

山西农业大学专业学位研究生

课程论文

考试科目	科研写作、伦理与规范
授课教师	宋晓彦 杨武德 王超 武翠卿
学 院	农学院
班 级	农研 2407
学 号	202430758
姓 名	程明敏
完成时间	2025 年 1 月

图像分割技术：深度学习时代的进展、挑战与展望

摘要：图像分割技术作为计算机视觉领域的关键技术之一，近年来在深度学习的推动下取得了显著进展。本文旨在综述图像分割技术的最新发展，涵盖基于深度学习的方法以及传统方法的改进。阐述其在多个领域的应用，深入分析各类方法的优势与局限，并对未来发展方向进行展望，为相关领域的研究人员和从业者提供全面的参考。

关键词：图像分割；深度学习；语义分割；实例分割；传统方法；

Image segmentation technology: progress, challenges, and prospects in the era of deep learning

Abstract: Image segmentation technology, as one of the key technologies in the field of computer vision, has made significant progress in recent years under the promotion of deep learning. This article aims to review the latest developments in image segmentation techniques, covering both deep learning based methods and improvements to traditional methods. Elaborate on its applications in multiple fields, analyze in depth the advantages and limitations of various methods, and provide a comprehensive reference for researchers and practitioners in related fields by looking forward to future development directions.

Keywords: Image segmentation; Deep learning; Semantic segmentation; Instance segmentation; traditional method ;

一、引言

1.1 背景

图像分割是将图像划分为多个具有特定意义区域的过程, 在计算机视觉领域中具有至关重要的地位。传统图像分割方法如阈值分割、区域生长、边缘检测等, 在早期的图像处理中发挥了重要作用。然而, 随着图像数据的日益复杂和多样化, 以及对分割精度和效率要求的不断提高, 传统方法在面对复杂场景、多目标、模糊边界等情况时逐渐显现出局限性。

深度学习的出现为图像分割带来了新的突破。深度学习算法能够自动学习图像的特征表示, 具有强大的建模能力和泛化能力, 在处理复杂图像分割任务时表现出显著优势。近年来, 深度学习技术在图像分割领域得到了广泛应用和深入研究, 不断推动着图像分割技术的发展。

1.2 意义

图像分割技术的发展对于众多领域具有重要意义。在医疗领域, 准确的图像分割有助于疾病诊断、病理分析和手术规划等^[1]。例如, 对医学影像中的肿瘤、器官等进行精确分割, 能够为医生提供更准确的诊断依据, 辅助制定个性化的治疗方案。在智能交通系统中, 图像分割可用于道路识别、车辆检测和行人分析, 为自动驾驶技术提供关键支持, 提高交通安全性和效率。在农业领域, 通过对农作物图像的分割, 可以实现对作物生长状况的监测、病虫害的识别和产量预测, 有助于精准农业的发展, 提高农业生产效益。

1.3 目标

本文的主要目标是对图像分割技术的最新研究进展进行全面综述。具体包括系统梳理基于深度学习的图像分割方法, 如 Mask R - CNN、YOLACT 等在不同应用场景下的改进和优化^[2-3]; 探讨传统图像分割方法的新发展及其在特定领域的应用; 分析各种图像分割技术在不同应用场景下的优势和局限性; 展望图像分割技术未来的发展方向, 提出可能的创新研究方向和应用前景, 为相关领域的研究和实践提供参考和指导。

二、图像分割技术综述

2.1 基于深度学习的图像分割方法

2.1.1 全卷积网络 (FCN) 及其改进

FCN 是最早的基于深度学习的语义分割算法之一，它将传统卷积神经网络中的全连接层转换为卷积层，实现了端到端的像素级预测。此后，许多研究基于 FCN 进行改进。例如，U-Net 在 FCN 的基础上引入了编码器 - 解码器结构，通过跳跃连接将编码器和解码器中对应层级的特征图进行融合，使得网络能够更好地恢复图像的细节信息，在医学图像分割等领域取得了良好的效果。RefineNet 则通过引入残差连接和多尺度融合模块，进一步提高了分割精度，能够对不同尺度的目标进行更精确的分割^[4]。

2.1.2 基于区域的方法 (如 Mask R - CNN)

