

文章编号: 2095-2163(2021)09-0196-04

中图分类号: TM732

文献标志码: A

基于 YOLOv5s 的人脸是否佩戴口罩检测

张路遥, 韩 华

(上海工程技术大学 电子电气工程学院, 上海 201620)

摘要: 为了抗击新冠肺炎, 加快复产复工的速度, 本文提出了一种判断人脸是否佩戴口罩的方法。该方法可以通过摄像头捕获人脸, 对人脸是否佩戴口罩进行检测, 及时提醒人们带好口罩。使用预处理好的9 800张图片作为数据集, 并对 YOLOv5s 算法进行离线训练, 生成最终的模型; 利用该模型对摄像头捕捉的画面进行分析, 检测人脸是否佩戴口罩。该算法在测试集上的精确率 (*precision*)、召回率 (*recall*) 和平均精度 (*mAP*) 分别为 78.1%、87% 和 53.5%, 高于 YOLOv3 和 YOLOv4 检测算法的检测结果。

关键词: 新冠肺炎; 口罩; YOLOv5s 算法

YOLOv5s-based detection of mask wearing

ZHANG Luyao, HAN Hua

(School of Electronic and Electrical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] In order to combat the COVID-19 and accelerate the speed of resuming production and work, this paper proposes a method for detecting mask wearing. The method can capture face through cameras, detect whether a mask is on the face or not and promptly remind people to wear a mask. The method uses 9 800 pre-processed pictures as a dataset, and trains YOLOv5s network offline to generate the final model. Finally, the proposed algorithm uses the trained model to analyze and further to judge the face whether a mask is on it or not. The precision (A)、recall (R) and average precision (mAP) of this algorithm on test dataset are 78.1%, 87% and 53.5%, respectively. These results are higher than those of YOLOv3 and YOLOv4 detection algorithms.

[Key words] COVID-19; mask; YOLOv5s algorithm

0 引言

截止 2020 年 12 月, 全球累计确诊新冠肺炎病例已经超过 8 000 万例, 累计死亡病例已经超过 180 万, 病例每天以更快的速度上涨^[1]。受疫情的影响, 绝大多数主要经济体受到了影响, 为了抵制病毒的传播, 同时加快复产复工的速度, 国家制定了相关的政策, 要求人们在公共场所必须佩戴口罩, 这一措施有效的降低了病毒的传播概率, 成为一个切实可行的举措^[2]。然而在公共场所中, 会遇到有些人有可能忘记佩戴口罩的问题, 在这种情况下一般是由安检人员进行提醒, 这不仅增加了人力成本, 也增加了人与人之间传播的概率。

在高铁、地铁等一般都会配备有人脸检测识别装置, 这些装置具有很高的人脸检测识别率, 然而其仅限于人脸的检测识别, 无法检测人脸是否佩戴口罩, 无法满足当前疫情下的现实需求。

在这种背景下, 为了能实时精确检测人脸是否佩戴口罩, 本文选择目前比较流行的 YOLOv5s 目标

检测算法作为本文的基础算法。本文从面部遮挡数据集 MAFA (A Dataset of MAsked FAcEs) 和人脸检测数据集 WIDER FACE 中随机抽取了 9 800 张人脸数据, 并使用 LabelImg 重新进行了标注和校对。训练出的模型不仅具有更高的精确度和召回率, 而且可以较为容易地部署到移动端设备中。

1 目标检测相关方法介绍

近年来, 计算机视觉在目标检测方面取得了很大的进展。其中, YOLO 系列算法作为目标检测领域的一个经典算法, 其思想是将检测任务转换成一个回归的问题, 利用整张图作为算法的输入, 直接在图像的多个位置上回归这个位置的目标框及目标的类别。凭借着出色的检测精度和速度, YOLO 系列算法在包括行人检测、缺陷检测、医学图像检测等多个领域得到了广泛的应用。

YOLO 系列目标检测算法是一个不断迭代的算法。随着技术的发展, YOLO 已经发展到了 YOLOv5。

作者简介: 张路遥 (1995-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 基于深度学习的目标检测与跟踪; 韩 华 (1983-), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向: 目标识别与跟踪、行人重识别、智能计算等。

