定都利用到自适应阈值算法。具体流程图如图4。

上文已经介绍过, 舌像一般包含了三个部分: 背景部分, 脸部和舌部(即舌体)。这三个部分的权值分布在不同的数值范围。其中背景部分的权值通常大于阈值 T3 或阈值小于 T2。而脸部的权值通常大于 T2 而小于 T4, 而舌体的权值通常大于 T4 而小于 T3。据此就可以去除掉不易区分开的舌体左边缘脸部和嘴唇信息, 然后再利用右边缘获取流程, 获得舌体边缘, 如图5(a)所示。在左边缘获取过程中, 由于舌体右部一些区域较暗, 从而这部分舌体信息可能被删除, 也可能舌体右边缘会出现许多棱角, 然而因为左边缘良好, 所以此流程只保留舌体左边缘, 故称之为舌体左边缘获取。

### 2.3 左右边缘拼接

由图2(b)和图5(b)可以看出: 不管舌体右边缘获取还是左边缘获取, 都很精确地把舌尖部分边缘分割出来, 所以可以规定舌体边缘的最低点就是进行拼接的临界点。下图6中的

基金项目: 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(WKJ2005-2-001) 厦门市科技计划重点项目编号(3502Z20055003)。

# API 标准在人工岛安全设计中的应用

王铁刚 刘欢 李义娟  
(中国石油冀东油田公司质量安全环保处 唐海 063200)

**摘要:** 滩海人工岛开发工程受到地理位置、环境条件的影响,安全风险高。人工岛安全设计对滩海石油人工岛开发工程的安全生产具有重要的意义。目前,国内还没有对人工岛的安全设计提出明确的要求和可供参考的规范标准,通过对 API 标准的分析,人工岛设计阶段可以从人工岛岛面设施整体布局、危险区域划分、设计及危险源分析三个方面采取合理的措施保障滩海人工岛开发工程的安全生产。

**关键词:** 人工岛 美国石油协会 安全设计

中图分类号: TE54

文献标识码: A

文章编号: 1674-098x(2008)01(b)-0006-02

## 1 问题的由来

人工岛能够定点在海域内,水深在 0~10m 之内,均可采用人工岛的方式来开发滩海海洋石油。我国于 1992 年建成了中国第一座油气开发人工岛——张巨河人工岛。伴随着滩海石油勘探储量的不断增加,中国石油提出了“海油陆采”的海洋石油开发总体思路。滩海石油由于其所处海域的特点,海工结构采用人工岛的型式不仅可以满足滩海油气开发的需要,而且具有较好的经济效益。目前大港油田和冀东油田都已经采用了油气人工岛进行油气开采。人工岛的建设受到地理、环境条件和产能建设的影响,因此人工岛的设计对人工岛建设具有重要的意义。我国浅海石油开发时间较短,人工岛的设计标准很不完善,尚未针对人工岛的安全设计颁布明确的规范。

滩海石油开发需要充分借助先进和成熟的技术来完成,美国石油协会(API)颁布的标准规范是紧跟这些先进技术进行编制的标准规范,而且 API 颁布的相关标准和规范已经被世界海洋石油界普遍遵守。本文主要论述美国石油协会(API)标准在人工岛安全设计方

面的相关规定,可以为我国人工岛的安全设计提供借鉴和参考。

## 2 API 标准的应用

本章将以 API 的三个标准为引导,分别从海上设施总体布局、危险区划分、生产设施危险分析三个方面研究 API 标准在人工岛安全设计中的具体应用。

### 2.1 API RP 2G《海洋建筑物上生产设施推荐作法》

采用人工岛进行滩海油气开发,人工岛的设施布局需遵守总体布局的准则,即一个区域发生事故时不能危及其它区域的操作人员和设备的安全,这也是总体安全的出发点。要达到该目的就需要适当安排设备及系统之间的距离,即做好总体布局。

下面我们将依据 API RP 2G《海洋建筑物上生产设施推荐作法》的有关章节,对该标准在总体安全——总体布局方面如何具体应用进行说明。

#### (1) 空间概念

API RP 2G 的第四章 4.2 节讲到“在

提高安全操作方面,空间是一个很重要的因素”。

随着海上建筑物上生产设施密度的增加,各种问题导致事故的机会也相应增加,这就引起了人们对如何合理布局空间可以提高安全性问题的重视。API RP 2G 中很多章节对这一问题做了很详细的说明。

API RP 2G 第五章 5.2 节提到“设备系统之间的足够距离是保证安全操作的重要因素”;5.7 节要求“住房应设置在一个区域内并远离操作区,其设计应使人员感到安全”;5.13 节要求“由于原油储罐储存着液体燃料并有伴生气体排出,所以原油储罐的设置应远离井口区和潜在着火源。如燃火容器、机械区和住房区”;5.14 节要求“燃火容器应远离井口区、原油储罐和无火工艺容器”。

上述提到了各区及设备之间的相对位置关系,但各区之间的距离多少为合适,在 API RP 2G 中任何章节都没有明确规定。从安全角度出发,彼此间距离越大越好。对于海上生产,这样会增加人工岛的造价,是不可行的。分层设计,通过防火墙将海上设施有效隔离是



(a)“Canny”算子边缘检测结果



(b)去除噪音后的舌体边缘

图5 舌体左部边缘获取效果

直线是经过临界点的直线,它的左侧是左边缘检测获得的边缘,右侧是右边缘检测获得的边缘。

从上图6还可以看出舌体上部边缘的检测是无效的,所以可以利用舌根处的阴影和两侧边缘来确定舌体上边缘。上边缘确定后就能很好地分割出舌体。

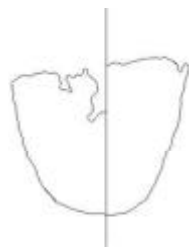


图6 拼接结果

## 3 结果

本实验采用 Matlab 平台<sup>[6]</sup>编程实现舌像提取。充分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、在室内普通光照和仪器的双光源的条件下进行采集。本文算法在分割过程中完全实现了自动化处理,通过一千多幅舌像分割结果的验证,成功率在95%左右,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 结语

本文主要阐述了一种基于锐化公式的舌像自适应阈值分割算法。通过在两个不同的色彩空间中进行舌像分割,提高了此种算法的分割精确度。尽管舌像的形状、大小、颜色等各不相同,但是本文算法对于这些舌像的

舌体提取具有普遍的适应性,能达到较好的分割效果。虽然本文的研究丰富了舌像分割的算法,舌体提取方面也取得了一定成绩,但是图像分割一直是图像处理的难点,又是图像进一步分析与处理的关键所在,要找到一种稳定性较好的算法并非易事。如何设计出稳定性更强,适应性更好,提取效果更精确的舌像分割算法仍然值得我们在今后的实践工作中继续研究探索。

## 参考文献

- [1] 王艳清.一种基于先验知识的自动舌体分割算法[J].电子学报,2004(3):489-491.
- [2] 蒋依吾.电脑化中医舌诊系统[J].中国中西医结合杂志,2000(2):145-147.
- [3] Rafael C.Gonzalez.Digital Image Processing[M].北京:电子工业出版社,2005:482-494.