

基于双眼独立动态阈值的人脸预处理及识别

方超,王斌斌,陈立生

(厦门大学 计算机系,福建 厦门 361005)

摘要:针对实际环境中采集的人脸图像预处理问题,提出双眼独立动态阈值方法定位双眼。先划分左右眼大致区域,再采用区域像素点百分比选取灰度值当作二值化的阈值。提取左右眼候选位置后,结合人眼位置的一些判别准则进行最终定位。截取双眼间条状区域,应用灰度累积直方图方法,定位鼻子与嘴巴区域。在 ORL 库和 essex94 数据库上比较了区域划分前后的识别效果,实验结果表明采用所提出的预处理方法后,识别效果有比较明显的提升。

关键词:人脸识别;人眼定位;动态阈值;灰度累积直方图;LBP 算子

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3044(2012)07-1618-04

Eyes-independent Dynamic Threshold Based Human Faces Preprocessing and Recognition

FANG Chao, WANG Bin-bin, CHEN Li-sheng

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

Abstract: Based on eyes-independent dynamic threshold, this paper proposes a preprocessing method for human face images collected from real environment. First carves out the approximate area of the left and right eye, and then calculates the gray value from the percentage of region pixels, selects the calculated value as the binarization threshold. After exacting candidate locations of left and right eyes, combined with the eye position criterion the both eyes can be finally located. Locate the region of nose and mouth by applying grayscale cumulative histogram method based on the striped areas between eyes. Compare the recognition results before and after zoning human face in ORL face database and excess94 face database, the results show that the proposed preprocessing method can significantly improved the effect of identify.

Key words: face recognition; localization of human eyes; dynamic threshold; grayscale cumulative histogram; LBP operator

人脸识别是模式识别的一个重要领域,也是目前的一个研究热点。人脸识别在安防,管理,金融等领域都有巨大的应用前景。同时,人脸识别相对于指纹识别与虹膜识别,操作上更为简单,隐蔽性良好。

基于二维人脸的识别方法经过多年的发展,已经取得了一定的成果。基于灰度的纹理分布与变换的方法,有 Gabor 小波, LBP^[1] 等。特征脸^[2]的提出,使子空间变换的方法占据了人脸识别的一个重要方面。利用空间降维^[3],舍弃那些对于区别人脸意义不大的数据,此类方法包括: PCA 降维, LDA 降维, Fisher 脸, LPP^[4] 等方法。这些方法都是在已经得到良好人脸图像的情况下进行的识别。而在实际运用中,真实环境的人脸采集都会有各种干扰,需要预处理步骤,预处理的效果直接影响到人脸识别的准确率。

1 人脸区域的定位

人脸识别的第一个步骤就是人脸的预处理。在数据库实验中,由于人脸采集都是经过统一的设备,或者经过统一的人工处理,人脸区域都可以精确截取。因此,在人脸数据库上测试的识别算法在实际应用中都可能出现性能下降的问题。对此,人脸识别算法需要能够应对复杂情况下的人脸预处理情况。

由于人脸区域具有固定模式,若可以定位到眼睛区域,则鼻子嘴巴区域的定位就可以通过人脸的几何限制快速定位出来。故眼睛的定位是人脸区域划分的一个重点。由于眼睛在人脸的大致区域已经确定,因此可以缩小定位眼睛所需的搜索范围。

1.1 动态阈值选择及眼睛定位

对于一张人脸灰度图,人眼瞳孔的灰度值属于一个较低的范围,并且眼睛瞳孔、虹膜及内眼角的灰度值与周围区域有明显的区别,因此可以利用一个灰度阈值将这些区域二值化区分出来。然而不同人脸、不同环境所得到的人脸灰度图对于这个阈值并不是唯一固定的,因此需要一个算法来动态的进行阈值的确定。同时,为了能够使太亮或者太暗的图像也可以得到较好的处理,先利用直方图均衡化方法增强人脸的对比度,突出人眼的细节。

现有的部分人眼定位算法存在一些缺点,例如无法处理以下一些情况:

1) 测光或人脸转动的影响,测光源照射或者脸部转动时,左右脸区域的灰度梯度分布差异明显,简单的直方图均衡化操作并不能有效消除这种影响。

2) 眉毛、头发区域的干扰,扫描区域中头发占据太大面积,影响人眼阈值判定。

收稿日期: 2011-12-25

作者简介: 方超(1986-),男,福建福清人,硕士,主要研究方向压力计算机视觉,图像处理,人脸识别。

3) 镜框干扰。

为了应对测光, 脸部旋转等情况, 本文在文献^[5]的基础上, 对算法进行了改进。首先对人脸区域进行粗划分, 将人脸的左上角 1/4 区域选定为左眼扫描区, 右上角 1/4 区域选定为右眼扫描区。两个扫描区先单独进行阈值确定, 得到部分候选区域, 最后利用人眼的几何限制, 得到两个候选区域的最佳匹配对即认定为人眼位置。

算法流程图如图 1。

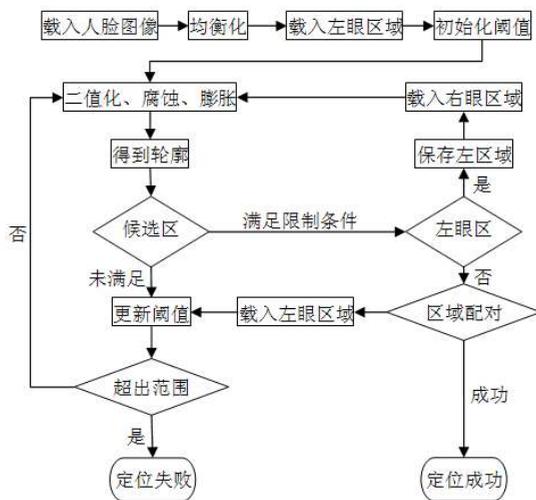


图 1 人眼定位算法流程图

具体改进算法如下:

- 1) 初始化阈值, 确定初始化比例 0.1, 阈值迭代步长为 0.05, 利用比例获取灰度值;
- 2) 使用当前阈值二值化区域图像, 进行腐蚀、膨胀操作, 得到低灰度区域轮廓;
- 3) 计算轮廓面积、位置、高度, 排除明显非人眼区域;
- 4) 没有可选区域, 修改阈值, 若阈值未超过设定最大值范围则返回 b);
- 5) 出现多个候选区域, 选取最靠近底部的区域。

对左右眼的扫描区分别执行以上算法, 计算左右选定区域的垂直距离, 满足设定的差距值则结束定位。否则继续加大阈值比重新执行 b) 至 e) 步骤知道阈值超出最大设定值。

算法处理过程如下图所示:



图 2 眼睛定位流程演示

1.2 人脸区域划分

确定双眼位置后, 还需要确定鼻子及嘴巴区域。选定双眼间的垂直区域做为扫描区, 采用灰度积分投影^[6]的方法确定鼻子的位置。由于左眼区域和右眼区域的处理阈值不同, 因此选择扫描区域的初始阈值为两个区域阈值的平均值。由于鼻孔以及嘴巴区域具有较低的灰度值, 因此, 迭代二值化最先查找到的轮廓应该是鼻子与嘴巴区域。

对扫描区沿着 y 轴方向进行灰度积分投影, 可以得到投影直方图, 图 3 所示。沿着扫描区的顶部往下查找第一个谷点 (选择适当的误差值用已排除毛刺等干扰)。则该处就是鼻孔位置的 y 坐标点。继续往下查找最大点位置, 该最大点位置即是嘴巴位置的 y 坐标点。确定两个 y 坐标点后, 需要进一步筛选, 排除掉一些错误的定位。

经过眼睛定位以及鼻子嘴巴的位置的确定, 可以进行人脸区域划分, 眼睛区域利用固定大小的模板裁取, 鼻子与嘴巴的宽度利用双眼之间的距离计算, 高度固定。

所有区域定位好之后, 再进一步进行裸脸的裁取。根据定位的双眼坐标, 先对头部倾斜较大的情况进行旋转变换, 转换回正面人脸。然后根据双眼宽度, 鼻子高度, 以及嘴巴高度进行最终人脸的截取。得到的最终人脸就可以很大程度上排除了背景, 头发等干扰。

本文的定位算法主要侧重于以下几点:



图3 鼻子嘴巴灰度积分投影图

- 1) 自然光照情况的定位,对于侧面光也能够有效进行定位。
- 2) 对图像的分辨率要求低,不需要采集图像有很高的分辨率,同时也提高了计算速度。

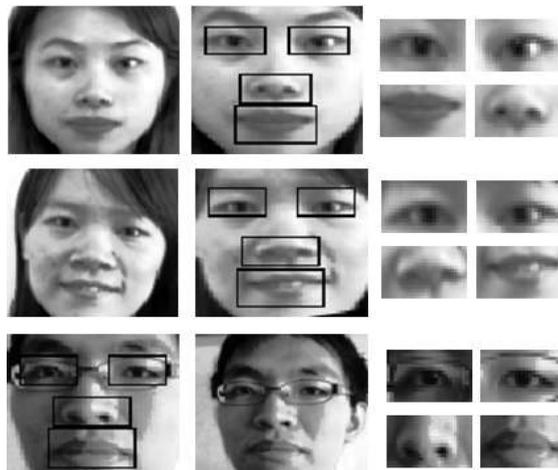


图4 人脸预处理结果

2 多区域特征提取

经过以上步骤进行人脸的预处理后,可以得到不同的人脸区域。输入的人脸一共分为五个区域,包括裸脸、左眼、右眼、鼻子,以及嘴巴^[7]。利用LBP对每个部分进行特征提取后计算LBP直方图,将LBP直方图当作该区域的特征,五个LBP直方图序列拼接后当作一幅人脸的特征值。

对于每个人脸的像素点,每个LBP值都描述了该点处的点,线,边缘等信息。而人脸识别中,面部纹理、各器官的位置等信息都对识别结果有很大影响。因此,本文先利用预处理的步骤获得人脸的不同区域。再利用LBP特征提取各个区域的特征,比普通的人脸矩形分块的方法更加具有直观意义。



图5 特征提取流程示意图

每幅人脸提取出直方图后,利用卡方距离^[8]来作为相似性度量。卡方距离定义如下:

$$\chi^2(h^1, h^2) = \sum_{i=1}^L \frac{(h_i^1 - h_i^2)^2}{h_i^1 + h_i^2} \tag{1}$$

其中 h^1, h^2 表示LBP直方图, L 为直方图的阶。加权卡方距离定义如下:

$$\chi^2(\mathfrak{R}^1, \mathfrak{R}^2) = \sum_{i=0}^{M-1} w_i \chi^2(H_i^1, H_i^2) \tag{2}$$

其中 $\mathfrak{R}^1, \mathfrak{R}^2$ 为两幅人脸的LBP直方图序列, H_i^1, H_i^2 分别为两幅人脸不同区域的LBP直方图, M 为区域个数。

3 实验结果

3.1 人眼定位实验

数据库采用CASIA-FaceV1(该实验所用的数据库由中国科学院自动化研究所收集),包括123个人的4624张人脸图片。其中,每个人的提供15幅图片的眼睛定位坐标,一共有1846个手动标定的双眼位置。每个人都包括各种表情变化,闭眼,光照等情况。采用本文的双眼定位算法定位出双眼位置,再转化为标定文件参考系坐标,统计眼睛定位误差结果,如图6所示。

定位算法得到的坐标为瞳孔位置,并认为在误差范围在10像素内的都属于正确定位。图6中,蓝点、红点分别表示左眼和右眼误差。统计结果中,在误差范围内的眼睛定位为1602张,定位准确率为86.83%。定位中出现部分错误定位,或者无法定位到情况,经过分析发现是闭眼情况下误识别到眉毛位置,或者人脸检测失败引起。因此本文的定位算法还需要进一步加入限制条件,以排除眉毛定位的干扰,而对于光照的影响,本文的算法能够有效的进行处理。

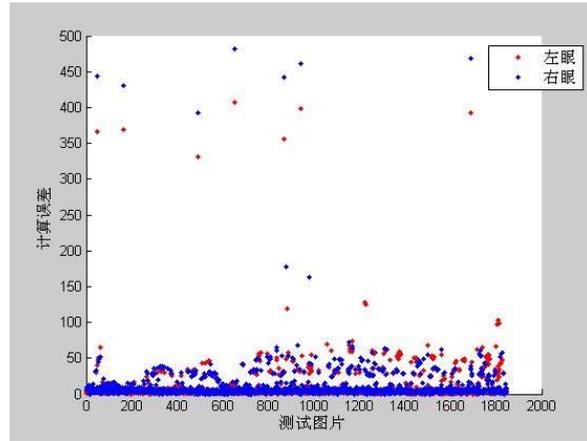


图6 CASIA-FaceV1定位误差统计

3.2 人脸识别实验

识别实验采用的是ESSEX数据库以及ORL数据库。比较区域划分算法与传统LBP算法累积识别率。ORL库40个人,每个人10张图片,提取每人前5张做训练集,后5张当测试集。经过算法预处理,训练集有效定位数据为169张。下图为区域划分匹配与裸脸匹配的识别率比较。ESSEX94数据库一共1421张训练图,1454张测试图。

