

# 一种基于监控视频的有效的人脸识别方法

武琦,王夏黎,王博学,赵晓娜

(长安大学 信息工程学院 陕西 西安 710064)

**摘要:** 现如今的视频监控技术在交通和安全领域已经得到了广泛的应用,其中人脸识别在视频监控中是一个重要的研究内容。与静态图像相比,基于视频图像序列的人脸识别具有更大的灵活性。由于监控视频中的人处于移动状态,通过摄像头截取得到的人脸图像可能存在模糊、分辨率较低等情况。为了提高对监控视频中低分辨率人脸图像信息处理的准确率,首先通过超分辨率迭代重构方法将低分辨率图像重构为高分辨率图像,然后利用 Harr-Like 特征和 Adaboost 算法构造一些弱分类器实现对人脸的检测,最后通过主成分分析法进行数据降维完成人脸识别。利用校园内实际监控视频进行实验,实验结果证明用超分辨率迭代重构后的人脸图像进行识别的准确率明显优于直接进行 PCA 的传统方法。

**关键词:** 智能视频监控; 超分辨率重构; 人脸识别; Haar 特征; PCA 算法

中图分类号: TP301

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2018)12-0059-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2018.12.012

## An Effective Face Recognition Method Based on Surveillance Video

WU Qi, WANG Xia-li, WANG Bo-xue, ZHAO Xiao-na

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** Nowadays, video surveillance technology has been widely used in the field of traffic and safety, of which face recognition is an important research content. Compared with the static image, the face recognition based on the video image sequence has more flexibility. Because people in the monitoring video are in a moving state, the face image captured by the camera may exist fuzziness, low resolution and so on. In order to improve the accuracy of low-resolution face image information processing in surveillance video, we reconstruct low-resolution image into high-resolution image by super-resolution iterative reconstruction method firstly, then use the Harr-Like feature and Adaboost algorithm to construct some weak classifiers for face detection. Finally we carry on the data dimensionality reduction through principal component analysis for face recognition. The experiment on actual surveillance video in campus shows that the recognition accuracy of face images reconstructed by super-resolution iterative reconstruction is better than the traditional PCA method.

**Key words:** intelligent video surveillance; super resolution reconstruction; face recognition; Haar features; PCA

## 0 引言

人脸识别作为图像分析和图像理解最为活跃的一项应用,近年来在身份验证、刑侦破案、视频监控、机器人智能化和医学等方面得到了广泛的应用。人脸识别是融合了计算机视觉、视频图像序列处理与模式识别的一门技术,是利用计算机编程通过算法分析提取人脸特征信息从而进行身份鉴别的技术。人脸图像包含许多明显的特征信息,但是特征维度较为复杂,并且对于实际监控视频中获取的图像会受到光照、角度、远距离等因素的影响,导致识别精度不理想。因此,提高基于监控视频的人脸识别准确性极具研究价值。

目前多数的人脸识别算法有 Fisher 脸方法、特征

脸方法、CNN 和支持向量机等,这些方法中 PCA 算法具有统计最优的、实现方便、对正面图像识别率高等优点<sup>[1]</sup>。然而,在实际生活中监控视频的图像分辨率较低,人脸区域位置无法确定,其次人脸不同的角度和视频中模糊的图像信息,都使得人脸的区域难以准确定位,从而影响了识别的准确率。

因此,文中提出利用超分辨率迭代重构方法将监控视频中采集的低分辨率图像重构为可以提供更多细节信息的高分辨率图像,然后基于 Harr-Like 特征和 Adaboost 分类器对图像中的人脸做出准确检测和定位,最后利用经典的 PCA 对定位出的人脸图像进行识别,以提高识别的准确率。

收稿日期: 2018-01-02

修回日期: 2018-05-05

网络出版时间: 2018-06-29

基金项目: 国家自然科学基金(61473220); 中国博士后科学基金(2012M521729)

