

基于 YOLOv5 的垃圾分类识别模型

赵泓宣 邹佳欣 田 朕 胡旭栋* 尼玛扎西

西藏大学信息科学技术学院计算机系 西藏拉萨 850000

摘要: 为了响应国家推行的垃圾分类, 协助公民有效进行垃圾分类丢弃, 我们研究了基于图像的垃圾检测与分类模型, 以实现对垃圾的识别和检测。在 GPU 服务器上训练基于 YOLOv5s 的垃圾分类模型。然后将训练好的模型 部署到服务器上, 通过微信小程序用户上传照片到服务器, 服务器通过模型对图片进行处理并将处理过的图片返回到微信小程序。用户可以通过照片来判断垃圾是属于哪一类, 从而将垃圾进行分类。最终训练出的模型可以识别 44 类的垃圾, 同时在识别精度及响应速度上均有较好的表现。

关键字: YOLOv5s 网络; 垃圾分类; 目标检测

引言

随着城市化进程的加速和人们生活水平的提高, 垃圾问题日益严重, 因此我们需要采取有效的措施来应对这个问题。垃圾分类就是其中之一。通过将垃圾分类, 我们可以将可回收的物品、有害的垃圾和其他垃圾分别收集和处 理, 以减少对环境的负面影响。同时, 垃圾分类还可以促进资源的再利用, 减少对自然资源的消耗, 为实现可持 续

发展做出贡献。

1. 基于 Yolov5 的垃圾分类模型

Yolov5 的整个 网络框架由 Input、Backbone、Neck、Output 4 个 部分组成,

输入端: 自适应缩放图片, 采用 Mosaic 数据增强方式, 自动计算数据集的最佳 锚框值。Backbone 网络的目标是将 输入图片进行特征提取, 不断缩小特征图, 主要由 CBL、

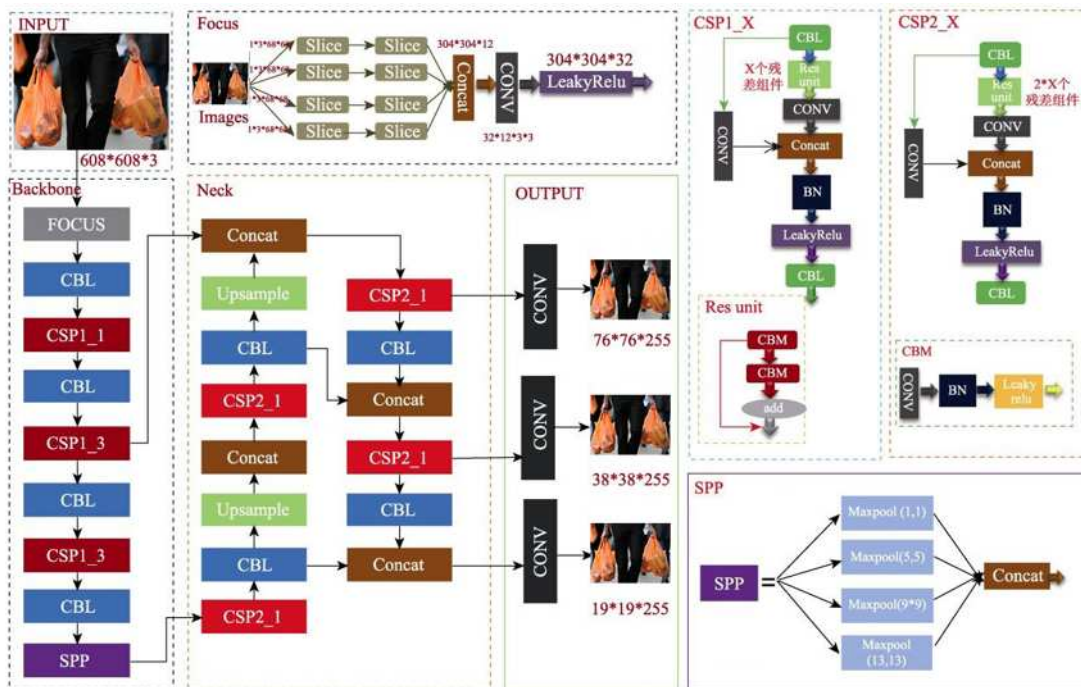


图 1 yolov5 网络结构

focus、csp 和 SPP 模块组成，ocus 是将输入图片 X*Y 空间维度的信息转换为 Channel 通道维度，X 和 Y 大小均缩小为原来的一半，同时将 Channel 放大为原来的四倍，可以得到没有信息丢失情况下的二倍特征采样图。Neck 颈部结构主要实现浅层图形特征和深层的语义特征融合