通讯作者: 韩 华 Email: 2070967@mail.dhu.edu.cn

收稿日期: 2021-02-25

其中,比较出名的为 YOLOv3, YOLOv5。就大体的结构而言, YOLO 系列算法的网络结构都是由输入端、

Backbone、Neck 和 Prediction 4 个部分组成。YOLOv5 的网络结构如图 1 所示。

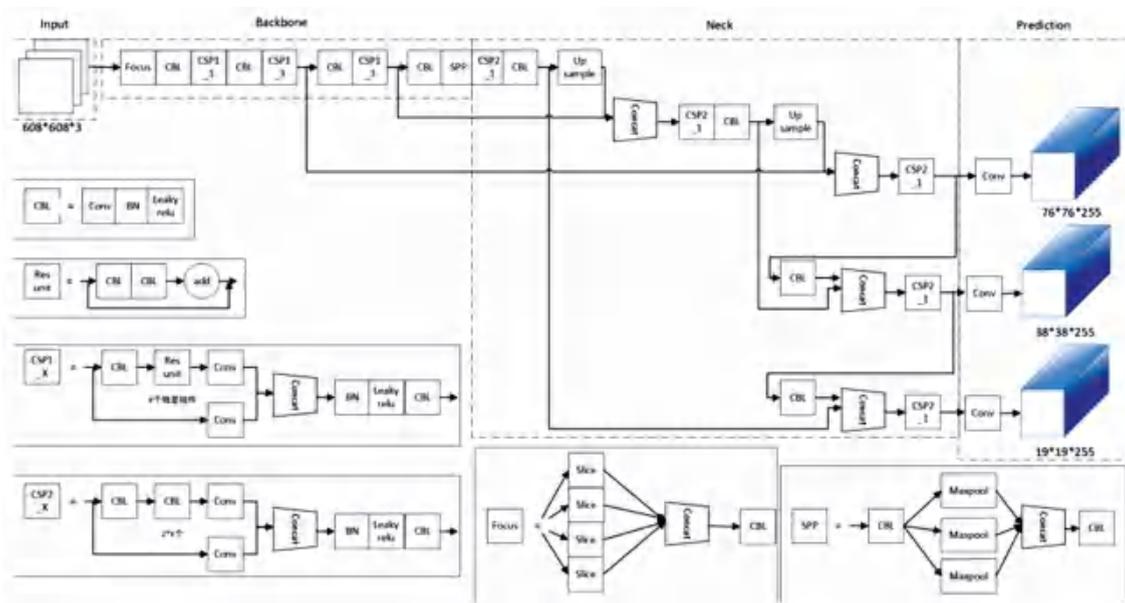


图 1 YOLOv5 网络结构图

Fig. 1 YOLOv5 structure diagram

相比较于 YOLOv3, YOLOv5 在网络结构的 4 个部分进行了创新:

检测算法的闸机为例,当 YOLOv5s 人脸口罩检测算法在镜头前检测出佩戴有口罩的行人后,会打开闸机使行人通过。当在镜头前检测出行人没有佩戴口罩后,不会打开闸机,重新进行检测直至该行人带好口罩为止。人脸佩戴口罩检测算法的闸机检测流程图如图 2 所示。

- (1) 输入端部分:使用 Mosaic 数据增强的方式,使用自适应锚框,自适应的图片缩放;
- (2) Backbone 部分:使用 Focus 结构和 CSP 结构;
- (3) Neck 部分:使用 FPN+PAN 结构;
- (4) Prediction 部分:采用 GIOU_Loss。

YOLOv5 系列一共可以分为 YOLOv5s、YOLOv5m、YOLOv5l 和 YOLOv5x 共 4 种网络。其中, YOLOv5s 的网络最小,精度相比较其它 3 个略差,但是其检测速度最高。其它 3 种网络是在 YOLOv5s 的基础上,不断的加深和加宽网络结构,精度依次上升,但检测速度略慢。由于本文要求的基础算法要有较高的检测速度,且有部署到移动或者嵌入式端的需求,故选用 YOLOv5s 目标检测模型。

2 人脸是否佩戴口罩检测

本文利用安装在检测设备上的摄像头采集的视频图像作为输入,并将其输入到本文训练好的 YOLOv5s 算法中进行人脸是否佩戴的检测。算法会在采集的视频图像上绘制出人脸或人脸口罩的边界框,并在边界框的上方输出是否佩戴口罩的检测结果。当显示佩戴口罩时会启动装置发出通过的命令,反之则发出不能通过的命令。以装有人脸佩戴