作者简介: 武琦(1994-),女,硕士研究生,研究方向为图像识别;王夏黎,博士,副教授,研究方向为图形图像处理与智能交通系统。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180629.1706.052.html>

## 1 超分辨率重构

图像的超分辨率重构技术是一种提高图像分辨率、改善图像质量的有效方法,其核心是通过低分辨率序列中的某一帧图像经过插值得到高分辨率图像的过程。低分辨率图像序列表示存在亚像素级位移的同一目标的信息,通常可以对进行运动估计后的低分辨率序列进行滤波,得到一个较理想的初始状态<sup>[2-3]</sup>。超分辨率迭代重构所得图像效果相对比较清晰,降低了边缘效应,很好地抑制了边缘模糊,较好地保留了图像的边缘细节信息<sup>[4-5]</sup>。

具体过程为:首先获取互有位移的  $N$  张 LR 图像,以其中一帧作为参考帧,进行插值放大,放大后作为  $\tilde{H}_1$  估计图像。然后对其余帧进行基于灰度的图像匹配,之后进行预滤波去噪,所得的上采样为  $\tilde{H}_2, \tilde{H}_3, \dots, \tilde{H}_n$ ,将  $\tilde{H}_2, \tilde{H}_3, \dots, \tilde{H}_n$  与  $\tilde{H}_1$  进行循环比较,得出误差更新当前  $\tilde{H}_1$  估计图像,设置循环迭代次数小于  $L$ ,最终得到高分辨率图像<sup>[6]</sup>。

原始图像如图 1 所示,重构得到的细节信息如图 2 所示。



图 1 原始图像

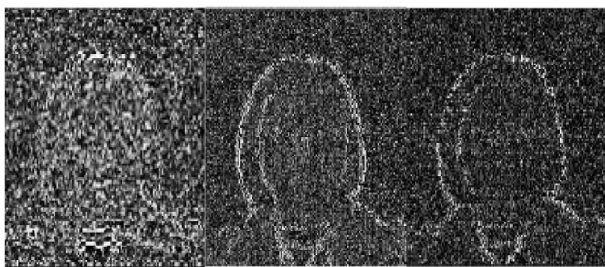


图 2 重构得到的细节信息

## 2 基于 Adaboost 算法的人脸检测

### 2.1 Haar 特征

Haar 特征是基础分类器的初始输入值,定义为图像中相邻区域像素和的差。Haar 特征由黑白的若干个矩形区域组成,可以反映人脸的灰度变化情况。例如脸部的一些特征能由矩形特征进行简单描述,如:眼睛和脸颊颜色深浅,鼻梁两侧和鼻梁颜色深浅,嘴巴和周围颜色深浅等<sup>[7]</sup>。最初的弱分类器是一个最基本的

Haar-Like 特征,计算图像的 Haar 特征主要采用“积分图像”的方法。主要思想是将图像从起点开始到各个点所形成的矩形区域像素之和作为一个数组的元素保存在内存中,只遍历一次图像就可以求出图像中所有区域像素和的快速算法,大大提高了图像特征值计算的效率<sup>[8]</sup>。

### 2.2 Adaboost 算法

Adaboost 算法的训练过程:对于每一个特征,Adaboost 算法都能产生一个弱分类器,在每一轮训练中,算法通过筛选弱分类器从而选择分类精度最高的特征作为实际弱分类器<sup>[9-10]</sup>。在下一轮训练中,根据每个样本分类准确率确定其权重,使得分类器能够纠正对错样本的误判。当训练完毕之后,对所有产生的弱分类器,根据其识别精度调整其权重,最终组成决策分类器<sup>[11]</sup>。图 3 是采用 Adaboost 算法检测出的人脸图像。



图 3 Adaboost 算法检测出的人脸图像

## 3 基于 PCA 的人脸识别

PCA 也就是主成分分析法,其基本思想是从多元事物中解析出主要影响因素,忽略掉影响因素不大的数据元素。计算主成分的目的是将高维数据投影到低维空间,同时在特征提取方面具有有效性,因此在人脸识别领域得到了广泛的应用<sup>[12]</sup>。

