

张雅丽, 郑涛. 视频人像检验鉴定综合实验设计 [J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(7): 156–159. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.240724

视频人像检验鉴定综合实验设计

张雅丽, 郑涛

(中国人民公安大学 信息网络安全学院, 北京 100038)

摘要: 为了更好地讲授视频人像检验鉴定的原理和方法, 本文设计了视频人像检验鉴定综合实验系统, 实现了视频中人脸检测与定位、图像预处理、特征提取和人像比对。系统使用警视通软件的辅助功能对检材和样本进行多种方法的人像标注和检验鉴定, 学生可根据实验比对的结果对检材和样本中存在的多个相似点和差异点进行剖析, 从而完成人像检验鉴定的全过程。该综合实验系统的设计不仅有助于学生对人像检验鉴定相关原理的理解, 还可以提升学生的科研素养和实战能力, 激发学生对视频图像侦查技术的学习兴趣。

关键词: 图像预处理; 人脸检测; 检验鉴定; 人像检验; 综合实验

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)07-0156-04

Comprehensive experimental design of video portrait inspection and appraisal

ZHANG Yali, ZHENG Tao

(School of Information and Cyber Security, People's Public Security University of China, Beijing 100038, China)

Abstract: In order to better teach the principle and method of video portrait inspection and identification, this paper designs a comprehensive experimental system for video portrait inspection and identification, which realizes the detection and location of face image in video, image preprocessing, feature extraction and portrait comparison. The system uses the auxiliary function of police vision software to mark, inspect and identify the portrait of samples and samples in a variety of ways. According to the differences between the sample and the whole sample, we can complete the identification of multiple similar points. The design of the comprehensive experimental system can not only help students understand the relevant principles of portrait inspection and identification, but also improve students' scientific research literacy and practical ability, and stimulate students' interest in video image investigation technology.

Key words: image preprocessing; face detection; inspection and identification; portrait inspection; comprehensive experiment

0 引言

人工智能和大数据技术在公安实战中的应用日益广泛, 民警在侦查破案或调查取证工作中, 经常需要将大数据系统里的人脸图片与到案的嫌疑人人像, 或视频中出现的嫌疑人人像进行同一性鉴定, 以解决实战中遇到的各种问题^[1-2]。人像检验鉴定是视频图像检验的一个重要环节, 也是《视频图像侦查技术》课程的一个重要教学内容, 而单纯的理论教学无法让学生深入理解和掌握人像检验鉴定相关技术原理和实现方法。

因此, 本文设计了视频人像检验鉴定综合实验,

包括视频中人脸图像的检测与定位、人脸图像处理、特征提取和多种方法的检验鉴定等功能模块, 并利用警视通软件实现各项功能。该实验既可以使学生深入地理解人像检验鉴定原理和实现方法, 也可提升学生的科研素养和公安实战能力。

1 实验系统框架

为了让学生全面掌握人像检验鉴定的处理方法和流程, 实验系统以监控人脸卡口视频中提取的人脸图像为检材, 以真实拍摄的人脸图片为样本, 利用警视通人像鉴定等软件实现不同的模块功能。本文设计的实验系统可应用多种方法对检材和样本进行

基金项目: 中国人民公安大学 2023 年校级教学研究项目 (2023jxyj32)。

作者简介: 郑涛 (1974-), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 通信与信息系统。

通讯作者: 张雅丽 (1977-), 女, 硕士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 计算机视觉技术。Email: zhangyl_mail@163.com

收稿日期: 2023-05-17

人像标注,再利用多种比对方法进行人像检验,根据实验比对的结果对检材和样本中存在的多个相似点和差异点进行剖析,从而实现人像检验鉴定的全过程。人像检验鉴定过程如图 1 所示。

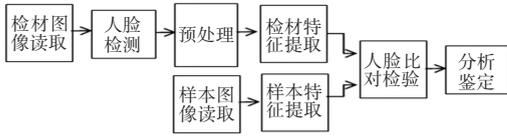


图 1 人像检验鉴定过程图

Fig. 1 Flow chart of portrait inspection and identification experiment

2 算法原理

人像检验鉴定的关键算法包括人脸检测、图像预处理、特征提取、人像比对和检验鉴定^[3]。首先,在视频资源中提取感兴趣的人像目标,并对其进行人脸检测、定位和图像的预处理;其次,通过警视通人像鉴定软件的辅助工具对人脸不同的区域进行标注和特征提取;最后,运用多种方法对关键特征进行比对分析,从而完成人像检验。

