

基于 YOLOv8 算法的卸船机抓斗姿态图像识别与应用

马驰¹ 郝俊伟² 李晓雷²

1. 京唐港首钢码头有限公司 河北省唐山市 063600

2. 北京汇力智能科技有限公司 北京市 100000

摘 要: 卸船机自动作业前景广阔, 但实时准确识别抓斗姿态是技术难题。本文提出基于 YOLOv8 算法的卸船机抓斗姿态图像识别方法。以 YOLOv8 为整体网络框架, 引入特征融合算法, 不同预测特征层融合对应大小物体特征层特征, 并采用 Gamma 数据增强策略, 提升抓斗检测精度与鲁棒性。同时, 提出基于深度可分离卷积和动态通道剪枝的轻量化检测架构, 优化计算资源利用, 利于在嵌入式平台高效部署。该设计使 YOLOv8 模型可对不同类型抓斗数据集进行特征提取与目标识别, 显著缩短训练和测试时间且识别准确率高。

关键词: 目标识别; 卸船机自动作业; 抓斗姿态; YOLOv8

1 引言

卸船机作为散货码头卸船的关键设备, 其电气控制和保护系统关乎设备安全高效运行。现代卸船机借助 PLC 与变频驱动技术实现抓斗精准控制, 并配备多种安全装置, 能提高卸船效率、控制粉尘污染^[1]。但当前卸船机多依赖人工操纵, 长期手动操作易使司机患职业病, 且人工难以持续精准监控关键参数, 存在抓斗磕碰或过载风险。

融合机器视觉与多传感器数据融合的卸船机自动作业系统成为研究热点, 它通过实时采集数据并结合算法实现抓斗姿态闭环控制, 能适应恶劣环境并具备故障自诊断功能, 而准确快速确定抓斗空间姿态是该系统的关键。

目标检测方法中, 传统目标识别方法计算量大、处理时间长、误报率高; 深度学习方法虽在复杂场景表现好, 但存在模型冗余、计算复杂度高的问题, 在工业检测任务中推理延迟大、部署困难, 还面临多尺度检测挑战, 精度随抓斗尺度变化而下降。

为解决这些问题, 本文提出面向工业场景的轻量化实时检测框架, 结合双向跨层金字塔特征融合网络、Gamma 数据增强策略及轻量化检测架构等创新技术, 有效提升目标检测性能, 为港口自动化系统提供了轻量化、高效的解决方案, 有助于推动卸船机自动化作业的发展。

2. 方法介绍

本文提出了一种轻量化且高效的抓斗姿态识别算法, 基于目标识别技术。具体来说, 本文设计了一个基于 YOLOv8

算法的卸船机抓斗姿态图像识别系统, 其系统框图如图 1 所示。首先, 收集高质量的抓斗 OC 数据集, 并利用 Labelimg 工具对图像进行人工标注。随后, 使用该高质量数据集对基于特征融合的 YOLOv8 模型进行训练^[2,3]。当损失函数曲线趋于稳定时, 及时停止训练, 避免模型由于学习不充分而欠拟合和由于陷入局部在最优值而过拟合, 从而实现良好的泛化能力。最后, 我们收集了卸船机抓斗图像数据作为测试集, 对图像中的卸船机抓斗信息进行识别, 以验证该方法的性能指标。

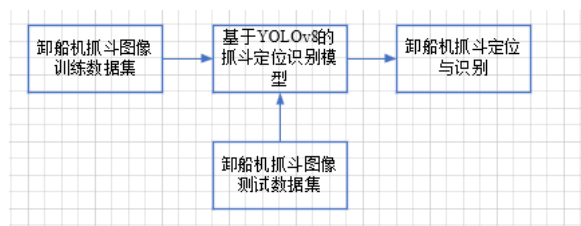


图 1 系统设计总览

3 实验与结果分析

3.1 实验设置

卸船机抓斗机器人执行抓取任务时, 需准确识别与定位抓斗, 这要求其能学习记忆抓斗不同姿态^[4,5]。本实验数据集源自多种型号卸船机抓斗图像, 涵盖不同型号与背景。抓斗姿态分抓斗张开和抓斗抓紧两种, 使用 Labelimg 工具标注, 分别标记为“Claw release”和“Claw clamping”, 之后按一定比例将标注图片随机划分为训练集、验证集和测试集。

3.2 实验结果

3.2.1 损失函数曲线

在本实验中, 将数据集输入网络模型进行训练。训练参数设定为: 学习率 0.01, 批量大小 8, 迭代次数 200。算法运行后, 获得损失值随迭代次数变化的曲线如图 2 所示。从图中可见, 训练集和验证集的损失曲线均有效收敛, 且最终趋近于 0。这表明, 该方法在 200 次迭代后已达到最佳效果, 验证了模型训练的有效性和稳定性。

