

文献综述：融合机器视觉和无监督域适应的轻型弱小目标检测方法

1. 文献信息

- 作者：**武狄，张哲，李强
- 发表年份：**2024
- 文献标题：**融合机器视觉和无监督域适应的轻型弱小目标检测方法
- 期刊/会议名称：**黑龙江科技大学学报
- DOI/网址：**10.3969/j.issn.2095-7262.2024.02.025

2. 研究背景与目的 (Why)

随着无人机、监控摄像头等技术的普及，在智能交通、环境监测以及军事侦察等领域中，对**轻型弱小目标**的检测提出了更高的要求。针对轻型弱小目标因体积小及亮度弱等导致目标检测跟踪困难的问题，提出融合机器视觉和无监督域适应的轻型弱小目标检测方法，（提升对弱小目标的检测精度与鲁棒性，特别是在缺乏标注数据的条件下）。

相关文献：

鞠默然等[2]设计了目标检测网络，通过感受野融合模块增强图像中目标的上下文信息，设置空间注意力机制对图像各区域之间的相关性展开分析，根据分析结果设计 Focal loss 和 GIOU loss 损失函数训练网络，实现了目标检测

Tao 等[3]建立了用于提取特征的多级特征金字塔模块，设置显著性增强模块，通过增强处理，编码全局和局部上下文信息，以此判别特征

鲁梅等[4]分析了梯度空间中目标的正负分布特征以及各向同性，根据分析结果提取两个方向的目标梯度特征，通过特征融合，抑制图像背景，增强目标，在此基础上展开目标分割

Xu 等[5]

在目标检测与图像融合任务之间设置特征提取网络，建立快速检测融合网络，输出定性融合图像，完成目标检测。

3. 研究方法与技术路线 (How)

目标区域提取（图像预处理与显著性提取）：

采用机器视觉技术中的Gamma 校正方法对图像目标展开光照补偿处理，增强图像亮度，强化目标轮廓

提取图像的颜色、方向和亮度特征，以此生成显著图，获得目标所在区域：通过高斯金字塔模型分层计算亮度分量；采用指数函数对目标图像展开滤波处理，获得方向特征；对图像中存在的低频成分展开过滤处理，即可获得图像的显著区域（通过**高斯金字塔与方向滤波器**生成特征显著图）

无监督域适应的轻型弱小目标检测：

选取YOLO-V3网络作为目标检测的主体框架，特征提取的主干网络选取 `DarkNet53`

设计融合位置回归、类别识别与置信度约束的损失函数，提升跨域特征对齐能力；选取 Sigmoid 函数作为网络输出层的激活函数

数据集：百度中包含轻型弱小目标的图像

4. 核心内容与创新点 (What)

提出融合机器视觉和无监督域适应的轻型弱小目标检测方法：

采用Gamma 校正方法对图像中弱亮度的轻型弱小目标进行光照补偿，增强目标轮廓清晰度；提出显著性提取机制。

提取并融合特征显著图获得图像目标区域，通过 YOLO-v3 网络将原始图像集作为源域样本训练网络，将目标区域作为目标域样本展开无监督域适应的目标检测

计改进的损失函数体系（位置 + 类别 + 置信度）增强网络训练效果

（构建适用于无监督情境的目标检测训练流程，实现跨域学习）

5. 研究结论与实际意义

所提方法的图像目标提取精度提高了 2.05% ，目标检测精度达 82.36% ，相较于其他对比方法检测精度提升了 2.1% ，能有效改善轻型弱小目标检测中出现的**漏检与误检问题**，尤其适合在缺少标注数据的实际环境中部署。通过图像增强 + 特征融合 + 无监督训练相结合，提升了检测模型对微弱信号与复杂背景适应能力，为弱小目标跟踪和识别系统提供了稳定可靠的检测支持。

6. 本文的不足与未来展望

（网络整体结构依赖 YOLOv3 框架，参数较多，不利于边缘设备部署；

显著性图构造依赖人工设定的特征融合方式，未引入可学习机制

未来可考虑：

- 引入轻量级目标检测结构（如 YOLOv5-Nano, YOLOv7-Tiny）；
- 利用注意力机制或 Transformer 模型实现**端到端显著性学习**；）

7. 个人思考与选题关联

本文在“复杂环境下小目标检测”方面具有直接启发意义。尤其是其从预处理增强 → 区域提取 → 无监督检测的流程，为构建低样本、小目标智能检测系统提供了可行范式。可以探索融合轻量神经网络与域适应机制的边缘部署检测框架，聚焦无人机监控、夜间车载系统等实际应用环境。