PCA 的目标是寻找  $R$  个新变量,使它们反映事物的主要特征,压缩原有数据矩阵的规模。每个新变量是原有变量的线性组合,体现原有变量的综合效果,具有一定的实际含义。这  $R$  个新变量称为“主成分”,它们可以在很大程度上反映原来  $N$  个变量的影响,并且这些新变量是互不相关的,也是正交的。通过主成分分析,压缩数据空间,将多元数据的特征在低维空间里直观地表示出来。实验利用 K-L 变换抽取人脸的主要成分,构成特征脸空间,识别时将测试图像投影到此空间得到一组投影系数,通过与各个人脸图像的比较

进行识别<sup>[13]</sup>。图 4 是通过 PCA 算法得到的人脸特征图。

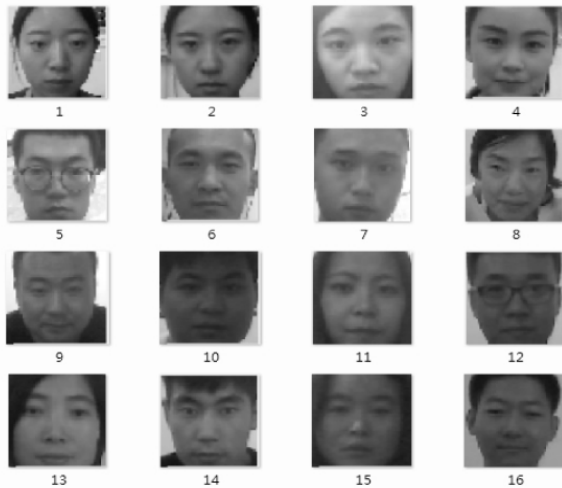


图 4 PCA 算法得到的人脸特征图

假设有  $M$  幅人脸图像组成集合  $X = [X_1, X_2, \dots, X_M] \in R_{N \times M}$ , 每幅人脸图像由  $N (K \times L)$  个像素组成 ( $K$  行,  $L$  列), 其样本集合为  $X_i$ 。从  $X$  的每列中减去所有样本的均值向量  $\theta$  得到  $A = [X_1 - \theta, X_2 - \theta, \dots, X_M - \theta] = [g_1, g_2, \dots, g_M]$ 。然后利用集合  $A$  求特征脸<sup>[14]</sup>。算法的具体步骤如下:

(1) 计算平均脸向量  $\theta = 1/M \sum_{i=1}^M X_i$ , 得出每张图像的均值脸  $g_i = X_i - \theta$ 。

(2) 求协方差  $C = 1/M \sum_{n=1}^M g_n g_n^T = AA^T$  的特征值和特征向量。

(3) 保留  $K$  个最大的特征向量组成特征子空间。

(4) 将样本投影到选取的特征子空间  $g = \sum_{i=1}^K w_i \mu_i (w_i = \mu_i g_i)$ 。

(5) 使用特征脸进行人脸识别。

#### 4 实验过程与结果分析

实验流程如图 5 所示。

实验采用 Windows7 平台运行, 处理器为 3.6 GHz Inter Core i7, 内存为 8 G, 编译环境为 VS2010。

如表 1 所示, 用超分辨率迭代重构后的图像进行 Adaboost 算法检测, 然后在检测出的人脸图像上采用 PCA 降维的方法识别, 准确率整体大于直接进行 PCA 的方法, 通过实验中的有效数据表明该方法的识别率基本保持在 90% ~ 95% 之间, 比直接 PCA 方法提高了 2% ~ 3%。但是在实验过程中识别的准确率受到了客观条件的影响。例如, 实验数据中不戴眼镜的人的识别率高于戴眼镜人的识别率, 因此还需要后期继续优化提高。

