

基于改进的 YOLOv8 算法的二维码和条形码检测方法

黄 勇¹ 陈 明^{1,2}

HUANG Yong CHEN Ming

摘 要

基于改进的 YOLOv8 算法的二维码和条形码检测方法是一种高效的图像处理技术，旨在快速准确地识别和定位图像中的二维码和条形码。改进的 YOLOv8 是一种实时目标检测系统，有着快速、准确和高效的特点。首先，通过预处理图像来提高二维码和条形码的可识别性，例如调整对比度和亮度。接着，对处理过的图像进行分析，以便快速定位图像中的二维码和条形码。改进的 YOLOv8 算法的一个关键特点是其使用了深度学习技术，这使得算法能够在各种条件下有效地识别和检测目标，不仅能处理标准形状和尺寸的二维码和条形码，还能识别被部分遮挡或处于不利角度的码。此外，算法的实时处理能力使其非常适合需要快速响应的应用场景，如零售业的快速结账和物流行业的包裹跟踪。总的来说，基于改进的 YOLOv8 算法的二维码和条形码检测方法提供了一种高效、灵活且可靠的解决方案，适用于多种商业和工业应用。

关键词

改进的 YOLOv8 算法；二维码检测；条形码检测

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.03.047

0 引言

在现代社会，二维码和条形码已经成为重要的信息载体，它们在零售业、库存管理、物流跟踪以及广告和营销活动中发挥着至关重要的作用。这些编码系统不仅能够快速、准确地传递信息，还极大地提升了数据处理的效率和精度。然而，随着应用场景的不断复杂化，传统的二维码和条形码检测技术正面临着前所未有的挑战。这些挑战包括不同光照条件下的识别问题、编码的损坏或扭曲，以及在高动态范围环境中的有效检测等，这些问题都极大地限制了传统技术的效能和可靠性。

为应对这些挑战，本研究引入了改进的 YOLOv8 算法。YOLO (you only look once) 算法因其在目标检测领域展现出的高效率和准确性而受到广泛的认可。YOLOv8 在此基础上进行了进一步的优化，通过集成深度学习和人工智能技术，显著提升了算法的泛化能力和实时处理速度。此外，这种改进的算法还具有更强的自适应性，能够在不同的环境和条件下有效识别二维码和条形码。

本文所提出的改进的 YOLOv8 算法不仅能应对二维码和条形码在复杂环境下的识别难题，还能处理更加复杂的图像和多样的编码类型。这一改进显著提升了检测的准确率和效

率，特别是在光照不足或过强、码体部分损坏或存在干扰物的情况下。算法通过对大量不同情境下的条码图像进行学习，能够识别并适应各种变化，从而实现对二维码和条形码的高精度检测。

此外，改进的 YOLOv8 算法还特别优化了对小尺寸和高密度条码的识别能力。在零售业和物流行业中，这一点尤为重要，因为它们经常需要处理各种尺寸和复杂度的条码。通过精确识别这些小尺寸或复杂条码，该算法能够大幅提高工作效率和数据处理的准确性。

总而言之，本文提出的基于改进 YOLOv8 算法的二维码和条形码检测方法，为解决现有技术面临的局限性提供了一种创新性的解决方案。它不仅提高了在复杂环境中的识别效率和准确性，而且在提升处理速度的同时，也保持了较高的灵活性和适应性。这一创新对于那些需要高效准确条码识别的行业来说，将具有重大的实际应用价值。

1 基于传统的二维码和条形码检测方法

传统的二维码和条形码检测方法主要依赖于一系列基础但有效的图像处理技术。这些技术的核心是对图像进行预处理，以增强其中二维码和条形码的可见性。图像预处理通常包括调整对比度和亮度，这有助于使图像中的条码更加清晰。除此之外，还可能涉及去噪和图像锐化，以进一步提升图像质量和条码的识别度。

1. 三峡大学计算机与信息学院 湖北宜昌 443002

2. 湖北省水电工程智能视觉监测重点实验室 湖北宜昌 443002

接下来的步骤是使用边缘检测技术，如索贝尔或坎尼算子，这些技术通过识别图像中亮度变化显著的区域来检测二维码和条形码的边缘。边缘检测是一个关键步骤，因为它帮助确定条码的精确位置和大致轮廓。通过识别这些边缘，系统能够更准确地定位条码，为后续的处理打下基础。