Mask R - CNN 是一种典型的基于区域的实例分割方法，它在 Faster R - CNN 的基础上增加了一个用于预测实例掩码的分支。通过区域建议网络 (RPN) 生成候选区域，然后对每个候选区域进行分类、回归和掩码预测。在玉米果穗分割研究中，Mask R - CNN 能够有效识别和分割出玉米果实和穗须，为玉米生长状态监测提供了重要技术支持。然而，Mask R - CNN 也存在一些局限性，如在处理小目标或密集目标时可能出现分割精度下降的问题，模型的计算复杂度相对较高，导致分割速度较慢，难以满足实时性要求较高的应用场景。

2.1.3 单阶段实例分割方法 (如 YOLACT)

YOLACT 是一种快速的单阶段实例分割模型，它将实例分割任务分解为两个并行的子任务：生成原型掩码和预测掩码系数。通过在整个特征图上进行预测，避免了区域建议网络带来的计算开销，大大提高了分割速度^[5]。在堆叠零件实例分割中，改进后的 YOLOv8s 模型（可视为类似 YOLACT 的单阶段方法）通过优化主干网络和上采样模块，有效提升了分割精度，能够满足工业场景中对堆叠零件快速识别拣选的需求。但单阶段方法通常在分割精度上相对两阶段方法略低，尤其是在处理复杂场景下的精细分割任务时可能表现出一定的不足^[6-7]。

2.2 传统图像分割方法的新发展

传统图像分割方法虽然在深度学习时代面临挑战,但仍然在一些特定场景下发挥着重要作用,并且不断有新的改进和应用^[8]。例如,在一些对实时性要求极高且目标相对简单的场景中,传统的阈值分割方法通过结合自适应阈值技术,能够快速地将目标从背景中分离出来。基于区域的方法如分水岭算法,在结合先验知识或与其他方法结合后,能够在一定程度上克服过分割问题,提高分割效果。边缘检测方法通过引入新的边缘特征描述子或与深度学习方法相结合,在目标轮廓提取等方面仍具有一定的应用价值^[9]。

2.3 图像分割技术的应用领域

2.3.1 医疗影像分析

在医学领域,图像分割技术被广泛应用于医学影像的分析和诊断。例如,利用深度学习算法对 CT、MRI 等医学影像进行分割,可以精确地提取出器官、肿瘤、病变组织等目标区域^[10-11]。这有助于医生更准确地判断疾病的类型、位置、大小和严重程度,为疾病诊断提供重要依据。在脑部影像分析中,通过对脑组织的分割,可以研究脑部结构和功能的变化,辅助神经系统疾病的诊断和治疗。在肺部疾病诊断中,对肺部 CT 图像的分割可以帮助检测肺结节、肺炎等病变,提高早期诊断的准确性^[12]。

2.3.2 智能交通系统

在智能交通领域,图像分割技术用于道路场景理解、车辆和行人检测等任务。通过对道路图像的分割,可以识别出道路区域、车道线、交通标志和交通信号灯等,为自动驾驶车辆提供重要的环境信息^[13]。例如,基于实例分割技术可以准确地检测出道路上的车辆和行人,并对其进行分类和定位,帮助自动驾驶系统做出合理的决策,实现安全、高效的自动驾驶。同时,图像分割技术还可以用于交通流量监测、违章行为检测等方面,提高交通管理的智能化水平^[14-15]。

2.3.3 农业生产监测

在农业领域,图像分割技术为农作物生长监测和精准农业提供了有力支持。通过对无人机或地面拍摄的农作物图像进行分割,可以获取农作物的种植面积、生长状况、病虫害情况等信息^[16]。例如,在玉米种植中,可以利用图像分割技术监测玉米果穗的生长情况,包括果穗的大小、数量、成熟度等,为合理施肥、灌溉和收获提供决策依据。在病虫害监测方面,通过对受病虫害影响的农作物图像

进行分割和分析,可以及时发现病虫害的发生区域和程度,采取相应的防治措施,减少农业损失。

2.3.4 工业视觉检测

在工业生产中,图像分割技术用于产品质量检测、缺陷识别和目标定位等任务。例如,在电子制造业中,对电路板图像进行分割可以检测电子元件的安装位置、形状和连接情况,及时发现焊接缺陷、元件缺失等问题^[17-18]。在机械加工行业,通过对零部件图像的分割和测量,可以保证零部件的尺寸精度和表面质量,提高产品质量。在食品工业中,利用图像分割技术可以对食品的外观、包装等进行检测,确保食品安全和质量^[19]。