2.1 人脸检测

人脸检测是人像检验鉴定系统中的重要组成部分,主要是对系统读取的任意一幅图像进行搜索,以确定人脸图像的位置和大小,本文采用 MTCNN (Multi-Task Convolutional Neural Network) 算法实现对面脸的检测。首先,生成具有人脸目标区域的候选框;其次,对候选框进行过滤和更高精度的边框回归^[4]。为了检测输入的大小不同的人脸图像,本文先设置不同的系数对其进行缩放,然后再进行检测。

MTCNN 算法的网络结构分为建议层、精炼层和输出层,3 层网络在功能上具有递进的关系。建议层网络 (P-Net) 利用一个全卷积网络 (FNC) 提取图像特征并输出大量的候选窗口;精炼层网络 (R-Net) 主要是利用更加复杂的卷积神经网络将大部分不符标准的候选窗口过滤掉;输出层网络 (O-Net) 确定人脸窗口并标记人脸上的 5 个关键点,也将作为最终的神经网络输出^[5]。MTCNN 算法的网络复杂度与性能都远大于前两个网络,O-Net 网络结构如图 2 所示。

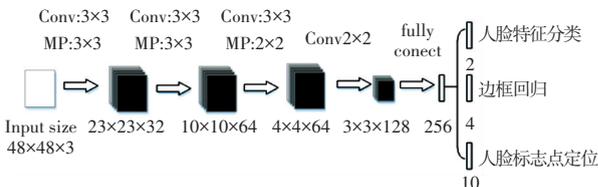


图 2 O-Net 网络结构图

Fig. 2 O-Net network structure diagram

2.2 人脸图像预处理

人脸图像会受周围环境因素的影响,导致图像无法直接进行有效的检验^[6-7]。因此本文在进行人像检验之前要对图像进行预处理,主要是通过亮度调整、几何校正、姿态调整和清晰化处理等方法使系统能更精准地提取到人脸图像特征。

图像的几何校正主要是通过旋转、翻转等方式将图像中不同位置、角度的人脸图像统一大小和朝向,实现检材和样本的面观归一化。通过警视通人像鉴定软件添加检材和样本,对检材或样本做归一化操作时,需要对照模板在检材或样本的外眼角处定位标注点。本文主要是通过多级九宫格方式为检材和样本挑选面观,可选择的面观模板超过 320 个,可对当前检材或样本图与模板面观图进行对齐预览。

2.3 基于 PCA 的人脸特征提取

在基于 PCA (Principal Component Analysis) 人脸特征提取时,首先把人脸库进行统一配置,选取每个人像的若干图片参与训练,最后通过 PCA 降维实现人脸特征提取。PCA 的降维过程如图 3 所示。

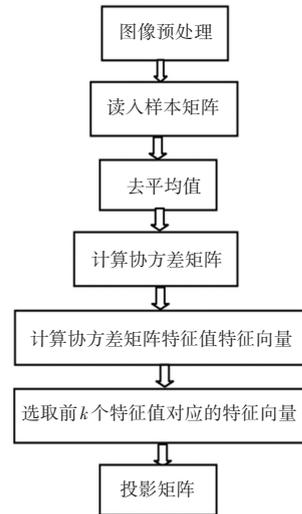


图 3 PCA 降维过程

Fig. 3 PCA dimensionality reduction process

本文使用的人脸库人脸图像原始尺寸为 480×640 ,统一重塑为 200×200 的像素照片,并将每列像素首尾衔接,形成 $1 \times 40\ 000$ 的行向量,将 200 张测试人脸照片的 $1 \times 40\ 000$ 行向量按行填充到 $200 \times 40\ 000$ 的矩阵中,得到训练样本矩阵 H 。对矩阵 H 的 200 行计算求均值,可得到训练样本的平均脸,公式 (1):

$$\varphi = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a H_i, a = 200 \quad (1)$$

将矩阵 H 每行减去 ϕ , 使训练样本零均值化, 公式(2):

$$D_i = H_i - \phi, i = 1, 2, \dots, a \quad (2)$$

求协方差矩阵, 公式(3):

$$\text{cov} = \frac{1}{a} D^T D \quad (3)$$

协方差矩阵的维数 $a^2 \times a^2$ 较高, 计算量较大, 采用SVD(Singular Value Decomposition)奇异值分解的方法来减小计算量, 利用 DD^T 的特征向量来求公式(3)中 cov 的特征向量。计算可得协方差矩阵 DD^T 的特征值 λ_i 和特征向量 v_i , 按特征值从大到小的顺序排列, 取前 k 个占比超过某一阈值的特征值 $\lambda_i (i = 1, 2, \dots, k)$, 前 k 个特征值对应的特征向量进行施密特正交化变换, 构成向量组, 公式(4):

$$L = \{v_1, v_2, \dots, v_k\} \quad (4)$$

计算协方差矩阵的正交归一化投影矩阵, 公式(5):

$$T = D^T \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} L_k \right) \quad (5)$$