同时采用了自顶向下的 FPN 和自低向上的 PAN 结构，并使用了 CSP2 结构，增强了特征融合能力。YOLOv5 还引入了自适应感受野和多尺度训练等新技术，进一步提升了模型性能。具体网络结构如图 1 所示。

3. 数据集选择

首先，数据收集是指从各个渠道获取垃圾分类相关的图像数据。这些数据来自于公开的数据集，以及自己搜集和拍摄获得。总计 1.5w 张图片，涵盖了塑料瓶、、电池、塑

料袋等 44 类垃圾。示例如图 2 所示



图 2 数据集示例

4. yolov5 模型的优化

4.1 小目标检测

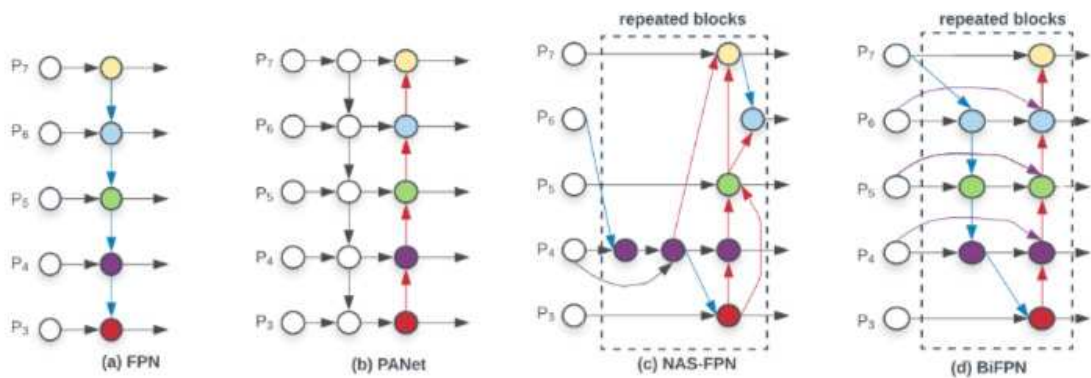


图 3 添加注意力机制前

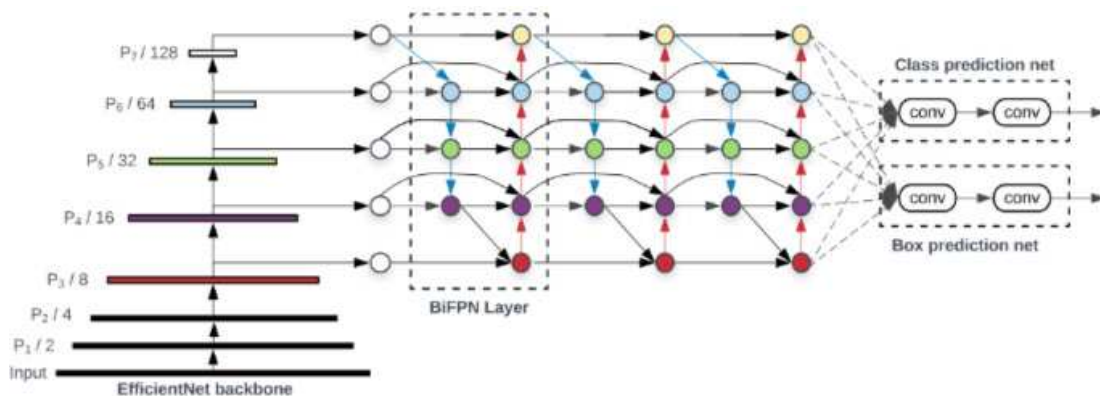


图 4 添加注意力机制后

YOLOv5 小目标检测效果欠佳的一个因素在于小目标样本的尺寸较小，而 yolov5 的下采样倍数较大，导致较深的特征图难以学习到小目标的特征信息。因此，我们提出了增加小目标检测层的方法，即将较浅的特征图与深特征图

进行拼接后进行检测。通过修改 yolov5 的模型文件 yaml，可以实现对小目标的检测。具体做法是增加一组较小的 anchor，然而这样一来会增加计算量，从而降低推理检测速度。尽管如此，这种方法确实在改善小目标检测方面表现

出良好的效果。

4.2 注意力机制

下图中蓝色部分为自顶向下的通路，传递的是高层特征的语义信息；红色部分是自底向上的通路，传递的是低层特征的位置信息；紫色部分是同一层在输入节点和输入节点间新加的一条边。