三、优势与局限分析

3.1 深度学习方法的优势

深度学习方法在图像分割中具有显著优势。首先,深度学习模型能够自动学习图像的高层次特征表示,无需人工设计复杂的特征提取器,这使得模型能够适应不同类型图像和多样化的分割任务^[20]。其次,基于深度学习的图像分割方法在处理复杂场景和目标时表现出强大的鲁棒性。例如,在自然场景图像中,能够准确地分割出具有不同形状、大小和姿态的目标,并且对光照变化、遮挡等情况具有较好的适应性。再者,深度学习模型可以通过大规模数据的训练不断提高分割精度,并且在训练完成后能够快速地对新图像进行分割,具有较高的效率。

3.2 深度学习方法的局限

尽管深度学习方法取得了巨大成功,但仍存在一些局限性。一方面,深度学习模型对数据的需求量较大,需要大量标注数据进行训练,数据标注工作往往耗时费力。另一方面,深度学习模型的计算复杂度较高,尤其是一些复杂的网络结构,需要强大的计算资源支持,这限制了其在资源受限环境下的应用。此外,深度学习模型的可解释性较差,难以理解模型在分割过程中的决策依据,这在一些对安全性要求较高的领域(如医疗诊断)可能会带来一定的风险^[21-22]。

3.3 传统方法的优势与局限

传统图像分割方法的优势在于其原理相对简单、计算效率高，在一些特定的简单场景下能够快速有效地实现图像分割^[23]。例如，在目标与背景对比度较高、目标形状规则的情况下，阈值分割方法可以快速地将目标从背景中分离出来。传统方法的局限性也较为明显，它们通常基于手工设计的特征，对于复杂图像的特征表达能力有限，难以处理具有复杂结构、模糊边界和多目标重叠等情况的图像分割任务。传统方法的分割精度相对较低，在面对多样化的图像数据时泛化能力较弱^[24-25]。

四、未来展望与创新建议

4.1 发展方向

未来图像分割技术的发展将朝着更精准、高效、智能和通用的方向发展。在精度提升方面，研究人员将致力于进一步提高分割模型对微小目标、复杂结构和模糊边界的处理能力，减少分割误差^[26]。例如，通过改进网络结构、优化损失函数或引入新的学习策略，提高模型对细节信息的捕捉和理解能力。在效率提升方面，随着硬件技术的不断进步，如专用芯片（GPU、TPU 等）的发展，图像分割算法将更加注重实时性和轻量化，以满足自动驾驶、实时视频监控等对速度要求较高的应用场景。

智能化也是未来图像分割技术的重要发展趋势。模型将具备更强的自适应能力，能够根据不同的图像内容和任务需求自动调整分割策略。例如，在面对不同领域、不同类型的图像时，模型能够自动学习并适应相应的特征模式，实现更灵活、智能的图像分割^[27-28]。此外，多模态信息融合将成为图像分割技术的一个重要研究方向。结合图像的多种模态信息（如图像的颜色、纹理、深度等）或与其他传感器数据（如激光雷达数据、雷达数据等）进行融合，能够提供更丰富的信息，有助于提高分割的准确性和可靠性。

4.2 创新建议

为了推动图像分割技术的进一步发展，以下几个方面的创新研究具有重要意义。一是探索新的网络架构和学习算法。例如，研究基于 Transformer 架构的图像分割模型，充分利用 Transformer 的自注意力机制在捕捉长距离依赖关系和处

理全局信息方面的优势，有望提高分割模型对复杂场景的理解能力。开发新的无监督或弱监督学习算法，减少对大量标注数据的依赖，降低数据标注成本，提高模型的泛化能力。

二是加强跨领域研究与应用。图像分割技术在医疗、交通、农业、工业等众多领域都有广泛应用，不同领域的需求和数据特点各不相同。通过跨领域的合作与研究，能够充分借鉴其他领域的先进技术和方法，拓展图像分割技术的应用范围。例如，将医学图像分割中的一些高精度分割技术应用到工业检测领域，提高工业产品缺陷检测的准确性；将自动驾驶中的实时图像分割技术引入到农业机器人领域，实现农业生产的智能化作业。

