

在人脸图像中确定嘴巴位置的方法

陈宇波¹, 许海柱², 黄婷婷², 朱建军¹

(1. 中南大学信息物理工程学院 长沙 410083; 2. 中南大学信息科学与工程学院 长沙 410083)

【摘要】利用迭代式阈值选择算法在人脸的下半区域进行阈值化处理, 无需人工干预就可得到嘴巴鼻子等区域, 且很好地改进了传统的二值化方法所造成的嘴部轮廓不清晰、连通性不好等缺陷; 用腐蚀膨胀算法去掉较小的噪声点, 用最小外接矩形近似表示各个连通区域的形状, 根据嘴巴形状大小的先验知识确定嘴巴所在的连通区域; 用嘴巴连通区域的质心表示嘴巴中心, 利用Harris角点检测算法在原灰度图像的嘴巴区域中找到两个嘴角。实验结果表明, 本文算法具有较快的速度和较高的精度。

关键词 计算机视觉; 角点检测; 迭代式阈值; 嘴巴检测
中图分类号 TP242.6+2 文献标识码 A

Determine Mouth Position in Face Image

CHEN Yu-bo¹, XU Hai-zhu², HUANG Ting-ting², ZHU Jian-jun¹

(1. School of Info-Physics and Geomatics Engineering Central South University Changsha 410083;
2. School of Information Science and Engineering, Central South University Changsha 410083)

Abstract The iterative threshold choosing algorithm is used to changes the gray image into binary image in the low half of a known face image, the area of mouth and nose can be obtained without manual work. This algorithm improves the traditional method limitation, such as vague mouth contour and poor connection quality. The erosion and dilation arithmetic is used to delete the minor noise area; the minimum enclosing rectangle is used to describe the shape of every area; and the mouth area is determined according to the prior knowledge of the mouth shape and size. The mouth center is represented by the centroid of the mouth connection area. Harris corner detection arithmetic is used to detect the two corners of the mouth in the mouth area of the original gray image. Experiment shows that the algorithm presented in this paper is quicker and more accurate than traditional methods.

Key words computer vision; corner detection; iterative threshold; mouth detection

人脸面部特征提取是人脸识别、表情识别、人机交互等领域的重要课题。人脸的特征如眉毛、瞳孔、眼睑、嘴唇在人脸识别、检测以及表情识别中都具有重要意义。尤其是嘴部特征检测, 在口形识别跟踪、唇读以及生物识别等方面具有十分独特的作用^[1]。嘴部区域最为明显的特征就是其色彩单一、连通性好, 且与人脸肤色区域有一定的差异。但是, 对于很多个体而言, 这种差异性不是很明显, 使得传统的基于色彩的嘴巴检测准确度不高。研究者们相继提出了一系列基于弹性模版的方法来实施嘴巴检测, 但实验结果表明不能准确刻画嘴部轮廓, 且算法的复杂度较高^[2]。也有人利用经典的Snake模型(如文献[3]的GVF Snake模型以及文献[4]的Snake模型)来检测嘴巴区域, 但由于嘴部存在边缘缺失和梯度较弱的缺陷, 经典的Snake模型很难将它们准确地分割出来。总之, 当前困扰嘴巴区域检测的难题有

两个: (1) 嘴唇的颜色和肤色差异不是很大; (2) 构建嘴巴模版需要确定能量函数, 算法复杂, 实用性不强。

本文的研究背景为利用图像处理技术在序列图像中检测驾驶员的疲劳状态, 因此图像背景并不复杂。驾驶员脸部在图像中居于突出的位置, 假设已经在图像中检测出了驾驶员的脸部, 现在需要准确定位和测量嘴巴, 且要求算法的速度较快。本文提出一种新的在图像中检测嘴巴的算法, 该算法利用迭代式阈值选择算法分别在人脸的上下半部分进行阈值化处理, 能很好地弥补由于嘴唇和肤色差异不大造成的在二值化图像中得不到嘴巴完整轮廓的问题。

1 迭代式阈值选择算法

嘴巴区域与脸部肤色最为明显的差异就是嘴巴区域的色彩较深。在二值化图像时, 需要突出这种

收稿日期: 2007-07-10

基金支持: 教育部留学回国人员科研启动基金(2005383)

作者简介: 陈宇波(1966-) 男, 博士生, 高级工程师, 主要从事无线定位、卫星定位和图像处理等方面的研究。

差异。本文首先把彩色图像转化为灰度图像,然后进行二值化处理,因而二值化处理时的阈值选择变得尤为重要。

常规的人工选择法是通过人眼的观察,运用人对图像的知识,在分析图像直方图的基础上人工选出合适的阈值。也可以在人工选出阈值后,根据分割效果,不断地交互操作,从而选择出最佳阈值。相比于人工阈值选择法,采用自动化阈值算法的鲁棒性更好,且拥有更好的通用性。常用的自动阈值法包括迭代式阈值选择法、最小误差阈值选择法、Otsu阈值选择法等。