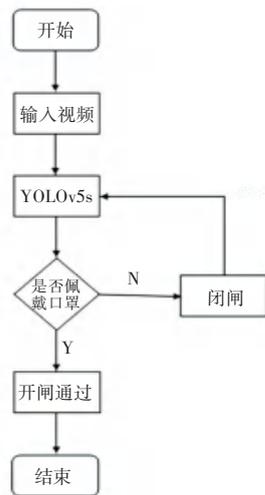


图 2 闸机检测流程图

Fig. 2 Gate check flow chart

2.1 数据集

本文从面部遮挡数据集 MAFA 和人脸检测数据集 WIDER Face 中抽取了 9 800 张图像作为模型的数据集。由于图片缺少适合 YOLO 算法的标注文

件,故本文使用 LabelImg 软件重新进行了标注,90%的图片用于模型训练,剩下 10%用于模型测试。使用 LabelImg 软件进行脸部标注示例如图 3 所示。



图 3 数据集标注示例图片

Fig. 3 Dataset annotation example image

2.2 模型

考虑算法需要比较快的检测速度,本文选用 YOLOv5 系列中的 YOLOv5s 作为人脸佩戴口罩检测的基础算法。另外,在训练阶段,对模型进行适当的微调来加快训练及收敛速度。

2.3 算法实验平台

本文的算法实验平台可分为硬件和软件两个部分。具体的硬件和软件配置见表 1。

表 1 硬件及软件配置

Tab. 1 Hardware and software configuration

软硬件名称	具体参数
处理器	Intel(R) Xeon(R) Silver 4110 CPU @ 2.10GHz
显卡	Nvidia Tesla P4 * 4
内存	64G
操作系统	Ubuntu 18.04
实验平台	PyTorch1.7、Python3.6、

2.4 实验参数设置

训练阶段参数设置:

本算法使用 9 800 张图片中的 90% 作为训练集,采用数据并行的方式进行训练,设置世代(epoch)数为 300,优化方法为随机梯度下降法(SGD),batch 的大小为 36,图片的大小为 1 024。

测试阶段参数设置:

本算法使用 9 800 张图片中的 10% 作为测试集。在测试阶段,加载训练好的权重文件,设置图片的大小为 1 024。

3 结果分析

为了验证训练出的 YOLOv5s 模型对人脸是否佩戴口罩检测的性能,本文在测试集上进行了总体的评估。

3.1 评价指标

依照目标检测领域常用的评价指标,使用精确

率(P),召回率(R)和平均精度均值(mAP)作为人脸是否佩戴口罩检测任务的评价指标。

精确率又被称为查准率,表示分类器分为正样本的样本中实际为正样本的比例,即分对样本的概率。精确率的计算公式(1)如下:

$$precision = \frac{t_p}{t_p + f_p} \quad (1)$$

其中, t_p 表示实际为正样本,且被分类器划分为正样本的数量, f_p 表示实际为负样本,但被分类器划分为负样本的数量。

召回率又被称为查全率,表示分类器分为正样本中实际为正样本的数量占全样本中正样本的比例。召回率的计算公式(2)如下:

$$recall = \frac{t_p}{t_p + f_n} \quad (2)$$

其中: f_n 表示实际为正样本,但被分类器分为负样本的数量。

平均精度均值是将每个类别的平均精度(AP)做算术平均值。该指标是对要检测目标的一个综合度量,常见的 mAP 有 $mAP@.5$ 和 $mAP@.5:.95$,表示当阈值设为 0.5 和 0.5 ~ 0.95 时的平均精度均值。 mAP 的计算公式(3)如下:

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AveP(i) \quad (3)$$

其中: N 为类别数, $AveP(i)$ 为第 i 类的平均精确率。

3.2 算法性能分析

为了量化本文使用的 YOLOv5 算法的性能表现,本文将 YOLOv5、YOLOv3 和 YOLOv4 检测算法在人脸是否佩戴口罩检测任务上的性能进行比较。3 个算法在同一个数据集上的检测性能比较结果见表 2。

表 2 3 个算法在数据集上的测试结果

Tab. 2 Three algorithm test results on the dataset

算法	precision/%	recall/%	mAP@.5/%
YOLOv5s	78.1	87	53.5
YOLOv4	76.2	85.4	51.2
YOLOv3	73.6	82.3	48.9

由表 2 可以看出,在同一个数据集进行训练和测试,本文使用的 YOLOv5s precision 为 78.1%,recall 为 87%,mAP@.5 为 53.5%,3 个指标均高于 YOLOv3 和 YOLOv4 检测算法。