将零均值训练样本矩阵向投影矩阵做投影, 得到训练样本的特征脸矩阵, 公式(6):

$$E = DT \quad (6)$$

同样, 零均值测试样本矩阵 C 做投影, 可得到测试样本的特征脸矩阵, 实现人脸特征提取:

$$F = CT \quad (7)$$

2.4 基于PCA的人脸图像比对

人脸图像在用PCA算法降维后可获得人脸特征, 利用特征之间欧氏距离可计算测试样本与训练样本之间的匹配度^[8]。设 x, y 是两幅维数为 $M \times N$ 的图像, 若分别将 x, y 的 $M \times N$ 个像素点按列展开, 则其在一个设定空间的表示如式(8), 式(9)所示:

$$x = (x^1, x^2, \dots, x^{kM+1}, \dots, x^{MN}) \quad (8)$$

$$y = (y^1, y^2, \dots, y^{kM+1}, \dots, y^{MN}) \quad (9)$$

其中, $k = 1, 2, \dots, N, x^{kM+1}, y^{kM+1}$ 分别为图像的第 $(1, k + 1)$ 个像素点。

两图像特征间的欧氏距离可表示为式(10):

$$d_E(x, y) = \left[\sum_{k=1}^{MN} (x^k - y^k)^2 \right]^{1/2} \quad (10)$$

相对于求得的训练、测试样本的特征脸矩阵, 二者间的距离矩阵为式(11):

$$d(E, F) = \left[\sum_{k=1}^{MN} (F^k - E^k)^2 \right]^{1/2} \quad (11)$$

其中, $MN = 40 \times 200$, 距离矩阵 $d(E, F)$ 的维度为 40×200 , 40 对应 40 张测试人脸特征, 200 对应

200 张训练人脸特征。距离矩阵第一行的 200 个数值为第一张测试人脸特征与 200 张训练人脸特征的欧氏距离值, 选取欧氏距离值最小值所对应的图像就是匹配到的人脸图像^[9-10]。

3 实验仿真

文本实验利用警视通人像鉴定系统创建卷宗、导入检材和样本, 选择面观后做归一化操作, 并应用多种标注方法对检材和样本分别进行人像标注, 通过分析比对实现对检材和样本的人像检验。对检验结果中出现的人像特征差异点或相似点进行统计、分析, 并解释可能的成因, 从而形成完整的人像检验鉴定报告。

3.1 人像标注实验

人像标注是实现人像检验鉴定分析的关键环节, 实验可根据人像的不同特征, 采用形态标注、测量标注、轮廓线标注、标志线标注等多种方法实现。

形态学标注, 系统可以文字+部件例图方式、图例热区方式两种方式实现, 人脸形态特征分为左侧面、右侧面和正面, 系统均有相对应的姿态模板, 其中人脸正面姿态形态特征项有 105 个, 侧面姿态特征项有 95 个, 系统提供每个部件的特征例图, 可应用箭头、圆、文字等图元对某一特征进行标记, 标注的特征项(序号、部件、特征、特征值)以表格形式显示, 其中特征值可手动修改。

测量标注, 本文实验系统可以对人脸的左侧面、右侧面和正面图像的关键点进行自动设置, 并可对所有关键点进行手动调整, 也可先按照特征部位筛选关键点, 再进行自动或手动地调整; 系统提供测量特征例图, 并在例图上显示当前关键点的位置, 自动计算包括距离、角度、指数特征等测量特征值。

轮廓线标注, 本文实验系统可以根据所挑选面观及其对应的廓线模板进行标注。人脸图像的轮廓线包括头穹窿曲线、颅后曲线、前额曲线、眉弓曲线、颧曲线、鼻背曲线、下颌曲线、颌前(颌前/颏隆凸)曲线和下颌角曲线。实验中对标注的每条轮廓线设置不同的数字序号和不同颜色。

标志线标注, 本文实验系统可以根据学生所挑选的面观显示所对应的人像标志线, 还可根据关键点的位置, 自动画出人像的标志线, 同时为每条标志线提供对应数字序号, 并以不同颜色对标志线进行明显的区分。

