

# 基于 YOLOv2 的安全帽佩戴检测算法研究

陈宇峰 衡星

成都工业学院 自动化与电气工程学院

DOI: 10.12238/jpm.v4i3.5745

**[摘要]** 为实现工厂环境下的安全帽佩戴检测,本文提出基于 YOLOv2 的安全帽检测算法对人是否佩戴安全帽进行判断。本文在 YOLOv2 的预处理模型上,利用网络收集图片进行标注并训练,最终得到在实验基础上最优的训练权重,通过此 YOLOv2 网络模型,可以基本实现对安全帽规范佩戴检测。实验结果表明,本文所提出的基于 YOLOv2 的安全帽规范佩戴检测算法的识别精度达 92%,鲁棒性好,识别速度达 27fps。所提出的方法可为嵌入式设备上的安全帽检测工作的开展提供有效参考。

**[关键词]** 安全帽检测; YOLOv2; 深度学习; K210; 计算机视觉

**中图分类号:**           **文献标识码:** A

## Research on safety helmet wearing detection algorithm based on YOLOv2

Chen Yufeng,Heng Xing

(Chengdu Technological University, School of Automation and Electrical Engineering, Chengdu 611730, China)

**[Abstract]** In order to realize the safety helmet wearing detection in the factory environment, this paper proposes a safety helmet detection algorithm based on YOLOv2 to determine whether people wear safety helmets. In this paper, on the YOLOv2 preprocessing model, the network is used to collect pictures for labeling and training, and finally the optimal training weight is obtained on the basis of experiments, through this YOLOv2 network model, the safety helmet standard wearing detection can be basically realized. Experimental results show that the YOLOv2-based helmet specification wearing detection algorithm proposed in this paper has a recognition accuracy of 92%, good robustness, and a recognition speed of 27fps. The proposed method can provide an effective reference for the development of safety helmet detection on embedded devices.

**[Key words]** Hard hat detection; YOLOv2; deep learning; K210; Computer vision

### 引言

安全帽是电网,工厂等工作人员防护的重要装备。在进行日常维修,电网维护,房屋搭建的情况下,很多工作人员经常会因为松懈和不重视导致不规范甚至不佩戴安全帽,从而引起重大的安全事故。因此为了减小工厂中的安全隐患,加强对厂内工作人员规范佩戴安全帽的监督和管理是十分必要的。

对于监督佩戴安全帽,主要有传统的人工检查和计算机视觉检测两种方法<sup>[1]</sup>,传统的人工检查效率低且浪费人力资源;计算机视觉检测技术主要依靠深度学习算法对图像视频进行分析,与人工智能相结合可以高效处理监督任务,但实时检测的处理速度、环境光照,设备要求等各种干扰因素也会影响对佩戴安全帽的检测效果。

深度学习是上述被动场景中常用的主流的应用方法,需要依托成熟的目标检测模型同时实现定位和分类的任务需求<sup>[2]</sup>,

其中基于边框回归的一阶段检测模型框架 YOLO 系列对于多尺度背景下最常使用,综合考虑后发现 YOLOv2 不仅速度快,具有较好的模型识别精度和鲁棒性,而且其模型小,轻量化的特点,适合在装配在嵌入式小型设备上对工作人员进行安全帽检测。

综上,本文为实现安全帽规范佩戴的有效检测,提出了一种基于 YOLOv2 的安全帽规范佩戴检测算法,首先,使用 YOLOv2 预处理模型参数,将网络上搜集到的安全帽识别数据集进行标注,通过 YOLOv2 网络模型进行迭代训练,通过观察其损失函数曲线分析其性。得到性能较好的模型后,使用测试样本集对训练好的模型进行验证。确保能够实现对人是否戴安全帽的做出基本判断并进行快速分类后,再将训练好的模型进行转换,装配在小型嵌入式设备 K210 上,进行实物验证检测。

### 1 基于 YOLOv2 的安全帽检测算法

### 1.1 YOLOv2 网络模型

YOLOv2 的主干网络使用了 DarkNet-19, 借鉴于 GoogLeNet 的架构, 使用卷积层简化替代了 GoogLeNet 中的全连接层<sup>[3]</sup>。其网络结构图如下图 1 所示, 包括 19 个卷积层 Conv 和 5 个最大值池化层 MAX。

其中 CBL 为卷积块: 由 Conv, Batch Normalization, LeakyRelu 这三个网络层组成。卷积层主要对输入图像采用  $3 \times 3$  的卷积和  $1 \times 1$  的卷积,  $1 \times 1$  的卷积可以压缩特征图通道数以降低模型计算量和减少参数, 得到响应特征图。BN 层为批归一化层, 对所有的批处理数据求均值与方差, 之后像素值与均值求差之后除以方差进行规范化, 将整个 batch 数据进行归一化, 防止梯度爆炸和过拟合。Leaky Relu 是激活函数, 对特征图像素做非线性变换。