我们可以删除那些仅有一条输入边的节点。这一策略十分简单：如果一个节点只有一条输入边且没有特征融合的功能，那么它在特征网络中对不同特征的融合贡献微乎其微。删除这样的节点不会对我们的网络产生太大影响，同时也简化了双向网络结构。如图中所示，对于节点 d 的 P7 右边的第一个节点。

我们在同一层的原始输入和输出节点之间添加一条额外的边，这样可以在不增加太多成本的情况下融合更多的特性。

为了实现更高层次的特征融合，我们与只具有一个自顶向下和一个自底向上路径的 PANet 不同，对于每个双向路径（自顶向下和自底而上），我们将其视作一个特征网络层，并多次重复同一层。如下图所示，EfficientNet 的网络结构中，我们对 BiFPN 进行了多次重复使用。而这个重复次数并非我们的设定，而是作为参数与网络设计一同纳入，通过 NAS 技术计算得出。

5. 模型训练数据

预训练权重为 yolov5s.pt，输入图像尺寸为 640 × 640，最大迭代次数 400 轮，batch_size 按 GPU 规格设置为 32，训练线程设置为 8，其余参数默认。部分训练结果如下

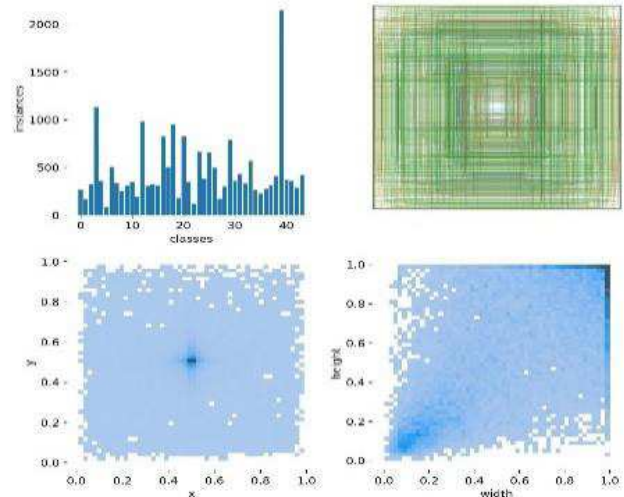


图 5 标签数量、大小及中心点分布

6. 结语

为了提高模型的响应速度，我们选用 YOLOv5s 网络模型进行训练，同时添加了小目标检测机制和注意力机制，在保证较高识别率的同时减少了识别响应时间。部分检测结果如图 6 所示



图 6 部分测试示例

参考文献

[1] 王莉,何牧天,徐硕等.基于 YOLOv5s 网络的垃圾分类和检测[J].包装工程,2021,42(08):50-56.DOI:10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.08.007.
[2] 刘梦杰.基于深度学习的可回收垃圾检测算法研究[D].沈阳工业大学,2022.DOI:10.27322/d.cnki.gsgyu.2022.000120.
[3] 涂成凤,易安林,姚涛等.轻量化 YOLOv5n 的高精

度垃圾检测算法[J].计算机工程与应用,2023,59(10):187-195.
[4]Zhao L,Huiyan L,Yeming L. Garbage detection and classification method based on YoloV5 algorithm[P]. Tian jin Univ. of Technology and Education (China),2022.
[5] 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检测[J].激光杂志,2021,42(02):147-150.DOI:10.14016/j.cnki.jgzz.2021.02.147
[6] 王莉;何牧天;徐硕;袁天;赵天翊;刘建

飞. 基于 YOLOv5s 网络的垃圾分类和检测 [J]. 包装工程, 2021, 42(08): 50-56. DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.08.007

[7] 邱天衡; 王玲; 王鹏; 白燕娥. 基于改进 YOLOv5 的目标检测算法研究 [J]. 计算机工程与应用, 2022, 58(13): 63-73.

[8] 赵婉月. 基于 YOLOv5 的目标检测算法研究 [D]. 西安电子科技大学, 2021. DOI: 10.27389/d.cnki.gxadu.2021.002918.

作者简介: 赵泓宣, 2001.04, 男, 汉族, 湖南邵阳, 本科在读, 研究方向: 计算机科学与技术。

通讯作者: 尼玛扎西, 1972.11., 男, 藏族, 西藏山南, 硕士研究生, 副教授研究方向: 藏文信息处理技术; 数据库系统。

基金项目: 自治区级大学生创新创业训练项目“基于 YOLOv5 的垃圾分类识别小程序” (S202310694048)