3.2 人像检验鉴定分析

利用警视通人像鉴定系统可对实验中所采集的

检材人脸图像和样本人脸图像特征进行比对,并提供整体分析、形态比对、生理点连线比对、轮廓线/标志线比对、重叠比对等^[11-12]。

整体分析,本文实验可实现图像属性信息、直方图信息分析,可实现单双窗口的图像分析和网格线显示分析。

形态比对,本文实验可以网格辅助的方式实现对特征项的比对,实现整幅人像比对或局部特征比对,比对结果是以表格方式显示,实验系统支持双窗口和四窗口格式显示。

生理点连线比对,实验中可开展连线比对的人脸生理点特征项大约有151个(包括面部63个、额头8个、颧骨7个、眉毛1个、眼睛10个、鼻13个、嘴13个、下巴8个、耳朵16个、人中3个、眉眼2个、头7个),其中指数特征为42个(包括面部5个、额头5个、颧骨2个、眼睛3个、鼻6个、嘴8个、下巴4个、耳朵6个、人中1个、头2个)^[13-14]。学生根据人像比对的细节需求按部件筛选实验系统所提供的特征项,所选定的特征项以表格的形式同步显示在窗口中,同时系统自动屏蔽掉没有被选中的特征项。

轮廓线/标志线比对,实验中可对检材与样本图像的轮廓线/标志线进行测量比对、计算差值,并以表格方式显示所比对的数据。系统对已标注的轮廓线和标志线自动生成数字编号,可对比特征项截图预览,并添加详细判断描述。

重叠比对,实验系统中提供了人像参考图进行对齐配准操作,并提供相应的参考点作为人像配准依据,操作过程中可实现人工拖动扫描和自动扫描的比对方式^[15]。实验系统支持三维人像实时显示查看,支持三维人像按任意设定角度投影为二维图像,支持任意角度的直线扫描、圆形扫描和橡皮擦的重叠比对方式。

人像检验实验系统提供生成报告向导,实验操作前可在系统中新建案例,并填写相关的案件信息;人像检验操作时所有比对的特征项可在特征表格中勾选并将添加在实验报告中,最终系统通过内置的报告模板和所选特征项的分析鉴定结果自动生成人像检验鉴定报告。

人像检验鉴定实验系统还内置了相关的国家或行业的检验标准,学生可选择所参考的相关检验标准名称,系统会自动将检验标准生成到报告的相应

位置,学生可在生成报告向导中自行查看。该实验系统所生成的完整检验报告内容将包括相关的鉴定标准、报告摘要、人像检验步骤、各种比对特征数据项和相关的分析说明,并最终辅助学生形成人像检验的鉴定意见。

4 结束语

人像检验鉴定分析是《视频图像侦查技术》课程的重要教学内容,本文通过警视通人像鉴定软件设计了多种人像标注和检验分析鉴定的方法,实验系统功能全面,实验过程清晰,结果直观。人像检验鉴定综合实验可以帮助学生很好地理解相关的技术原理和实现方法,同时也可培养学生对综合知识的运用能力和公安实战能力。

参考文献

- [1] 李欣,张琪.虹膜识别系统综合实验设计[J].实验技术与管理,2021,38(1):75-81.
- [2] 丁建伟,张琪.智能视频监控系统综合实验设计[J].实验技术与管理,2021,38(6):182-184.
- [3] WOO S, PARK J, LEE J Y, et al. CBAM: Convolutional block attention module[C]//Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV).IEEE,2018:3-19.
- [4] FU J, LIU J, TIAN H, et al. Dual attention network for scene segmentation[C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE,2019:3146-3154.
- [5] 岳也,王川龙.一种基于改进PCA和BP神经网络的人脸识别算法[J].太原师范学院学报(自然科学版),2021,20(1):49-54,68.
- [6] 袁旭,迟耀丹,吴博琦,等.基于PCA算法的人脸识别技术研究[J].信息技术与信息化,2021(3):34-37,41.
- [7] 徐雯雯.关于人脸识别技术的难点和劣势[J].电脑知识与技术,2019,15(25):233-234.
- [8] 令晓明,郭锐辛,刘光廷,等.基于PCA降维的多特征级联的行人检测研究[J].制造业自动化,2021,43(3):32-34,76.
- [9] 王武,成云飞.浅谈国际人脸识别技术研究及标准化工作进展[J].中国安防,2021(4):106-112.
- [10] 唐云龙,何麒,陈平.基于肤色特征的人脸检测方法研究[J].电脑知识与技术,2019,15(19):198-200.
- [11] 刘涛,陶代琴.封闭空间中视频人像比对检验鉴定1例[J].中国司法鉴定,2021(2):102-104.
- [12] 许磊,李志刚,黎智辉,等.人像检验鉴定探讨[J].刑事技术,2020,45(2):111-116.
- [13] 白瑞瑞,董磊.浅析人像同一性检验和人脸识别技术[J].电子世界,2019(8):207-208.
- [14] 闫河,王鹏,杨晓龙,等.一种新的AdaBoost人脸检测方法[J].重庆理工大学学报(自然科学),2019,33(2):106-110,161.
- [15] 孙世强,左海维,赵露婷.联合特征相似性度量和交并比的检测框优选研究[J].电脑知识与技术,2019,15(29):190-193.