三是注重模型的可解释性研究。随着深度学习模型在图像分割中的广泛应用，模型的可解释性变得越来越重要。研究人员应探索如何解释深度学习模型在图像分割过程中的决策机制，使模型的输出结果更易于理解和信任。这对于图像分割技术在一些关键领域（如医疗诊断、自动驾驶等）的安全可靠应用具有重要意义。例如，开发可视化工具，展示模型在分割过程中关注的图像区域和特征，帮助医生或工程师理解模型的决策依据，从而更好地评估和改进模型的性能。

五、参考文献

- [1] 高倩, 诸德宏, 封浩. 基于深度学习的番茄识别与实例分割 [J]. 软件导刊, 2023, 22 (2): 75 - 80.
- [2] 王鲁, 刘晴, 曹月, 等. 基于改进 Cascade Mask R - CNN 与协同注意力机制的群猪姿态识别 [J]. 农业工程学报, 2023, 39 (4): 144 - 153.
- [3] 王众玄, 邹光明, 顾浩文, 等. 基于改进 YOLOv8 的堆叠零件实例分割研究 [J]. 机床与液压, 2024, 52 (19): 9 - 16.
- [4] 刘学彬, 钟宝荣. 基于改进 Yolov8 的高效岩屑实例分割算法 [J]. 现代电子技术, 2024, 52 (19): 1 - 8.
- [5] 胡国玉, 董娅兰, 古丽巴哈尔·托乎提, 等. 基于机器视觉的葡萄藤结构分割方法研究 [J]. 中国农业科技导报, 2024, 26 (9): 105 - 111.
- [6] Burton W ,Gibbons K ,Economon K . SmartSeg: machine learning infrastructure software for accelerating medical image segmentation in patient-specific applications [J]. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization, 2024, 12 (1):
- [7] Yu X ,Li S ,Zhang Y . Incorporating convolutional and transformer architectures to enhance semantic segmentation of fine-resolution urban images [J]. European Journal of Remote Sensing, 2024, 57 (1):
- [8] 余茂生. 基于深度学习的玉米果穗实例分割方法研究及实现 [D]. 重庆: 重庆师范大学, 2023.
- [9] 李翰林, 郑丽敏, 任发政, 等. 基于实例分割的大场景下茶叶嫩芽轮廓提取与采摘点定位 [J]. 农业工程学报, 2022, 38 (17): 145 - 153.
- [10] Ahmad A K ,Ak C ,Thibault G , et al. AxonFinder: Automated segmentation of tumor innervating neuronal fibers [J]. Heliyon, 2025, 11 (1): e41209-e41209.
- [11] 马保建, 苑严伟, 王秀, 等. 基于实例分割的休眠期枣树修剪枝参数提取方法 [J]. 农业机械学报, 2022, 53 (8): 228 - 236.
- [12] 孙雨鑫, 苏丽, 苑守正. 基于注意力机制的 SOLOA 船舶实例分割算法 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2022, 43 (9): 1309 - 1318.
- [13] Zhang G ,Yang W ,Zhou G . Encoding context and decoding aggregated information for semantic segmentation [J]. Computers & Graphics, 2025, 126 104144-104144.
- [14] Zhu J ,Bolsterlee B ,Song Y , et al. Improving cross-domain generalizability of medical image segmentation using uncertainty and shape-aware continual test-time domain adaptation [J]. Medical Image Analysis, 2025, 101 103422-103422.
- [15] 朱波, 吴水军, 黄柯昊, 等. 基于 CSS - Cascade Mask R - CNN 的有遮挡多片烟叶部位识别 [J]. 农业工程学报, 2022, 38 (14): 186 - 195.
- [16] 李文生, 杨慧中. 基于 Transformer 的视觉分割技术进展 [J]. 控制与决策, 2022, 37 (1): 1 - 11.
- [17] 尚玉婷, 王库, 李柏林, 等. 基于深度学习的粘连米粒实例分割算法研究 [J]. 农业机械学报, 2021, 52 (11): 234 - 242.
- [18] Mansur Z ,Talukdar J ,Singh P T , et al. Deep Learning-Based Brain Tumor Image Analysis for Segmentation [J]. SN Computer Science, 2024, 6 (1): 42-42.