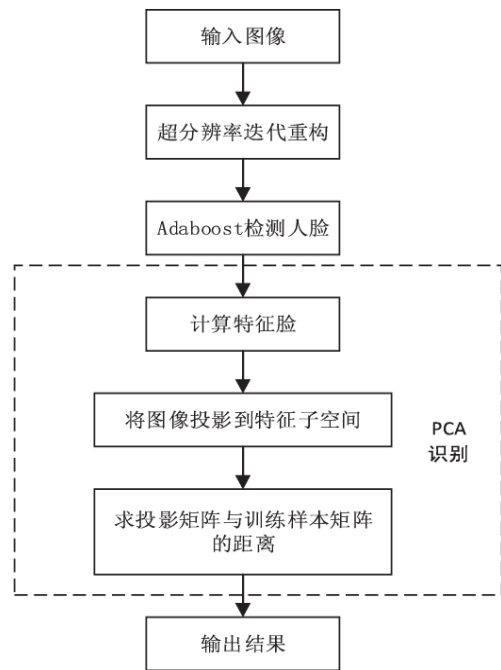


图 5 实验流程

表 1 PCA 识别与分辨率重构后的  
PCA 识别准确率对比

识别方法	$N = 5$	$N = 20$	$N = 50$	$N = 100$
直接 PCA 识别	79.75	92.32	93.65	91.16
低分辨率重构 + Adaboost 检测 + PCA	90.28	94.20	94.91	95.55

#### 5 结束语

实验通过监控视频的摄像头获取具有人脸信息的图像, 对图像进行迭代重构提高分辨率后, 使用 Harr-Like 特征表示人脸的特征数值, 然后采用 Adaboost 算法对图像中的人脸进行检测和定位, 判断该区域是否是人脸区域。最后利用 PCA 获取被主动定位出来的人脸图像的主成分特征, 通过数据降维, 实现人脸识别, 并显示出图像中人脸的信息。实验结果证明, 对重构之后的图像采用 Adaboost 算法和 PCA 完成人脸识别的准确率高直接于直接使用 PCA 的人脸识别方法, 同时有效解决了特征数量冗余的问题, 能满足实际应用中对准确率的要求, 在人脸识别中的应用前景广阔<sup>[15]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 刘艳丽, 赵跃龙. 人脸识别技术研究进展[J]. 计算机工程, 2005, 31(3): 10-11.
- [2] 洪功义, 姜昱明. 基于图像配准的 POCS 超分辨率图像重构[J]. 计算机仿真, 2004, 21(6): 145-147.
- [3] FREEMAN W T, JONES T R, PASZTOR E C. Example-based super-resolution[J]. IEEE Computer Graphics and

(下转第 66 页)

三种指标均较低,而实验图像展示也说明了这一点。因此,对于光滑曲线特征主导的图像特征点的提取,SIFT 算法比 Harris 算法具有更高的性能。

#### 4 结束语

针对图像特征点的提取,提出了一种指标评价法,采用特征点有效性、计算时效性、特征点相似不变性,并利用折线特征主导的图像和光滑曲线特征主导的图像进行实验,对 Harris 和 SIFT 算法提取特征点的情况进行了定量分析研究。结果表明,对于折线特征主导的图像,Harris 算法在提取特征点方面展示出了较好的适应性;而对于光滑曲线特征主导的图像,与 Harris 算法相比,SIFT 更好地提取到了足够数量的有效特征点。由于在研究过程中使用了常规单一性质图像及其图像变换,对于较复杂的不常见图像并未涉及,因此下一步工作将在更多复杂图像上研究该算法的适应性特点。

