



稳健人脸感知方法在人体测温系统中的应用

钱建军^{1,2,3}, 程曦¹, 闫梦凯¹, 高以成¹, 杨健^{1,2,3*}

1. 南京理工大学计算机科学与工程学院, 南京 210094

2. 高维信息智能感知与系统教育部重点实验, 南京 210094

3. 江苏省社会安全图像与视频理解重点实验室, 南京 210094

* 通信作者. E-mail: csjyang@njust.edu.cn

收稿日期: 2020-03-07; 修回日期: 2020-03-09; 接受日期: 2020-03-11; 网络出版日期: 2020-04-01

国家自然科学基金 (批准号: 61876083, U1713208) 资助项目

非接触式人体体温测量具有十分重要的应用价值. 目前, 非接触人体体温测量主要是使用红外电子体温枪等进行人工测量. 面向人群密集区域, 人工测量很难准确、快速地完成. 面对上述问题, 市场上也出现了一些基于红外热像仪的智能体温测量设备, 但是此类产品存在着如下问题: 第一, 仅使用红外相机来完成人体体温测量. 不足之处是会受到相机视野内噪声热点的影响, 从而导致测温精度不高. 所谓噪声热点是指手中香烟、手提高温物体或人体附近的照明灯等. 第二, 基于热红外相机和可见光相机的人体体温测量, 此类设备的优势是使用了人脸检测技术只针对人脸区域进行体温预测. 不足之处是使用的人脸检测技术不够稳健, 面对不同光照环境面部佩戴口罩的人脸检测准确率不高, 从而导致人体体温测量失败. 第三, 现有的智能体温监测设备无法直接对面部佩戴口罩的人员进行人脸识别, 需要被监测对象脱下口罩通过, 这样给疫情防控工作带来了很大风险.

针对上述问题, 我们基于团队在稳健人脸感知方面的工作积累, 设计了一款智能体温监测系统, 由一台红外热像仪 Fortic718 和一台高性能笔记本电脑组成, 如图 1 所示. 该系统可以快速、准确地定位人脸并播报出人体温度, 大幅度降低红外相机视野内其他高温物体导致的误警率. 目前, 该系统已在南京理工大学投入使用, 效果良好. 接下来, 本文将介绍人体体温监测系统涉及的三个关键技术: 复杂环境的人脸检测、遮挡的人脸识别和非可控环境下的体温监测.

在复杂环境的人脸检测方面, 体温监测系统使用的是团队在 2019 年 CVPR 上发表的双分支人脸检测器^[1], 该方法引入了一个特征增强模块来产生原始特征层的对偶层, 从而可以充分利用不同层的语义信息和同一层的上下文信息来增强特征的表达能力和鲁棒性. 针对原始特征层和对偶特征层, 该方法采用两组锚点框计算逐级锚点损失函数, 同时设计了一个可以更好利用原始特征语义信息和位置信息的小尺度锚点框辅助损失函数, 能够加快模型训练速度. 为了更好地初始化回归器, 该方法使用了一种新的数据增广算法和锚点框设计策略来改进锚点框匹配方法. 基于双分支人脸检测器可以保证体温监测系统在应对人脸面部佩戴口罩、眼镜等遮挡时依然可以较好地定位人脸. 但是, 由于红外相机分辨率不高且存在红外辐射噪声, 导致人脸检测精度在较远距离 (大于 3 m) 时会明显下降. 因此,

引用格式: 钱建军, 程曦, 闫梦凯, 等. 稳健人脸感知方法在人体测温系统中的应用. 中国科学: 信息科学, 2020, 50: 617–618, doi: 10.1360/SSI-2020-0047
Qian J J, Cheng X, Yan M K, et al. Robust face perception methods with applications to human body temperature measurement system (in Chinese). Sci Sin Inform, 2020, 50: 617–618, doi: 10.1360/SSI-2020-0047



图 1 (网络版彩图) PCA-Lab 智能体温监测系统

Figure 1 (Color online) The intelligent human temperature monitoring system of PCA-Lab

我们将同时配置一台可见光相机, 并将可见光相机与红外相机同步配准, 应用可见光相机检测远距离的人脸, 并在红外图像上确定相应区域.

在面对不同情况的人脸面部遮挡 (如围巾、墨镜和口罩等) 时, 很多现有的人脸识别门禁或闸机系统难以正常使用. 针对遮挡情况下的人脸识别问题, 近年来研究团队开展了一系列的工作. 我们首次使用核范数来刻画误差图像, 并提出了基于核范数的矩阵回归模型, 该模型在处理人脸图像中遮挡等结构噪声时可以得到较好的性能^[2]. 随之, 为了削弱噪声对奇异值的影响, 定义了矩阵奇异值的非凸函数为稳健的核范数, 并提出了基于稳健核范数矩阵回归的人脸识别方法^[3]. 为了刻画更多类型的噪声遮挡, 提出了基于非参贝叶斯理论的相关组回归方法, 该方法为自动地拟合噪声分布提供了新途径^[4]. 为进一步挖掘遮挡图像蕴含的丰富信息, 提出了基于图像局部梯度结构分解的稳健矩阵回归表示方法, 该方法可以较好地处理口罩、围巾和墨镜等伪装人脸图像的识别^[5]. 后期, 我们将把深度卷积神经网络对图像不同粒度特征表达的优势有效地融入稳健矩阵回归模型, 为智能体温监测系统对体温异常人员身份的识别提供技术保障.

在非可控环境下距离一致性体温监测方面, 直接使用红外热像仪获取的前额表皮温度并不能准确体现人体温度, 为此设计了基于多元线性回归的温度矫正模型, 将环境温度统计信息和红外相机获取的温度信息融入矫正模型, 从而估计人体温度. 为了保证同一个体在不同距离下测温的一致性, 通过借助深度估计算法推算待测目标和红外相机的距离, 从而构建相机红外辐射的衰减模型来提升系统测温的精度. 为了有效克服外界环境温度变化导致的误差, 利用神经网络对不同环境下的人体体温矫正参数进行建模, 并利用相机视野内待测目标和不变目标间局部温差的不变性来修正人体温度的测量结果.

参考文献

- 1 Li J, Wang Y, Wang C, et al. DSFD: dual shot face detector. In: IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019. 5060–5069
- 2 Yang J, Luo L, Qian J, et al. Nuclear norm based matrix regression with applications to face recognition with occlusion and illumination changes. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 2017, 39: 156–171
- 3 Xie J, Yang J, Qian J J, et al. Robust nuclear norm-based matrix regression with applications to robust face recognition. IEEE Trans Image Process, 2017, 26: 2286–2295
- 4 Luo L, Yang J, Zhang B, et al. Nonparametric Bayesian correlated group regression with applications to image classification. IEEE Trans Neural Netw Learn Syst, 2018, 29: 5330–5344
- 5 Qian J, Yang J, Xu Y, et al. Image decomposition based matrix regression with applications to robust face recognition. Pattern Recogn, 2020, 102: 107204