随后进行的是形状识别，这一步骤是区分二维码和条形码的关键。由于这两种类型的码通常具有不同的几何形状（二维码通常是正方形，而条形码是长条形），因此，通过识别这些特定的形状，系统能够判断出扫描的是二维码还是条形码。

最后一步是使用适当的解码算法来解析图像中的条码。这个过程涉及将条码的图形表示转换为数字或文本信息。这一步骤需要精确性和高效性，因为正确的解码对于条码技术的实用性至关重要。

尽管这些传统方法在多年的应用中表现出了相对的有效性和稳定性，但它们在某些方面不如基于深度学习的现代方法灵活和准确。深度学习方法能够处理更复杂的图像情况，例如在低光照、高噪声或图像扭曲的情况下更准确地识别条码。此外，深度学习算法可以通过学习大量的数据样本来不断提高其识别准确率和效率。因此，尽管传统的图像处理技术在条码识别领域仍然占有一席之地，但随着深度学习技术的不断发展，这些传统方法可能会逐渐被更先进、更灵活的技术所替代。

2 基于改进 YOLOv8 算法的二维码和条形码检测方法

2.1 YOLOv8 算法介绍

YOLOv8 (you only look once version 8) 是一种先进的对象检测算法，代表着 YOLO 系列的最新进展。它以其前代 YOLO 版本为基础，采用革命性的方法将对象检测任务转化为一个单步回归问题，直接从输入图像中预测物体的类别和位置。YOLOv8 通过一个深度卷积神经网络实现这一过程，这个网络特别设计用于在单次传递过程中同时产生物体的边界框和类别概率。

结构上，YOLOv8 通常采用深层次的网络架构，这种架构能够有效地提取图像中的复杂特征。它利用多尺度特征表示来提高对不同大小物体的检测能力，这意味着无论物体大小如何，YOLOv8 都能以高准确率进行检测。网络中的每个卷积层都直接贡献于最终的检测任务，这种设计使得算法在保持高速度的同时，也显著提升了检测精度。

YOLOv8 的一个显著特点是其极高的处理速度，这使得它特别适合实时检测应用，如视频监控、自动驾驶以及无人机监测。这种速度优势来自其独特的网络架构和高效的计算路径，使得它能够在处理大量数据时保持高性能。

此外，YOLOv8 还包括了一系列重要的改进，这些改进共同提升了算法的整体性能。例如，它采用了更优化的锚点机制，这有助于更准确地定位和识别物体。同时，算法中的损失函数也经过调整，以进一步提高检测的准确性。对于小物体检测的增强是另一个重要的改进点，这使得 YOLOv8 在处理含有多个尺寸物体的复杂场景时更为高效。

YOLOv8 还在网络训练方面做出了创新。它使用大规模和多样化的数据集进行训练，确保模型能够泛化到各种不同的应用场景。此外，算法还采用了高级的数据增强技术和更复杂的优化策略，以提高模型在现实世界环境中的鲁棒性和准确性。

2.2 YOLOv8 改进算法介绍

在 YOLOv8 算法的 neck 阶段，提出了一种创新的多尺度分层特征图的自适应加权融合方法，这种方法不同于传统的 YOLOv8 算法中使用的低尺寸特征图上采样与高尺寸特征图 Concat 的连接方式。在本文的方法中，将简单的双线性上采样方法替换为更先进的 CARAFE (content-aware reassembly of features) 技术。CARAFE 是一种创新的学习式上采样方法，它通过学习采样因子来实现更精细的特征重组，从而有效地增强目标特征的表达。

这种自适应融合方法的核心在于它能够根据内容自动调整不同尺度特征图的贡献度。通过 CARAFE 的应用，本文的方法可以更有效地聚合多尺度信息，实现对目标特征的更优提取。这不仅增强了对小尺寸物体的检测能力，也提升了整体网络对于复杂场景中物体的识别精度。