最大池化层实现特征图的降采样, 减小特征图规模。Route 是一个融合层, 它的作用是将浅层特征连接到深层特征图, 将信息进行叠加融合。Reorg 层是重排序层, 该层根据程序理解矩阵重组<sup>[4]</sup>。

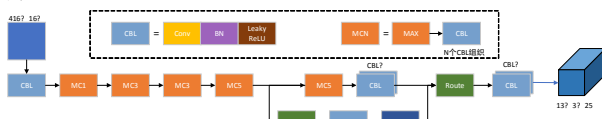


图 1 YOLOv2 网络结构

### 1.2 YOLOv2 算法原理

在 YOLOv2 中, 采用 k-means 聚类方法对训练集中的边界框做了聚类分析生成先验框, 自动选择先验预测框最佳的大小和数量, 训练时 YOLO 网络将从先验框中检测目标, 然后再对此先验框进行调整。在网络中输入一幅  $416 \times 416$  图像后, 将被分成  $13 \times 13$  个网格, 如果这个网格中存在检测目标的中心, 则这个网格就负责对这个目标进行预测。每个网格要预测 5 个先验框, 每个先验框要预测  $(x, y, w, h)$  和置信度一共 5 个值, 还有剩下 20 个类别概率。其中置信度反映的是当前预测框框中目标的概率以及预测框位置的准确程度, 公式如下:

$$Confidence = Pr(Object) \times IOU_{pred}^{truth} \#(1)$$

$IOU_{pred}^{truth}$  是预测框和目标真值框的交并比, 反映预测框和真值框的重合度。而每个网格的每个先验框都需要单独预测一套分类概率值, 分类概率公式如下:

$$Pr(Class_i|Object) \times Confidence = Pr(Class_i) \times IOU_{pred}^{truth} \#(2)$$

综上所述, YOLOv2 最终输出的是  $13 \times 13 \times 5 \times 25$  的多维向量, 即  $13 \times 13$  个网格中每个网格都对应包含 5 个先验框, 且单个先验框中包含 25 个参数, 即 4 个坐标, 1 个置信度和 20 个类别概率。

## 2 安全帽数据集构造

深度学习需要大量的数据集进行训练, 而且数据集的质量和数量对模型的泛化能力以及模型的性能影响很大, 于是本文针对电网工厂作业中工人安全帽检测的问题, 采用自制数据集

的方式进行。首先利用百度, 网络爬虫等工具搜集图片进行筛选, 选取目标清晰, 不同角度, 不同姿态以及不同光照环境下的对象, 最终得到了未佩戴安全帽的人像图片 269 张, 佩戴安全帽的人像图片 132 张。

通过使用数据集标注工具 LabelImg 对数据集进行标注和分类, 对于本文的模型构造, 将上述数据集中的图像打乱后进行画框标注, 将标注类别分为: Hat, No\_Hat, 即佩戴安全帽和未佩戴安全帽两类, 在手动标注完成后可以生成可供 YOLO 训练的训练集标签 XML 文件, 包括每张图片的标注框位置和种类。

## 3 实验过程及结果分析

实验采集数据集中含 269 张没有佩戴安全帽和 197 张佩戴安全帽的图片, 共 466 张, 标签后, 随机选取 334 张图片作为训练集用于训练, 82 张图片作为验证集用于验证模型可靠性和精度, 50 张图片用于测试集用于检测模型效果, 安全帽佩戴检测模型搭建过程如图 2 所示。

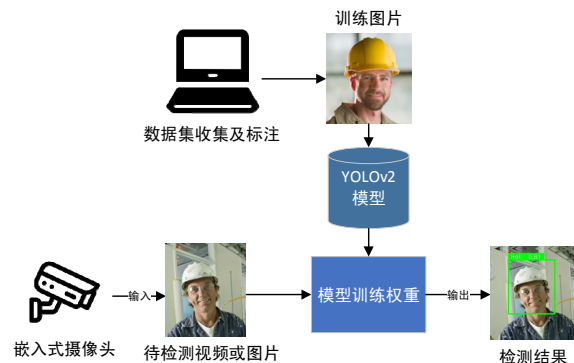


图 2 基于 YOLOv2 算法的安全帽佩戴检测模型搭建过程

### 3.1 模型训练

YOLOv2 训练网络部分参数如下表 1 所示, 训练之后所建立的网络模型可以通过 loss 曲线反映其建模的准确性<sup>[5]</sup>。train loss 曲线不断下降, test loss 曲线不断下降, 且收敛程度越好, 反应训练的效果越好, 网络仍在学习, 建模的效果越好。首先使用训练集进行 yolo 网络训练, 得到最终所建模型, 再用验证集进行验证其模型的准确程度。如下图 3 所示, 模型在 5 轮之前, train loss 曲线迅速下降, 10 轮后两曲线都开始趋于平稳, 损失函数收敛在 0.1 附近, 而且两者之间差距很小。分析可能是数据集较少的原因, 因此在 15 轮后两曲线均趋于不变, 分析训练过程 Loss 变化曲线可知已经达到目前数据集下训练的性能较好 YOLO 模型权重。

