基于 YOLOv5 的医用防护服穿戴完整性检测

孔　宁[1,2,3]　胡晓轩[1,2,3]　杨山林[1,3]　张怡敏[1,2,3]　石粟萍[1,3]

（1. 上海申博信息系统工程有限公司　上海　200032）
（2. 上海船舶工艺研究所　上海　200032）
（3. 船舶智能制造国家工程研究中心　上海　200032）

【摘　要】随着近年来人工智能技术突飞猛进的发展，机器视觉中的目标检测技术被广泛应用。针对医务人员防护服穿戴完整性智能检测方式的不足，提出了一种基于深度学习算法的医用防护服穿戴完整性智能检测方法。通过数据集的归一化处理，使用 YOLOV5 算法进行神经网络训练，得到最优权重后部署于服务器，结合监控摄像头实现智能检测，达到检测的无人化、实时性、预警性，降低因穿戴暴露导致的感染。

【关键词】医用；防护服；YOLO；目标检测

Wear Integrity Detection Of Medical Protective Clothing Based On YOLOv5

Ning Kong[1,2,3]　Xiaoxuan Hu[1,2,3]　Shanlin Yang[1,3]　Yimin Zhang[1,2,3]　Suping Shi[1,3]

（1.Shanghai SHENBO Information System Engineering Co.Ltd,Shanghai,200032）
(2.Shanghai Shipbuilding Technology Reseach Institue,Shanghai,200032）
（3.National Engineering Research Center of Ship Intelligent Manufacturing,200032)

[Abstract]With the rapid development of artificial intelligence technology in recent years, object detection technology in machine vision has been widely used. Abstract: Aiming at the deficiency of the intelligent detection method of the wearing integrity of medical protective clothing, an intelligent detection method of the wearing integrity of medical protective clothing based on deep learning algorithm was proposed. Through normalized processing of data set, YOLOV5 algorithm is used for neural network training, and the optimal weight is obtained and then deployed to the server. Intelligent detection is realized in combination with surveillance cameras, so as to achieve the detection of humanization, real-time, early warning, and reduce the infection caused by wearing exposure.

[Key words]Medical; Protective Clothing; YOLO; Object Detection

1 引言

1.1 背景

根据于学智[1]等人对于医用一次性材料的研究，可知，临床应用中医务人员看重防护服对液体和固体颗粒物的阻隔能力，防护服对于在一线岗位上奋战的医务人员以及病患极为重要。谈士磊[3]提出了基于 YOLOv5 算法的口罩佩戴实时检测。管军霖[4]等人也运用 YOLOv4 算法论证了可满足大部分场合的口罩识别检测需求。

因此，在上述学者研究的基础上，通过人工智能的深度学习算法，利用视频监控实现对医务人员个人防护装备穿戴完整性智能检测，具有可行性，可以进一步提升实验室的安全，降低因管理缺失造成的风险。

1.2 目标

通过运用机器学习的方法研究个人防护服穿戴完整性的智能检测，初步建立起个人防护服穿戴完整性智能检测模型，通过大量样本的训练，得到一个识别精度较高的个人防护服穿戴完整性智能检测模型，将模型通过集成到服务端并在服务器上部署，通过与 P2+ 实验室的视频监控相连，实现视频实时识别。

2 YOLO 算法介绍

YOLO（You Only Look Once）是 Joseph Redmon 提出的一种具有高精度、高效率、高实时性的目标检测算法，已经得到广泛的应用，成为目前首选的目标检测算法。YOLO 算法在他手中经历了 YOLO、YOLOv2、YOLOv3 三个版本。在他退出研究之后，其他团队相继推出了 YOLOv4 以及 2020 年推出的 YOLOv5 版本。有学者根据三大公开数据集 VOC2007,VOC2012 和 COCO 对其系列算法进行了对比，结果如下：

YOLOv5 中在 Backbone 和 Neck 中使用了两种不同的 CSP。在 Backbone 中，使用带有残差结构的 CSP1_X，因为 Backbone 网络较深，残差结构的加入使得层和层之间进行反向传播时，梯度值得到增强，有效防止网络加深时所引起的梯度消失，得到的特征粒度更细。在 Neck 中使用 CSP2_X，相对于单纯的 CBL 将主干网络的输出分成了两个分支，后将其 concat，使网络对特征的融合能力得到加强，保留了更丰富的特征信息。YOLOv5s、YOLOv5m、YOLOv5l、YOLOv5x 按照其所含的残差结构的个数依次增多，网络的特征提取、融合能力不断加强，检测精度得到提高，但相应的时间花费也在增加。

