

矿山井下人员人脸检测系统设计与实现

延秀娟

(西安科技大学, 陕西 西安 710054)

摘要:为了将人脸识别这一较新的技术应用到矿山身份验证过程中,首先构建了符合井下人员特点的人脸数据库。识别方法采用小波变换的方法,利用 Haar 特征,构建了基于权重的级联分类器,多级分类器每级之间通过 δ 规则调节权重,文中采用真实矿工图片作为样本进行训练,构造初始的分类器,将该方法应用于人脸与人眼识别,得到用于人脸与人眼检测的基于 XML 的分类特征文件,进行人脸、人眼识别,实验效果良好,有较高的人脸检出率。并完成了基于视频流与图像的人脸与人眼检测的原型系统。

关键词:人眼识别;人脸识别;小波变换;级联分类器

中图分类号:TP317.4

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)04-0145-04

Mine Workers Face Detection System Design and Implementation

YAN Xiu-juan

(Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: Apply the new technology human face recognizing to the identification authentication in the mine, constructs the human face database suitable to miners. Uses the method of wavelet transformation, uses the Haar characteristic, constructs the cascade sorter based on the weight, between multistage sorter each levels through Delta rule adjustment weight, and carries on the person face recognition. Uses the real miner photograph as the sample training structure sorter, it obtains the classified characteristic document based on the XML in the person face and the human eye examination, the experiment effect is good. Completed the person face and the human eye examination prototype system based on the video frequency and the image.

Key words: person eye identify; person face recognition; wavelet transformation; cascade sorter

0 引言

井下人员的考勤,目前有以下两种方式:一种方式是采用基于射频技术的 IC 卡考勤方式,另一种是人工考勤方式。但这两种考勤方式都有很明显的不足之处,第一种没有智能性,没有办法发现恶意旷工与冒名顶替。第二种较难排除人情因素对考勤结果的影响。虽然指纹识别身份技术已经很成熟,但指纹识别技术无法适应于矿山井下煤粉较大的复杂环境。而基于面部特征的身份识别技术即:基于面部特征识别的矿山井下人员身份验证技术,在众多方面有着广阔的应用前景,在多个行业领域内均有这样的需求。利用人脸面部特征进行身份验证技术相对于其他生物特征(指纹、声音、DNA 等)是最自然最直接的手段,所以,人脸识别技术成为目前所有已在使用的生物识别方法中应

用最广泛的技术之一^[1-3]。

计算机人脸识别(Face Recognition Technology)就是指利用计算机技术对人脸图像进行分析和处理,从图像信息中提取有效的识别信息,用于身份辨别的一种生物认证技术^[1]。这种技术很早以前就已经开始研究,最早从 19 世纪 70 年代初,由于受到当时各方面条件如:人工智能、计算机硬件、算法等方面的限制,人脸识别研究进展较为缓慢。直到 20 世纪 90 年代中期,由于信息技术的飞速发展,计算机人脸识别和其他生物特征识别技术相比较,其优势凸出,可接受性好,与人们日常识别习惯符合,而且相关的领域和技术如^[4]:计算机人工智能、神经网络、模式识别技术的成熟,人脸识别技术的崭新成果不断涌现,成为人们关注的新热点,使得人脸识别技术近几年得到飞速发展。

1 MUPHF 人脸数据库图像预处理

由于井下环境特点,井下人员的面部会带有较为严重黑色煤粉的遮蔽,而标准人脸数据库图片只有光线、表情、姿态不同的区别,没有符合这一特征的人脸库,本研究的人脸识别方法不能只采用标准人脸数据

收稿日期:2010-08-08;修回日期:2010-11-27

基金项目:陕西省教育科研重点计划项目(09JK148);西安科技大学培育基金项目(2009038)

作者简介:延秀娟(1976-),女,硕士,研究方向为人工智能、模式识别、图像处理。

库,所以首先要构建井下人员人脸数据库。

构建原则:按照统一标准,对原始图片进行了必要的预处理,为了识别方便,图片均处理成 Windows 标准图形格式:位图,图片高度均为 80 像素点,色彩模式:256 色,将所收集到的矿工图片汇集到一起,由于照片来源的不同,库中图片所含的是不同矿工、不同姿势、不同时间的照片,图片库中矿工图片均是人脸图片,人脸有各种不同面部表情、曝光程度、模糊、角度、姿态以及遮蔽等情况,共由 33 张矿工人脸图片组成井下人员人脸数据库,简称 MUPHF(见图 1)。