此外，自适应加权融合策略还考虑到不同尺度特征图在目标检测中的重要性，从而能够为不同大小的物体提供更加丰富的语义信息。这种融合方式比传统的连接方式更加高效，因为它减少了冗余信息，同时保留了对最终检测结果至关重要的细节信息。

总的来说，这种多尺度分层特征图的自适应加权融合方法为 YOLOv8 算法带来了显著的改进，它通过更加智能和高效的方式处理多尺度信息，增强了算法的泛化能力和对各种尺寸物体的检测性能，从而使 YOLOv8 在复杂的实时检测任务中表现得更加出色。

3 实验过程分析及结果

3.1 实验过程分析

YOLOv8s 在 MS COCO 数据集上复现得到的指标图，如图 1 所示，可以看到，算法在训练过程的损失一直在下降且能收敛到一个较小的值。在目标检测任务中，主要关注 mAP0.5 以及 mAP0.5:0.95 指标。mAP0.5 指标是指在目标边框交并比阈值为 0.5 的条件下所有类别的平均精度，

mAP0.5:0.95 指标是指在目标边框交并比阈值在 0.5、0.55、0.6、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9 以及 0.95 这十个条件下所有类别的平均精度，mAP0.5 与 mAP0.5:0.95 指标越高表明检测性能越强。从图 1 可以看到，YOLOv8s 在 mAP0.5 指标上为 57.4%，在 mAP0.5:0.95 指标为 41.3%。相较于其他方法如 YOLOv5、YOLOv6、YOLOv7，YOLOv8 在只要训练 100 轮的情况下，其模型相较于上述这些方法（同等参数量）都有不错的性能提升，且保持一个相对较快的检测速度。

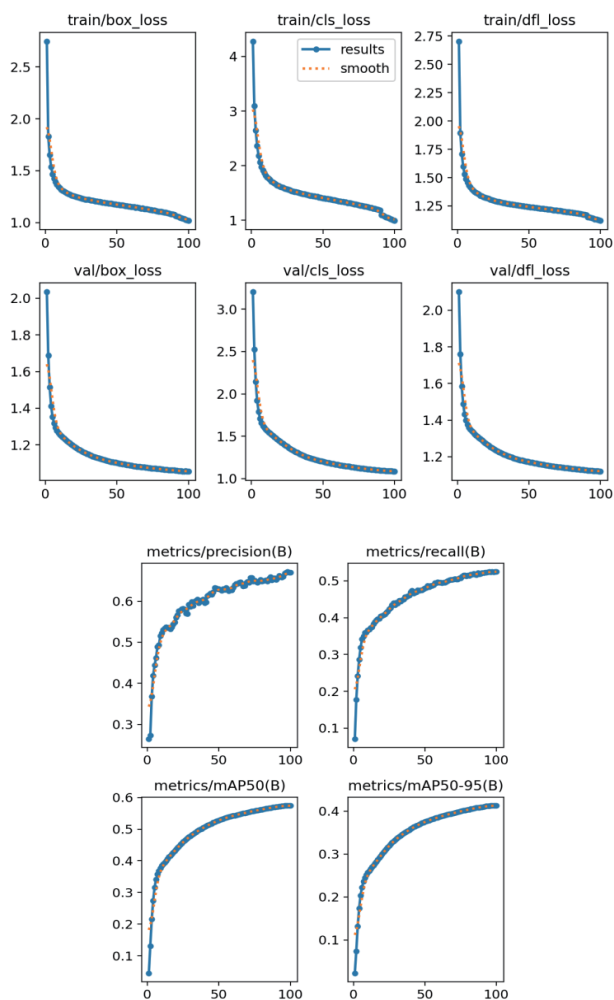


图 1 YOLOv8s 在 MS COCO 数据集上 mAP0.5 与 mAP0.5:0.95 指标图

本文提出的改进模型（与 YOLOv8s 有着相当的参数量）在 MS COCO 数据集上 mAP0.5 与 mAP0.5:0.95 指标图，如图 2 所示，可以看到，YOLOv8s 的 mAP0.5:0.95 指标为 41.3%，本文方法达到 43.1%，整体提升了 1.8%。这部分性能提升的主要原因是在特征融合阶段，本文使用 CARAFE 算法替换原有的上采样方法，促使特征图在尺寸放大时不会丢失重要的目标语义信息。此外，多尺寸特征图融合的方式被采取使得增强后的特征不仅包含原有的目标信息，同时涵盖细粒度的全局目标特征。