本文采用迭代式阈值选择算法^[5],其基本思想是:开始时选择一个阈值作为初始估计值,然后不断地改进估计值,直到满足给定的准则为止。在迭代过程中,关键在于选择什么样的阈值改进策略。好的阈值改进策略有两个特征:(1)能够快速收敛;(2)在每一次迭代过程中,新产生的阈值优于上一次的阈值。迭代式阈值选择算法的步骤如下:

(1) 选择图像灰度的中值作为初始阈值 T_0 ;

(2) 根据各个像素点的灰度值是否大于阈值 T_i (初始时 i 为0),把图像分割成 R_1 和 R_2 两个区域,计算区域 R_1 和 R_2 的灰度均值 μ_1 和 μ_2 ;

(3) 得到 μ_1 和 μ_2 后,计算新的阈值 $T_{i+1} = \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2)$;

(4) 重复步骤(2)~(3),直到 T_{i+1} 和 T_i 的差小于某个给定值。经多次实验,本文选定的给定值为1,效果较好。

传统的二值化方法即使检测嘴巴时,一般也都是针对整个人脸图像进行阈值选择。由于人脸区域中头发、眉毛、眼睛等区域的色彩明显较嘴唇区域的色彩深,阈值选择时很难以嘴唇色彩作为参考,使得不管使用何种阈值选择算法,都难以完整地提取到嘴巴的轮廓信息。考虑到嘴巴区域位于人脸的下半部,而主要的干扰因素眼睛、眉毛、头发等都位于人脸的上半部,结合迭代式阈值选择算法自身的特点,针对人脸的上下半部分分别进行阈值选择,能更为完整地突出嘴巴区域的轮廓信息。

针对人脸上下半部分实施二值化处理,实验结果如图1所示。其中图1a为原图片;图1b为针对整个人脸利用迭代式阈值选择进行二值化处理后的图片;图1c为针对人脸上半部分利用迭代式阈值选择进行二值化处理后的图片;图1d为针对人脸下半部分利用迭代式阈值选择进行二值化处理后的图片。可以明显地看出,针对人脸的上下半部分分别进行

阈值化处理后的图片更好地保留了眼睛以及嘴巴区域的轮廓信息。

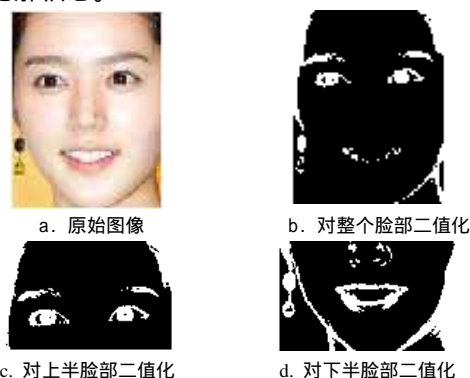


图1 利用迭代式阈值选择进行二值化后的图片

2 嘴巴区域的最终定位

2.1 获取嘴巴区域的位置

针对人脸的下半部分进行获取嘴巴区域的位置的研究,实验结果如图2所示。在灰度图像中,由于嘴唇的灰度值比人脸要深,因而二值化处理嘴巴会呈现为较为集中、连贯性较好的“空洞”区域,如图2d中的白色区域。当然,也要考虑鼻孔所造成的“空洞”以及噪声点的影响。首先利用膨胀腐蚀算法去除小的噪声点,然后再用最小外接矩形^[6]表示各个空洞区域的轮廓。用外接矩形的长 L 近似代替嘴巴区域的长(两嘴角的距离),用外接矩形的宽 W 近似代替嘴巴区域的宽。各个空洞区域的外接矩形如图2a所示。

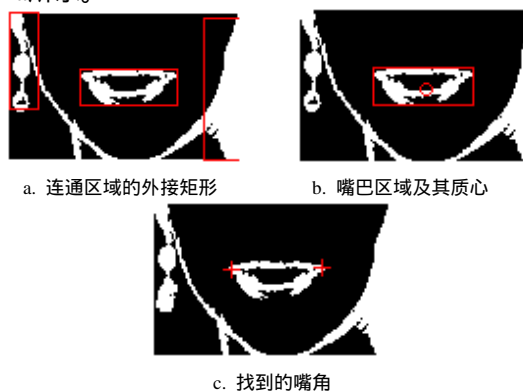


图2 嘴巴区域、嘴巴中心以及嘴角的确定

对于嘴巴而言, L 要大于等于 W ,嘴巴区域形成的空洞连通性较好,较为集中,在图像中占有一定的比例,而且嘴巴一般大于鼻孔。依此先验知识,可以定位嘴巴区域的位置。嘴巴区域的定位如图2b所示。