- [19] 苏丽, 孙雨鑫, 苑守正. 基于深度学习的实例分割研究综述 [J]. 智能系统学报, 2022, 17 (1): 16 - 31.
- [20] 杨云, 胡雯青, 杨虹, 等. 基于 CNN 和 Transformer 交叉教学的半监督医学图像分割 [J]. 陕西科技大学学报, 2025, 43 (01): 185-192. DOI:10.19481/j.cnki.issn2096-398x.2025.01.017.
- [21] 王喜笑, 陈辉. 融合注意力机制和多尺度特征的无人机图像分割方法 [J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2025, 39 (02): 22-29+36.
- [22] Cui H ,Wang H ,Zeng W , et al. Possibilistic C-means with novel image representation for image segmentation [J]. Artificial Intelligence Review, 2024, 58 (2): 56-56.
- [23] Xu L ,Chen M ,Cheng Y , et al. MCPA: multi-scale cross perceptron attention network for 2D medical image segmentation [J]. Complex & Intelligent Systems, 2024, 11 (1): 75-75.
- [24] 王沙沙, 李帷韬, 刘星宇, 等. 基于层级注意力的域自适应遥感图像分割 [J/OL]. 计算机工程, 1-14[2025-01-08].
- [25] 韩明林. 基于多尺度特征融合的医学图像信息分割研究 [J/OL]. 自动化技术与应用, 1-6[2025-01-08].
- [26] 李昌根, 焦敬华, 林勇, 等. 基于图像采集的烟叶变黄程度精准识别及变黄特性分析 [J]. 昆明学院学报, 2024, 46 (06): 1-10. DOI:10.14091/j.cnki.kmxyxb.2024.06.001.
- [27] Chen Q ,Xu Z ,Fang X . CaVMamba: convolution-augmented VMamba for medical image segmentation [J]. The Visual Computer, 2024, (prepublish): 1-18.
- [28] Han Z ,Zhang Y ,Liu L , et al. UltraNet: Unleashing the Power of Simplicity for Accurate Medical Image Segmentation [J]. Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences, 2024, (prepublish): 1-15

QR PaperRay 检测报告单

检测文献：图像分割技术：深度学习时代的进展、挑战与展望（免费版）

文献作者：

报告时间：2025-01-08 13:28:35

段落个数：2

报告编号：Ray202501081328279461

检测范围：中国期刊库 中国图书库 硕士论文库 博士论文库 会议论文库 报纸库
网友专利库 网友标准库 网友共享库 个人对比库 网页库 百科库



总文字复制比：10.6%

去除引用文献复制比：10.6%

去除本人已发表文献复制比：10.6%

单篇最大文字复制比：2.1%

重复字数：582

总字数：5,477（不含参考文献）

总段落数：2（不含参考文献）

前部重合字数：155

疑似段落数：1

后部重合字数：427

单篇最大重复字数：114

疑似段落最小重合字数：582

1. 图像分割技术：深度学习时代的进展、挑战与展望_第1部分

总字数：5,477

文字复制比：10.6%（582）

1	<u>基于自注意力机制的图像语义分割算法研究</u> - 《网页》 -	1.9% 是否引证：否
2	<u>基于Fastformer和自监督对比学习的实例分割算法</u> 高榕; 沈加伟; 邵雄凯; 吴歆韵 - 《计算机应用》 - 2022	0.8% 是否引证：否
3	<u>一种基于Transformer的伪装目标实例分割方法</u> 单伟; 王亚刚; 管旭; 赵开; 李菲菲 - 《小型微型计算机系统》 - 2023	0.8% 是否引证：否
4	<u>基于DeepLabv3+模型的高分辨率遥感影像建筑物提取</u> 罗李焱, 朱婷萼, 张桂铭, 丁庆, 黄珍梅 - 《电子信息对抗技术》 - 2021	0.8% 是否引证：否
5	<u>基于DeepLabv3+模型的高分辨率遥感影像建筑物提取</u> 罗李焱[1]; 朱婷萼[1]; 张桂铭[1]; 丁庆[1]; 黄珍梅[1] - 《电子信	0.8% 是否引证：否