3 YOLOv5 算法应用

表 1 YOLO 各版本优缺点

算法	优点	缺点
YOLO	图像划分为网格单元，模型检测速度快	对密集目标和小目标检测效果不佳
YOLOv2	使用聚类产生锚框，提高分类精度	使用预训练，迁移较难
YOLOv3	借鉴残差网络，实现多尺度检测	模型复杂，对中、大目标效果较差
YOLOv4	在检测精度与速度之间取得了权衡	精测精度有待提高
YOLOv5	模型尺寸小，部署成本低，灵活性高，检测速度快	性能有待提高

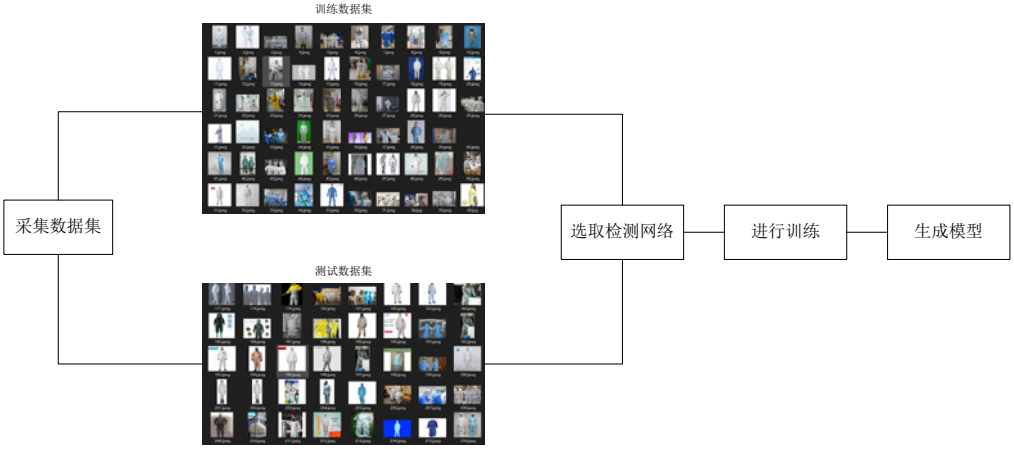

图 1 防护服穿戴完整性智能检测模型训练路线图

3.1 基本策略

医用防护服穿戴完整性检测所使用的数据集，分为训练数据集和测试数据集两大部分，这些图片中包括了这三大类型：未穿戴防护服、部分穿戴防护服和完整穿戴防护服，通过采集这些图片并经过分类和标注后，作为输入，用于神经网络的训练。

3.2 数据集处理

数据集主要来自于网络上图片，收集了近 7000 张防护服穿戴方面的图像，用于制作训练集和测试集，其中将类别用 undressed、dressed 进行划分，并用于图像的标注。其中 undressed 表示未完整穿戴医用防护服，dressed 表示完整穿戴医用防护服。通过标注工具对 7000 张图片逐一进行认真仔细的标注，将遇到的假人模特、真人模特、雨衣、未佩戴手套、未穿戴防护鞋套、未佩戴护目镜、防护面罩等都归为 undressed 类型。

通过标注工具对 7000 张图片逐一进行认真仔细的标注，将遇到的假人模特、真人模特、雨衣、未佩戴手套、未穿戴防护鞋套、未佩戴护目镜、防护面罩等都归为 undressed 类型，典型的 undressed 样本，如下图（图 3）所示：

将完整穿戴医用防护服的图像标记为 dressed 标签，并且在标记过程中，应遵循严谨的态度，讲背对着的人员也通过锚框进行框选标记，这样有利于后续

图 2 数据集处理

图 3 典型未完整穿戴医用防护服的样本

神经网络训练过程中模型精度的提升，典型的完整穿戴医用防护的样本，如下图（图 4）所示：

3.3 模型训练与环境

训练所使用的的环境是 Windows 10 系统，开发语言为 python 3.86，深度学习框架为 pytorch 1.9.0，使用的显卡为 Nvidia Geforce 3070 显卡。