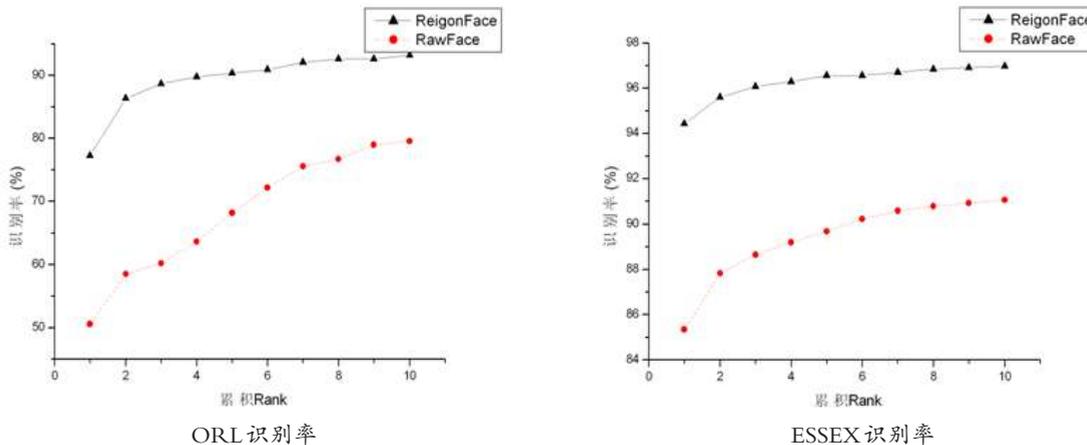


图7 实验识别率对比(左图为ORL人脸数据库实验结果,右图为ESSEX 94数据库实验结果)

在两个数据库的算法对比结果中,采用区域划分的识别算法识别率比裸脸的算法识别率有显著提升。同一个特征的情况下, Rank1都有20%左右的识别率提升。

4 结束语

对于实际环境中的人脸采集图像(手机拍摄,USB摄像头拍摄),本文提出的算法能够对左右光照不均衡,头发较多等脸部干扰的情况下进行瞳孔定位,对采集图像的精度要求不高,再采用灰度累积直方图方法,根据人脸的固定模式定位鼻尖与嘴巴位置,利用固定模式的约束条件来降低误差,减少运算量,最终进行有效的人脸区域划分。对区域划分后的人脸进行LBP特征的提取,与传统方法的LBP特征识别进行对比,划分后的识别率相比划分前有显著提高。实验结果也表明:本文采用的定位方法可以有效处理实际环境中的人脸区域划分,有助于后续的人脸识别步骤提高识别率。

参考文献:

- [1] 周凯.基于局部二值模式的人脸识别方法研究[D].湖南:中南大学,2009.
- [2] 杨万扣.人脸识别中的部分特征抽取技术研究[D].南京:南京理工大学,2009.
- [3] 林玉娥.特征提取方法研究及其在人脸识别中的应用[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2009.
- [4] He Xiao-fei, Niyogi. Locality preserving projections[C]. British Columbia, Canada, 2004.
- [5] 陶亮, 庄镇泉. 复杂背景下人眼自动定位[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003, 15(1): 38-42.
- [6] 顾华, 苏光大, 杜成. 人脸关键特征点的自动定位[J]. 光电子. 激光, 2004, 15(08): 975-979.
- [7] Xiang Yan, Su Guangda. Multi-parts and multi-feature fusion in face verification[C]. Alaska, USA: 2008 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2008: 1-6.
- [8] 杨非. 面向确认任务的人脸识别技术研究[D]. 沈阳: 中国科学院研究生院, 计算技术研究所, 2006.