#### 参考文献:

- [1] 戴涛,朱长仁,胡树平.图像匹配技术综述[J].数字技术与应用,2012(3):174-175.
- [2] 胡页初,杨世明.图像匹配算法研究[J].仪器仪表用户,2009,16(2):16-17.
- [3] 邱建国,张建国,李凯.基于 Harris 与 SIFT 算法的图像匹配方法[J].测试技术学报,2009,23(3):271-274.
- [4] 王民,刘伟光.基于改进 SIFT 特征的双目图像匹配算法[J].计算机工程与应用,2013,49(2):203-206.
- [5] LOWE D G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints [J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60(2):91-110.
- [6] ZHANG Yu, ZHU Dan, WANG Yuliang. Improved fast feature matching method of SIFT [J]. Control and Automation Publication Group, 2008, 24(11):220-222.
- [7] 陈晓燕.基于 SIFT 算法在图像配准上的应用研究和实现[J].电子技术与软件工程,2016(5):102-103.
- [8] 唐雪娇.基于改进 SIFT 算法在图像匹配中的研究[D].大连:辽宁师范大学,2016.
- [9] HU Tao, ZHAO Yong. An novel location technology based on SIFT features matching [J]. International Journal for Light & Electron Optics, 2014, 125(14):3385-3388.
- [10] 吴鹏,徐洪玲,李雯霖等.基于区域检测的多尺度 Harris 角点检测算法[J].哈尔滨工程大学学报,2016,37(7):969-973.
- [11] 郭晨曦.基于 Harris 角点检测算法的图像拼接技术的研究与应用[D].西安:西安科技大学,2016.
- [12] ZHANG Qi, RUI Ting, FANG Husheng, et al. Particle filter object tracking based on Harris-SIFT feature matching [J]. Procedia Engineering, 2012, 29:924-929.
- [13] 张海燕,李元媛,储晨昀.基于图像分块的多尺度 Harris 角点检测方法[J].计算机应用,2011,31(2):356-357.
- [14] 陈白帆,蔡自兴.基于尺度空间理论的 Harris 角点检测[J].中南大学学报:自然科学版,2005,36(5):751-754.
- [15] ZENG Qi, LIU Liu, LI Jianxun. Image registration method based on improved Harris corner detector [J]. Chinese Optics Letters, 2010, 8(6):573-576.
- [16] (上接第 61 页)
- [17] Applications, 2002, 22(2):56-65.
- [18] 万雪芬,杨义,崔剑.图像超分辨率重建处理算法研究[J].激光与红外,2011,41(11):1278-1281.
- [19] 黄秋兰.遥感图像的超分辨率重建技术空域方法研究[D].北京:中国地质大学,2008.
- [20] YU Xiaohua, MORSE B S, SEDERBERG T W. Image reconstruction using data-dependent triangulation [J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2001, 21(3):62-68.
- [21] 胡迎春,张增芳,邓翔.人脸图像特征点眼睛的定位与提取[J].广西工学院学报,2003,14(1):35-39.
- [22] 肖红,南威治.基于肤色模型与人脸结构特征的人脸检测[J].科学技术与工程,2010,10(21):5179-5183.
- [23] 阮锦新,尹俊勋.基于人脸特征和 AdaBoost 算法的多姿态人脸检测[J].计算机应用,2010,30(4):967-970.
- [24] 沈丁成.基于在线 Boosting 算法的目标跟踪研究[D].天津:天津理工大学,2013.
- [25] GRABNER H, BISCHOF H. On-line boosting and vision [C]//IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. New York, NY, USA: IEEE, 2006: 260-267.
- [26] DAS S K, AKTER L. Analysis of statistical features for face recognition based on holistic approach [C]//International conference on electrical, computer and communication engineering. Cox's Bazar, Bangladesh: IEEE, 2017: 75-78.
- [27] HUANG Yuanyuan, LI Jianping, DUAN Guiduo, et al. Face recognition using illumination invariant features in contourlet domain [C]//2010 international conference on apperceiving computing and intelligence analysis proceeding. Chengdu, China: IEEE, 2010: 294-297.
- [28] 孙鑫,刘兵,刘本永.基于分块 PCA 的人脸识别[J].计算机工程与应用,2005,41(27):80-82.
- [29] 雷静.基于 OpenCV 的人脸跟踪识别系统研究[D].西安:西安电子科技大学,2010.