图 4 典型完整穿戴医用防护服的样本

网络模型训练阶段，迭代批量设置大小为 128，衰减系数为 0. 000 5，总迭代次数为 300 次，初始学习率设置为 0. 001，当迭代次数分别达到 100 次和 250 次时，将学习率分别降低至 0. 0001 和 0. 00001。大约在 250 次迭代后，模型收敛。其平均精度均值（mAP）、召回率（recall）、损失函数（giou_loss）查准率（precision）。从图中可以看出，平均精度均值，即所有类别的平均精度求和除以数据集中所有类的平均精度的平均值，当模型迭代到 30 次时，平均精度均值接近于 1。召回率，即样本中的正确类别被预测正确的概率，如公式 1 所示，其中 TP 表示将正确类预测为正确类别数，FN 表示将正确类别预测为负类别数。在模型迭代到 20 次时，数值接近于 1。

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (1)$$

采用 giou_loss 作为损失函数，如公式 (2) 所示。在模型迭代到 250 次时，损失函数保持稳定，数值在 0.01 左右。

$$giou = iou - \frac{A^C - U}{A^C} \quad (2)$$

查准率，即预测数据集中预测正确正样本总数 / 实际正样本总数，如公式 (3) 所示，其中 FP 表示将负类别预测为正确类别数。在模型迭代到 250 次时，数值大于 0. 9。

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

模型经过 300 个 epoch 的迭代训练，mAP（平均精确度）及 precision（精确度）都近似达到 1，由此可知，模型训练的结果较为理想。

图 5 智能检测效果图

4 应用效果

选取了三类较为典型的应用场景，分别是医务人员单人，凑在一起以及有正面和背面的图像，通过识别，可以精准识别出每个人，没有出现漏检，且处于背对状态的人员也进行了识别，识别精度也平均达到了 0.9 以上，如下图（图 5）所示：

通过将训练 300 个 epoch 生成的权重文件进行部署，服务端与视频流进行集成，并根据下表中 5 种情况分别进行了 100 次，120 次，80 次，50 次，50 次模拟，共计 300 次识别模拟。结果未佩戴手套测试识别命中达 100 次，未穿戴防护鞋达 110 次，雨衣达 30 次，真人模特达 30 次，假人模特达 40 次，测试加权平均数 0.85，效果基本理想，尚有提高的空间，可进一步通过数据回流，进行持续训练。

表 3 实时视频检测应用情况

类别	未佩戴手套	未穿戴防护鞋	雨衣	真人模特	假人模特
命中数（次）/ 耗时 (s)	100 /0.151	110 /0.213	60 /0.196	30 /0.168	40 /0.157
实际数（次）	100	120	80	40	50

总结

为实现医用防护服穿戴完整性智能检测、提出了一种基于 YOLOv5 算法的深度学习医用防护穿戴完整性智能检测算法，应用 300 次的识别准确率虽然达到 85%，达到了基本识别能力，实时性方面也在 250 毫秒以内，可满足与视频监控集成需求，但识别准确度上仍需要利用数据回流等方式进行训练，将精度持续不断的提高，并且可以拓展出更多的未穿戴完整的样本集，将模型训练地更加完善。

参考文献：

[1] 于学智，贾艳梅，张月．基于 COVID-19 的医用一次性防护服综述 [J]. 染整技术 ,2021,(07) :6-14

[2] 樊睿钦，李丹．基于 YOLOV5Face 的口罩人脸检测 [J]. 电子制作，2021, (19):61-65

[3] 谈世磊，别雄波，卢功林，谈小虎．基于 YOLOv5 网络模型的人员口罩佩戴实时监测 [J]. 激光杂志 ,2021,42(02):147-150

[4] 管军霖，智鑫．基于 YOLOv4 卷积神经网络的口罩佩戴检测方法 [J]. 现代信息科技 ,2020,011(004):9-12

[5] 邹伯瀚，秦亚亭，苑晓兵，等．基于轻量级 CNN 的口罩人脸检测方法现状研究 [J]. 软件 ,2020, 041(008):186-188

基金项目：上海市科委科技创新行动计划项目（20511104700）