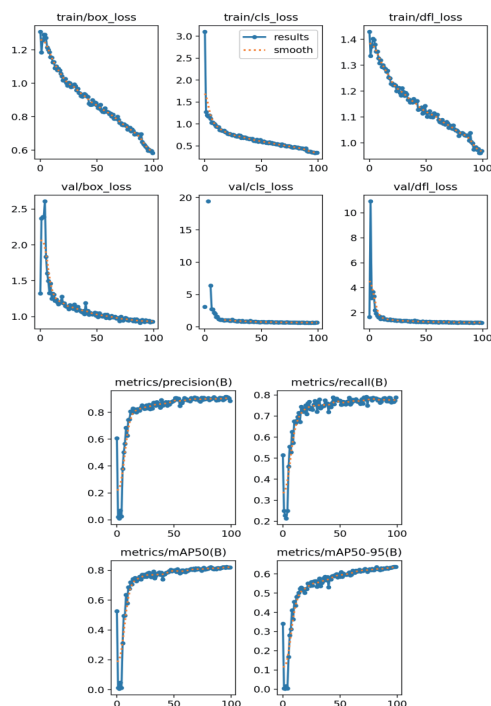


图 2 所提方法在 MS COCO 数据集上 mAP0.5 与 mAP0.5:0.95 指标图

在自建二维码和条形码数据集上，图 3 是本文方法在自建二维码和条形码数据集上指标结果图。可以看到，本文提出的方法在 mAP50 指标上达到了 83.0%，在 mAP0.5:0.95 指标上达到了 64.1%，均表现出较好的检测性能。

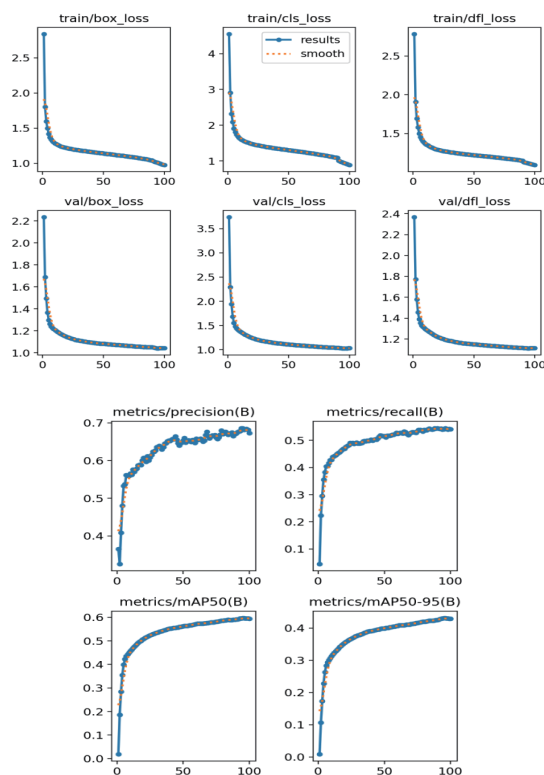


图 3 所提方法在自建数据集上 mAP0.5 与 mAP0.5:0.95 指标的结果图

3.2 实验结果

在实际应用场景中，使用 YOLOv8 改进算法对二维码和条形码进行检测时，其可视化结果展现出了卓越的性能。这一改进版的 YOLOv8 算法不仅能够准确识别图像中的二维码和条形码，而且能够精确地定位它们的位置。如图 4 和图 5 所示，在可视化图像中，二维码和条形码被清晰地框定出来，周围有精确的边界框标识，这些边界框不仅准确地描绘了码的位置，还清楚地指出了其尺寸和形状。