表 1 实验部分参数设定

参数名	参数值
actual_epoch	30
batch_size	8
learning_rate	0.0001
input_size	224

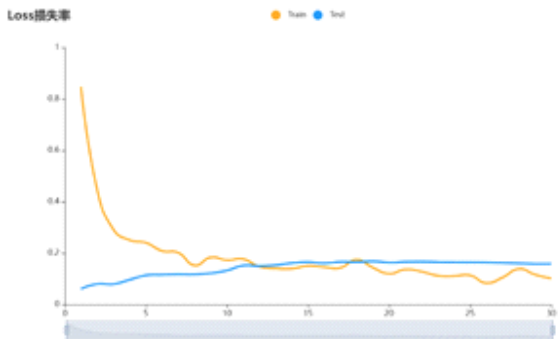


图3 模型训练 loss 曲线

### 3.2 模型测试

利用训练好后的 YOLOv2 模型对 50 张图片样本进行模型测试,若识别模型判断图片中的人佩戴安全帽则标注 Hat, 否则标注 No\_Hat。

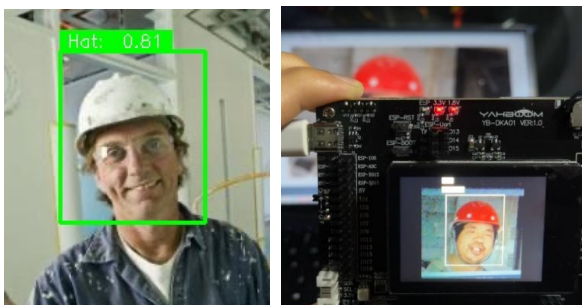


图4 模型测试结果

安全帽佩戴检测实验结果表明在 50 个测试数据集中能够正确识别并标注的数据样本由 46 个,其模型识别精度为 92%,对视频的识别速度可以达到 27fps,但本实验的方法对于多个目标检测识别度较低,还有局限性,因此存在误判的现象,由此可以看出该方法检测效果可以大致实现工厂中工作人员的安全帽佩戴的判断。

在 PC 端进行测试后,通过开源软件 nncase 将训练完后缀名为 tflite 的模型文件转换成 kmodel 文件,将标签信息等文件烧录进 K210 上,编写代码调用摄像头获取图片,将图片送入离线模型进行预测,最终效果如图 4 所示,在 K210 上可以

离线检测,并且可以基本达到实时检测的效果。

### 4 结束语

本文针对电网工厂中工人的安全帽的佩戴检测,提出一种基于 YOLOv2 的安全帽佩戴检测算法,通过 YOLOv2 模型实现工作人员是否佩戴安全帽的识别,将模型通过转换下载至嵌入式设备 K210 中,从而达到离线检测电网工厂中安全帽规范佩戴情况的效果。实验结果表明,所提出的方法的识别精度达 92%,鲁棒性较好,识别速率可以达到 27fps。本文所提出的安全帽佩戴检测的实现,为后续在嵌入式设备上继续提高安全帽佩戴的检测精度和速度的工作奠定了较好的基础。

### 【参考文献】

- [1]朱富云,戴相龙,傅靖,等.基于视频监控的变电站内安全帽检测算法研究[J].电网与清洁能源,2018,34(12):71-6.
  - [2]曹燕.基于深度学习的建筑工人安全帽检测方法研究[D].苏州科技大学,2021.
  - [3]方明,孙腾腾,邵桢.基于改进 YOLOv2 的快速安全帽佩戴情况检测[J].光学精密工程,2019,27(05):1196-205.
  - [4]王国鹏,王习东,王保昌,等.基于 YOLOv2 网络模型的手机镜片缺陷实时检测方法[J].自动化与信息工程,2021,42(05):28-32.
  - [5]张宝星,莫一夫,潘歧深,等.基于改进 YOLO-ResNet 混合神经网络的配网杆塔倾倒实时智能检测[J].南方电网技术,2022,16(08):133-41.
- 基金项目:四川省大学生创新训练项目(S202211116033)。
- 作者简介:陈宇峰(1991-),男,四川广元,硕士,实验师,主要计算机算法应用等领域的教学研究工作。  
衡星(2002-),男,四川宜宾,本科生。