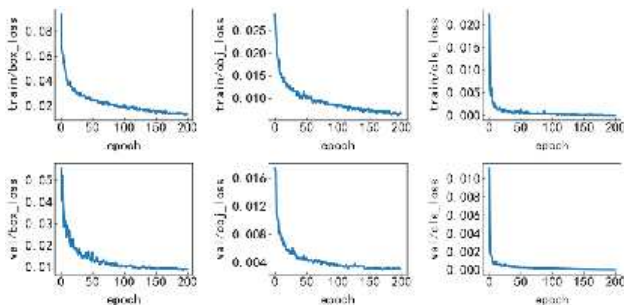


图 2 各项损失曲线

3.2.2 检测结果可视化

本文使用训练好的模型对测试集中的抓斗图片进行检测和识别, 结果如图 3 所示。图中, 红色框表示目标识别模型的识别边界框。该方法能够准确地标定不同姿态的抓斗, 并且具备较高的识别概率, 进一步验证了本文方法在工程应用中的良好效果和较高的实用价值。



(a)卸船机抓斗张开检测结果 (b) 卸船机抓斗夹紧检测结果
图 3 检测结果可视化

3.3 对比实验

为验证本文使用的特征融合的 YOLOv8 模型相比传统模型用于卸船机抓斗姿势检测的优势, 我们将其与 SSD300 和 Faster R-CNN 进行对比, 通过对比得到精度结果如图 4 所示, 模型权重的大小如图 5 所示, 其他参数如表 1 所示。通过图 4 可以看出: YOLOv8 模型在精度达到了 99.50%, 优于 SSD300 模型^[6]; 通过图 5 可以看出 YOLOv8 的最佳权重文件仅为 3.67MB, 这使得该模型更易于部署在嵌入式设备或移动设备等资源有限的平台上; 同时 YOLOv8 模型的参

数量最少, 推理计算量也最小。此外, 在预测速度方面, YOLOv8 的 FPS 值高于其他两种算法, 说明其推理速度最快, 能够在迅速识别目标 [7,8]。这表明 YOLOv8 在快推理速度的情况下实现了极为良好的精度。综上所述, 本文提出的基于特征融合的 YOLOv8 模型, 在卸船机抓斗姿势检测任务中, 凭借其轻量、高效且有效的特点, 尤其适用于目标较简单且要求高效性的场景。

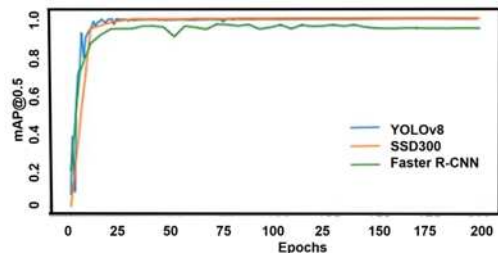


图 4 不同方法 mAP@0.5 曲线

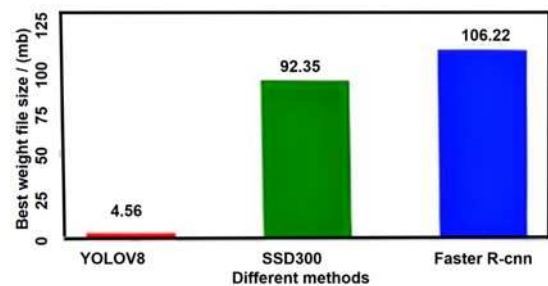


图 5 不同模型占用存储量大小对比

表 1 不同方法实验结果对比

目标检测方法	Params	GFLOPs	FPS
YOLOv8	1766623	4.2	9.85
SSD300	23745908	60.9	6.92
Faster R-CNN	136709509	369.7	1.06

4 结论

卸船机自动作业在工业领域前景广阔, 但实时准确识别抓斗姿态是技术难题。本文提出基于特征融合的 YOLOv8 模型用于卸船机抓斗姿势目标检测。此方法以 YOLOv8 模型为基础, 运用尺度特征融合技术开展检测。相较于传统检测方法, 它在简单目标检测中保持高精度的同时, 有效减少了模型参数量。经对卸船机抓斗姿势检测分析, 实验结果显示, 该方法检测准确率高、处理速度快, 且生成的权重文件体积小、硬件要求低, 具有较高的工程应用价值。

参考文献:

[1] 程成. 抓斗式卸船机电气控制系统研究与设计 [D]. 华东理工大学, 2012.

- [2] 张稳,李毅念,何瑞银,等.基于RSSRP YOLOv8的离体稻穗结实率检测方法研究[J/OL].南京农业大学学报,1-17[2025-05-23].
- [3] 杨奇维,宋蕾,代艳婷,等.基于改进YOLOv8算法的木材缺陷检测技术研究[J].林产工业,2025,62(04):33-40.
- [4] 于国庆,王启凡,张秀清,等.基于改进YOLOv8的定制化结构件点胶区域检测[J].信息化研究,2025,51(02):50-56.
- [5] 银宇,闵湘川,杨聪仁,等.基于YOLOv8的白钨矿石灰度图像识别优化算法[J/OL].中国有色金属学报,1-35[2025-05-23].
- [6] 吕健,刘洋宏,朱金连,等.基于YOLOv8和大语言模型的危险公示标签智能识别研究[J].无线互联科技,2025,22(07):18-21.
- [7] 冉险生,刘圣斌.基于改进的YOLOv8检测网络在无人机航拍图像识别中的应用[J].现代电子技术,2025,48(07):48-56.
- [8] 陆成浩,肖汉斌,于家硕.基于图像识别的散料三维信息研究与实现[J].起重运输机械,2019,(05):125-130