图 1 井下人员人脸数据库 MUPHF

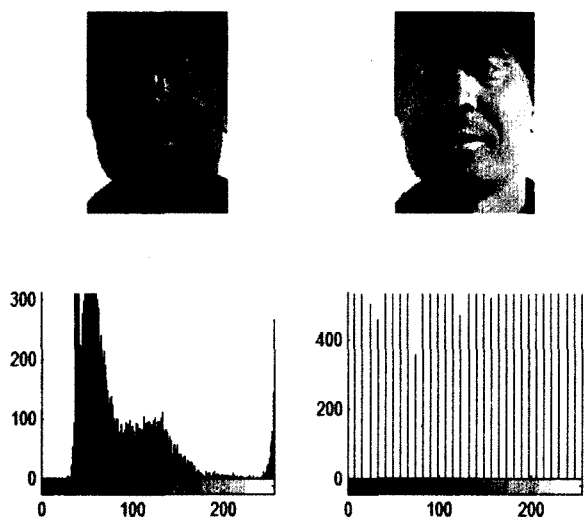


图 2 直方图修正后图片对比

由于库中图片姿态各异、光照条件各不相同,所以需要预处理。处理过程以 MUPHF 库中编号为 ID22. bmp 的图片作为例子说明图片色彩制式,由原来的真色彩变换到 256 色后,图片原有图形出现较为严重的失真,轮廓变得模糊,人脸特征不明显,经过阈值化以及直方图修正,再经过灰度窗口变换和削波等变换,逐步使 256 色图片中原来的模糊的特征信息转变得清晰起来,只是变换过程中产生了一些不是原来特征的伪轮廓,需要采用滤波和插值处理,可以消除处理过程中产生的大部分伪轮廓,使图像变得清晰、平滑,还要通过三次卷积法凸显各个人脸特征,使库中图片

处理成符合人脸识别要求的图像(见图 2),这一步是人脸检测与定位的基础工作之一^[5-7]。

2 矿山井下人员人脸识别

2.1 基于矿山井下人员人脸识别算法可行性分析

由于所在环境粉尘很大,井下人员人脸有较多煤粉污渍,基于本研究设计的 MUPHF 人脸数据库,使用常规人脸识别算法,本研究先后使用主成分分析方法、基于模板、基于几何特征以及 HMM 方法,除 ID39、ID40 这两张图片外,其他图片中所含人脸不能够被检测出。因此对这些方法对人脸图像中轮廓清晰度要求较高、特征表现较为明显,不适合本文研究环境采用。

接下来进行人脸识别算法可行性分析,第一种方法基于模板匹配的方法对图像的色彩信息要求较为苛刻,而且定位的计算量较大、准确率不高、稳定性较差,没有办法处理眼睛在不同尺度、光照、旋转、表情等方面的变化,不适合本文研究的环境需要;第二种方法 Hough 变换法对类似圆形的结构比较敏感,矿工下井都带有矿灯、安全帽等必备用具,他们都是圆形物, Hough 变换容易错误定位到这些物体上面,从而定位错误,在这种环境下算法准确率较低;第三种对称变换对人脸偏转的影响小,对姿态变化不敏感,只是对图像尺寸、人的远近比较敏感,虽然对光照变化识别效果具有的鲁棒性,但是仍然不适合井下人脸粉尘较大的特定环境,故不能采用^[8]。

小波分析支持模糊与不确定性问题,基于 Haar 特征的小波分析方法^[9,10],抗噪性比较好,可以从时域与频域共同分析图像特征,所以采用 Harr 特征的小波变换构造级联分类器进行人脸识别作为本研究的研究方法。

2.2 基于小波变换的矿山井下人员人脸识别

井下人员人脸识别是指在矿山井下条件下,输入设备获取实时的图像信息,图像信息特点是有严重煤炭粉尘遮蔽,在此条件下确定人脸(如果存在)的大小、位置等相关信息。井下人员人脸检测的图像可能包含人脸(光照不足、遮蔽严重),检测最终结果是确定图像中是否存在人脸,并确定图像中人脸的尺度、数目、位置等,用参数化描述的信息作为最终结果,为下一步的任务,确定人脸特征(眼、口、鼻、舌)并定位打好基础。

MUPHF 人脸库中图片已经经过预处理,由一张“黑脸”的井下人员图片处理成有模糊的特征轮廓的图片。在采用常用的检测人脸方法后,效果不理想,由于现常规的算法与图像本身灰度信息相关度很大, MUPHF 人脸库中图片面部有严重的煤粉遮蔽,基于色彩或模板的检测方法不能检测出图片中的人脸,所以