图 4 在真实场景下的二维码检测可视化结果

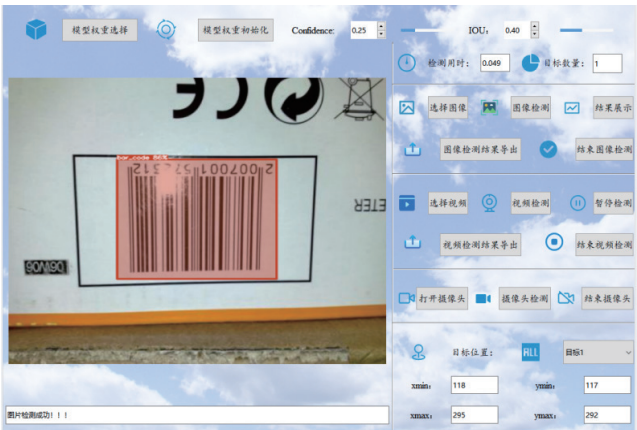


图 5 在真实场景下的条形码检测可视化结果

该算法在处理复杂背景下的条码检测时表现尤为出色。即便在背景噪声较多、光线条件不佳或者条码与其他物体颜色和纹理相似的情况下，YOLOv8 改进算法依然能够准确地区分和定位二维码和条形码。此外，在存在多个编码对象相互靠近或重叠的场景中，该算法同样展现出了强大的识别和定位能力。它能够区分相邻的多个条码，为每个条码分配一个独立的边界框，而不会造成误识别或漏识别。

这种高效的检测能力得益于 YOLOv8 改进算法在处理多尺度信息和复杂特征时的优化。算法通过智能地融合不同层次的特征信息，提高了对条码特有特征的识别率，从而在各种挑战性的环境中都能保持高效和准确的检测结果。总体而言，YOLOv8 改进算法在二维码和条形码检测方面的应用，

不仅提升了识别的准确性，也极大地增强了算法在实际应用中的可靠性和适应性。

4 结语

在 YOLOv8 算法的 neck 阶段，本文创新地提出了一种自适应加权融合多尺度分层特征图的方法，这种方法在二维码和条形码的检测中表现出了显著的优势。这种方法的核心在于不再采用传统的将低尺寸特征图上采样后与高尺寸特征图进行连接的方式。相反，本文运用了 CARAFE（内容感知的特征重组）技术来学习采样因子，这种方法能够更加智能和有效地整合不同尺度的特征图。通过 CARAFE，本文的方法能够在不同层次上细致地重组特征，从而更精准地突出目标物体的关键特征。

这种自适应的多尺度特征融合方式显著提高了二维码和条形码的检测精度。特别是在复杂的背景或多种尺度的物体混合的场景中，这种方法能够有效地区分和识别二维码和条形码。CARAFE 能够根据内容动态调整采样和融合的策略，因此相比传统的特征融合方法，这种策略不仅提高了检测的准确率，还增强了算法对小尺寸或低对比度条码的检测能力。综上所述，本文的自适应加权融合方法在提升 YOLOv8 算法在二维码和条形码检测任务中的性能方面起到了关键的作用。

参考文献：

[1] 李俊超, 李克天. 基于 LabVIEW 和 Vision 的二维码检测系统 [J]. 机床与液压, 2011,39(24):87-90.

[2] 刘家昕, 刘家朋, 赵宇明. 基于边缘增强的二维码区域快速检测定位算法 [J]. 计算机工程, 2012,38(12):136-138+142.

[3] 谷文成, 程家文, 孙科学. 一种基于 YOLOv5 的二维码实时检测算法 [J]. 国外电子测量技术, 2023,42(5):35-42.

[4] 杨庆江, 臧佳琦, 杨少辉. 二维码定位的 YOLOv3-ms 算法 [J]. 黑龙江科技大学学报, 2020,30(6):692-697.

[5] 张梦轩, 王曙光, 赵勇. 一种基于 SURF 特征点校正的二维码图像水印算法 [J]. 计算机与数字工程, 2017,45(12):2498-2502.

【作者简介】

黄勇（1991—），男，湖北恩施人，硕士，研究方向：计算机视觉。

陈明（1971—），男，副教授，硕士生导师，研究方向：SOPC 技术、无线宽带通信技术、嵌入式 AI 及应用。

（收稿日期：2024-01-07）