3.3 结果展示

本文针对人脸是否佩戴口罩检测任务训练的 YOLOv5s 模型的推理结果如图 4 所示。在单人佩

戴口罩、单人未佩戴口罩、多人佩戴口罩、多人未佩戴口罩这几种情况下都具有良好的检测效果。



图4 多情况下口罩佩戴检测效果图

Fig. 4 Results of mask wearing detection in some situations

(上接第190页)

检测光照的强弱性的控制器主要存在于反馈控制系统中,能够通过比较检测量和给定量来计算控制量。为了确保遮阳板转动的角度适合,系统的控制变量主要是电机的转动时间,使遮阳板能以最快的速度转动。系统要确保在接近转动临界点的时刻尽快减速,且角度偏差要小,由此遮阳板才能平滑地转动。重新检测光照强度时,遮阳板的角度要以初始的位置为基础,计算电机的转动时间并且跟当前位置做比较,调整转动时间并弥补正向(反向)角度进行转动。

4 结束语

本文基于遮阳板国内外现有的相关研究和设计,结合机电一体化概念,改进传统遮阳板的工作模

(上接第195页)

测试,场景运行状态良好。该场景符合工控网络架构和系统规范,支持OPC统一架构,具有较好的伸缩性,部署维护便捷,适于开展工控网络安全测试和教学培训。

参考文献

- [1] 方滨兴,贾焰,李爱平,等. 网络空间靶场技术研究[J]. 信息安全学报,2016,1(3):1-9.
- [2] 刘若琳. 网络攻防虚拟场景构建技术的研究与实现[D]. 北京邮电大学,2019.
- [3] 黄慧萍,肖世德,孟祥印. SCADA系统信息安全测试床研究进展[J]. 计算机应用研究,2015,32(7):1926-1930.
- [4] SAUER F, NIEDERMAIER M, KIESLING S, et al. LICSTER - A Low-cost ICS Security Testbed for Education and Research[J]. arXiv: Cryptography and Security, 2019;1-12.

4 结束语

本文使用YOLOv5s检测算法作为人脸口罩佩戴检测的基础算法来完成检测人脸是否佩戴口罩的任务,应用在闸机设备上。当YOLOv5s检测出佩戴口罩的人脸,则允许通行。反之则不允许通行直至带好口罩为止。使用YOLOv5s训练好的模型的 $precision$ 为78.1%, $recall$ 为87%, mAP 为53.5%,均超过YOLOv3和YOLOv4目标检测算法,达到了任务的目标。

参考文献

- [1] 武洁雯,杨昕婷,纪瀚然,等. 2020年12月全球新型冠状病毒肺炎疫情风险评估[J/OL]. 疾病监测;2021;1-7.
- [2] COVID I. Modeling COVID-19 scenarios for the United States [J]. Nature medicine, 2021, 27(1): 94.

式,赋予其更多功能,提高了汽车遮阳板的实用性和行驶时的安全性。减少了交通事故发生率。

参考文献

- [1] 杨佳. 基于OpenCV的银行职员人脸识别研究与实现[D]. 重庆理工大学,2018.
- [2] 林妙真. 基于深度学习的人脸识别研究[D]. 大连:大连理工大学,2013.
- [3] 董兰芳,张军挺. 基于Faster R-CNN的人脸检测方法[J]. 计算机系统应用,2017(12):262-267.
- [4] 祝海龙,屈梁生,张海军. 基于小波变换和支持向量机的人脸检测系统[J]. 西安交通大学学报,2002,36(9):947-950.
- [5] 谭论正,张东辉,何成. 人脸表情识别[D]. 大连:大连理工大学,2006.
- [6] 童兵亮. 基于嘴部状态的疲劳驾驶和精神分散状态监测方法研究[D]. 吉林大学,2004.

- [5] ALVES T R, BURATTO M, FMD Souza, et al. OpenPLC: An open source alternative to automation [C]// 2014 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC). IEEE, 2014;585-589
- [6] Stefan-Helmut Leitner 著,马国华译. OPC统一架构[M]. 北京:机械工业出版社,2012;16-31.
- [7] GRAUBE M, HENSEL S, IATROU C, et al. Information models in OPC UA and their advantages and disadvantages [C]// IEEE International Conference on Emerging Technologies & Factory Automation. IEEE, 2018;1-8.
- [8] PAUL P, MATHEW L. Wymore, Doug Jacobson, and Daji Qiao. Design and Implementation of a Cyber Physical Testbed for Security Training [C/OL] //USENIX Workshop on Cyber Security Experimentation and Test.Santa Clara, 2019;1-8 (2019-8-12) [2021-5-25]. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/3359012.3359013>.