2.2 获取嘴巴区域的中心

嘴巴图像检索时,仅仅找到嘴巴区域还不能满

足应用的要求。找到嘴巴的中心,对于相关的人脸信息研究有很重要的作用。

可以直接利用外接矩形的中心点来表示区域中心。但是,对于有一定倾斜的目标来说,外接矩形所包括的区域相对于有效区域有较大的偏差,因而误差较大。研究表明,在较小的均匀区域,区域的中心、重心、质心可以归结为一点^[6]。研究中,由于嘴部区域相对于整幅脸部图像而言可视为小区域,因而可以嘴巴连通区域的质心表示嘴巴中心。区域质心坐标的计算公式为^[7]:

$$x_m = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}, \quad y_m = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$$

式中 求和是对整个嘴巴的连通区域进行的; m 可视为一个常数; x 和 y 为嘴巴连通区域的各个像素点的坐标。嘴巴中心定位如图2b所示。

2.3 获取两个嘴角

嘴角作为嘴巴区域的重要位置无疑对嘴巴的最终定位有极为重要的意义。由于在人脸的下半部分中,嘴角是最为明显的角点,因此可以利用经典的Harris角点检测算法搜寻嘴角。

角点目前还没有明确的数学定义,人们普遍认为角点是二维图像亮度变化剧烈的点或者是图像边缘曲线上曲率有极大值的点^[8]。文献[9]定义角点为位于某一平面对象边界曲线上的点,且满足该点所在位置的曲线弯曲度最大。结合嘴角自身的特征,本文认为角点是亮度变化剧烈的点。

Harris算子^[10]通过计算像素点所在位置的梯度检测角点。如果像素点所在位置有两个方向梯度的绝对值都比较大,则判定该像素位置为角点。本文检测角点在原来的灰度图像中进行,且只检测嘴巴区域。角点检测的具体算法如下:

$$R = \det(\mathbf{M}) - k(\text{tr}^2(\mathbf{M}))$$

式中 $\mathbf{M}(x, y) = \begin{bmatrix} I_u^2(x, y) & I_{uv}(x, y) \\ I_{uv}(x, y) & I_v^2(x, y) \end{bmatrix}$ 其中 $I_u(x, y)$ 、

$I_v(x, y)$ 和 $I_{uv}(x, y)$ 分别为图像点 (x, y) 处的灰度在 u 和 v 方向的偏导数以及二阶混合偏导数; k 为常数,根据经验通常取 $0.03 \sim 0.05$; $\text{tr}(\mathbf{M})$ 为 \mathbf{M} 矩阵的迹。在求偏导数时,可以同时使用一个高斯平滑函数。因

为微分对噪声很敏感,用高斯函数平滑的目的是减少噪声对微分的影响。如果 R 超过某一阈值则认为该点为角点。本文确定嘴角时,在嘴巴区域计算得到的 R 值最大的两个点即为嘴角角点。嘴角角点检测结果如图2c所示。

3 结束语

本文提出了一种在图像中检测嘴巴位置的新算法,首先在人脸的上下半区域分别进行迭代式阈值选择,较为完整地获得嘴巴区域,通过最小外接矩形以及一系列的约束机制,定位嘴巴区域的位置;然后利用求质心的方法确定嘴巴区域的中心;最后利用Harris角点检测算法有效地检测到嘴角。所提算法在Matlab 7.0中编写了程序,并进行了实验。实验表明,该算法具有较快的速度和较好的精度,但也需要进一步提高鲁棒性。

参 考 文 献

- [1] 汤敏, 王元全, 夏德深. 基于Snake模型的嘴部特征分割[J]. 计算机工程, 2004, 30(21): 7-9.
- [2] RADEVA P, MARTI E. Facial features segmentation by model-based snake[C]//International Conference on Comp Anal and Images Processing. Prague: [s.n.], 1995.
- [3] XU Cheng-yang, PRINCE J L. Snakes, shapes and gradient vector flow[J]. IEEE Trans, Image Processing, 1998, 7(3): 359-369.
- [4] KASS M, WITKIN A, TERZOPOULOS D. Snakes: Active contour models[J]. International Journal of Computer Vision, 1987, 3(1): 321-331.
- [5] 严曲, 赵跃龙. 一种基于迭代式阈值法的身份证图像二值化算法研究[J]. 计算机测量与控制, 2005, 13(6): 595-597.
- [6] 吴晓光, 王涤琼, 盛慧. 一种获取图像区域最小外接矩形的算法及实现[J]. 计算机工程, 2004, 30(12): 124-126.
- [7] 张涛, 王成儒, 吴娅辉. 利用质心模式统计进行图像纹理分析[J]. 光电工程, 2005, 32(6): 27-30.
- [8] 赵文彬, 张艳宁. 角点检测技术综述[J]. 计算机应用研究, 2006, 23(10): 17-19.
- [9] 肖茜, 鲁宏伟. 基于高斯平滑的自适应角点检测[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003, 15(11): 1359-1361.
- [10] DERICHE R, GIRAUDON G. A computational approach for corner and vertex detection[J]. Computer Vision, 1993, 10(2): 101-124.

编辑 熊思亮