采用基于 Haar 特征的小波变换方法进行人脸与人眼的检测与定位。采用 Haar 特征, 利用 AdaBoost 算法^[7]构建分类器, 从训练样本中大量的 Haar 特征中, 挑选出具有代表性特征, 构建多个弱分类器, 将这些分类器级联构造强分类器; 为了加快训练速度, 分类器级联采用基于权重的方式, 通过类似神经网络的 δ 规则调节权重, 可以快速收敛。采用 MUPHF 人脸库中部分图片作为样本, 输入系统得出结果构造识别分类器, 用于人脸与人眼检测的分类器特征数据存储于 XML 的文件, 由此可以进行下一步的人脸检测识别准确率研究^[11-13]。

2.3 基于视频流的井下人员人脸识别

基于图片人脸识别原理进行推广即为基于视频流的井下人员人脸识别, 通过视频获取设备定期以毫秒级频率(一般是 100 毫秒的频率)进行视频截图, 将所截图片信息从内存中读出, 输入识别系统标注图片中人脸, 然后将结果输出给识别系统显示设备。在 VC++6.0 环境下, 将所截取视频信息处理后, 在 Image 控件中显示输出, 重复该过程, 不断刷新显示区域, 即为视频流人脸识别。文中视频流截取使用的技术是基于 Open CV 的编程框架, 因为 Open CV 是 Intel® 开源的计算机视觉库, 它具有非常强大的功能, Open CV 函数库的组成是由少量的 C++ 类和一系列 C 函数构成的, 包括计算机视觉和图像处理方面较为基础的通用算法。拥有一系列函数, 包括了 300 多个 C 函数, 跨平台的中、高层 API 等函数。通过使用 Open CV 的 highgui.lib、cv.lib、cvcam.lib、cxcore.lib 库, 可以直接启动系统输入设备, 读取系统视频流信息到内存进行处理, 以一定频率将处理过的信息传给前端显示设备。本研究采用方法对井下人员人脸检测水平已经接近实际应用所需的精度要求, 但是由于环境模拟等限制, 研究只能在实验室范围内进行, 欲达到工业应用精度, 需要在真实的井下环境, 实时地进行人脸检测, 这个将作为做进一步实践与研究的目标。

2.4 基于 XML 的级联分类器构造

为了便于特征描述, 将所生成的多级分类的多个 txt 生成一个基于 XML 文档的分类器文件。生成的分类文件较大, 有三级, 最多一级由 68 个弱分类器构成, 人脸分类器 XML 文件机构如下所示:

```
<? xml version="1.0" ? >
.....
<output1 type_id="opencv-haar-classifier"> //输出分类器特征
文件名
<size>80 80</size> //搜索区域设置
<stages>
<!-- stage 0 --> //顶层分类器
<trees> //构造分类树
```

```
<!-- root node --> //树的根
<feature>
<rects>
<_> 0 0 11 10 -1. </_> //得到用于分类的
特征向量
<_> 0 5 11 5 2. </_></rects>
<tilted>0</tilted></feature>
.....
<left_val>-1. </left_val>
<right_val>1. </right_val></_></_>
<_>
<!-- tree 1 --> //第一个子树
.....
<!-- tree 68 --> //第 68 个子树
2709550857544 </stage_threshold>
<parent>0</parent>
<next>-1 </next></_></stages></output1>
</opencv_storage>
.....
```

3 试验结果及分析

3.1 试验系统简介

1) 系统原型。

本研究通过图片形式, 给出基于不同分类器的试验结果, 并对结果进行分析, 实验证明本研究所用人脸分类器适合井下环境人脸识别(见图 3、4)。

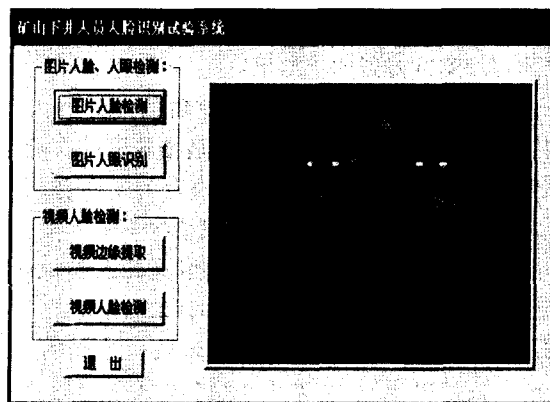


图3 图片人脸检测



图4 视频人脸检测

2) 实验结果。

实验结果见表 1、图 5。

表 1 人脸识别结果统计

试验结果	图片数目
发现一副人脸	22
发现两副人脸	8
发现多副人脸	3
没有发现人脸	0



图 5 图片人脸检测结果

3.2 试验分析

采用两种不同的分类器文件进行井下人员人脸检测进行测试,一种是 Open CV 自带的人脸识别特征文件(简称特征一),一种是本文采用 AdaBoost 算法训练得到的特征文件(简称特征二),通过对 MUPHF 人脸库中的图片测试得到如下结果:

1) 特征一发现不了有遮挡、模糊的图片的人脸,只能检测出简单背景下表情中性、清晰轮廓的人脸,误认率低,为 0%,人脸检出率低,大约为 27% 左右。

2) 特征二识别效果较好,一般情况下的人脸(23. bmp、27. bmp)完全能检测出,以下情况的人脸也能够发现:光照较强的(27. bmp)、模糊的(2. bmp、7. bmp)、表情复杂的(8. bmp、9. bmp、25. bmp)、有遮挡的(15. bmp),人脸检出率较高,大于 67%,误认率较低,小于 33%,表明特征二更加适合井下人员的人脸检测所需的特征要求。本文所用方法、原理训练得到的分类器较为适合井下人员人脸识别。

3.3 尚待解决问题

如果大规模的采用该方法,人脸识别精度需要提高至接近 99% 以上。到目前为止,使用较少的训练样本,样本数量只有 8 个,但识别精度仍然达到了 67% 的,进一步验证了文中所用方法具有较强的可扩展性和鲁棒性,唯一不足是样本数量比较少,要想达到具有实际应用价值可以工业化生产的分类器,需要扩充训练样本数目,经过大样本的训练与调试。

参考文献:

- [1] Addison P S. The Illustrated Wavelet Transform Handbook [M]. [s. l.]: Institute of Physics, 2002.
- [2] Daubechies I. Ten Lectures on Wavelets [M]. [s. l.]: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1992.
- [3] Wickerhauser M V. Adapted Wavelet Analysis From Theory to Software [M]. [s. l.]: A K Peters Ltd, 1994.
- [4] 王宪保. 基于仿生模式识别的人脸身份确认研究 [D]. 杭州: 浙江工业大学, 2003: 4-5.
- [5] 黄文宇, 龚建伟, 陆际联. 基于傅里叶变换移相测量的相位测量轮廓术 [J]. 北京理工大学学报, 2000(6): 715-719.
- [6] 周激流, 张 晔. 人脸识别理论研究进展 [J]. 计算机辅助设计与图形学报, 1999, 11: 180-184.
- [7] 卢春雨, 张长水, 闻 方, 等. 基于区域特征的快速人脸检测法 [J]. 清华大学学报(自然科学版), 1999, 39(1): 201-205.
- [8] 王守觉, 徐 健, 王宪保, 等. 基于仿生模式识别的多镜头人脸身份确认系统研究 [J]. 电子学报, 2003(1): 1-3.
- [9] 欧珊瑚, 王倩丽, 朱哲瑜. 数字图像处理技术与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 183-186.
- [10] 邢书宝, 薛惠锋, 延秀娟. 面状条纹结构光在三维人脸数据获取应用研究 [J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(1): 231-233.
- [11] 邢书宝, 薛惠锋, 吴慧欣. 电子商务环境下生物识别技术综述 [J]. 商场现代化, 2008(9): 146-147.
- [12] 梁路宏, 艾海舟. 基于多匹配的单人脸检测 [J]. 中国图像图形学报, 1999, 4(10): 823-830.
- [13] 王殊轶, 钱省三, 葛 斌, 等. 基于激光扫描的人脸软组织三维重建研究 [J]. 上海理工大学学报, 2008(1): 64-66.
- [7] Abdul-Rahman A, Hailes S. Supporting trust in virtual communities [C] // Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences. [s. l.]: [s. n.], 2000.
- [8] 王莉苹, 杨寿保. 网格环境中的一种信任模型 [J]. 计算机工程与应用, 2004(23): 50-53.
- [9] Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations [J]. International Journal on Supercomputer Applications, 2001, 15(3): 200-222.
- [10] 郭学理, 杨 慧, 何 鹏. 一种基于信任度的网格计算资源分配模型 [J]. 计算机应用研究, 2005(2): 93-95.
- [11] 李文娟, 王晓东. 几种网格信任模型的研究 [J]. 福州大学学报, 2006, 34(2): 189-193.
- [12] 张伟哲, 方滨兴, 胡铭曾, 等. 基于信任 QoS 增强的网格服务调度算法 [J]. 计算机学报, 2006, 29(7): 1157-1166.

(上接第 144 页)