

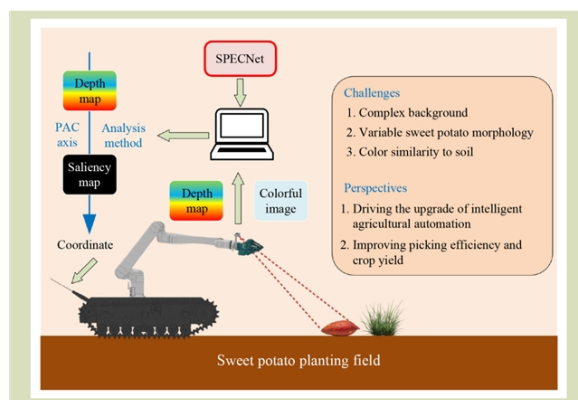
复杂背景下红薯抓握点识别：显著性目标检测新方案

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42832.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

复杂背景下红薯抓握点识别：显著性目标检测新方案。



图片摘要

红薯是全球重要的粮食作物，营养丰富，广泛应用于食品加工、饲料生产和医药行业。我国海南省种植红薯已有300多年历史，是南方红薯主产区之一。然而，海南地形以中部山地为主，逐渐过渡到丘陵、梯田和平原，形成环形地貌，大型农业机械难以在这些区域作业，红薯收获长期依赖人工，效率低且劳动强度大。农业机器人的发展为解决这一问题带来了希望，但现有机器人视觉系统在复杂收获环境中，常面临红薯与背景(如土壤、杂草、石块)分割不清、抓握点定位适应性不足的挑战。如何让机器人在复杂背景下准确识别红薯轮廓并找到最佳抓握点，成为提升红薯收获机械化水平的关键问题。

海南大学机电工程学院张健副教授等以BASNet网络为基础，提出了一种名为SPECNet的红薯轮廓识别模型。该模型通过三项关键改进提升性能：首先，将标准卷积替换为动态卷积，使网络能根据图像内容自适应调整过滤器，更好捕捉红薯多样的形状特征；其次，引入Haar小波下采样模块，在降低特征图分辨率的同时保留更多细节信息，增强多尺度特征提取能力；最后，改进了标准的SE注意力机制，加入边缘引导模块形成ESE注意力机制，更有效地捕捉和强调红薯的边缘信息，提升轮廓检测精度。

实验结果显示，SPECNet模型优于ACCoNet、U2-net、BASNet等六种主流对比模型。当输入图像分辨率提升至 512×512 时，模型性能进一步提高，表明其在复杂背景下的红薯轮廓识别精度显著高于现有方法。

为验证实际应用效果，研究团队将模型部署到红薯采摘机器人平台。机器人配备深度相机获取颜色和深度图像，通过模型提取红薯轮廓，计算质心作为抓握点，并利用主成分分析确定抓握方向。实验在室内沙地、田间和草地三种环境下进行，覆盖不同形状的红薯 (细长型、粗短型、紧凑型)，并在早、中、晚不同光照条件下测试。结果显示，模型实时处理速度达35帧/秒，整体抓握成功率为78%。其中，细长型红薯抓握成功率最高，粗短型和紧凑型因形态与机械手匹配度问题成功率较低。尽管田间杂草和枯叶等干扰会影响识别精度，但模型在不同光照条件下表现稳定，显示出较强的环境适应性。

本研究为红薯收获机器人的视觉系统提供了高效解决方案，有助于提升红薯收获的机械化水平，减轻人工劳动强度，尤其适合海南等地形复杂地区的需求。

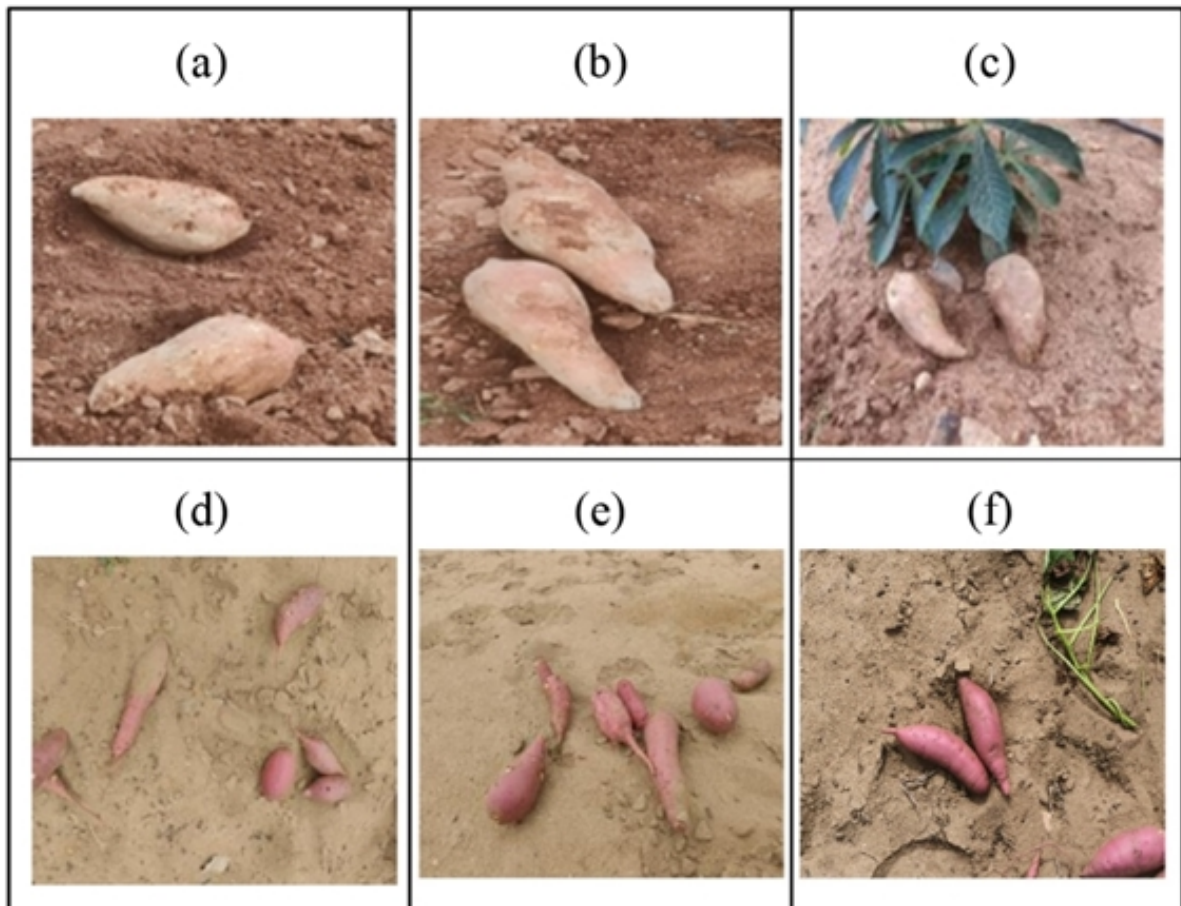


图1.不同特征的红薯图片：(a, d) 土壤覆盖；(b, e) 边缘重叠；(c, f) 两种背景 (红土和沙土) 下的环境干扰。

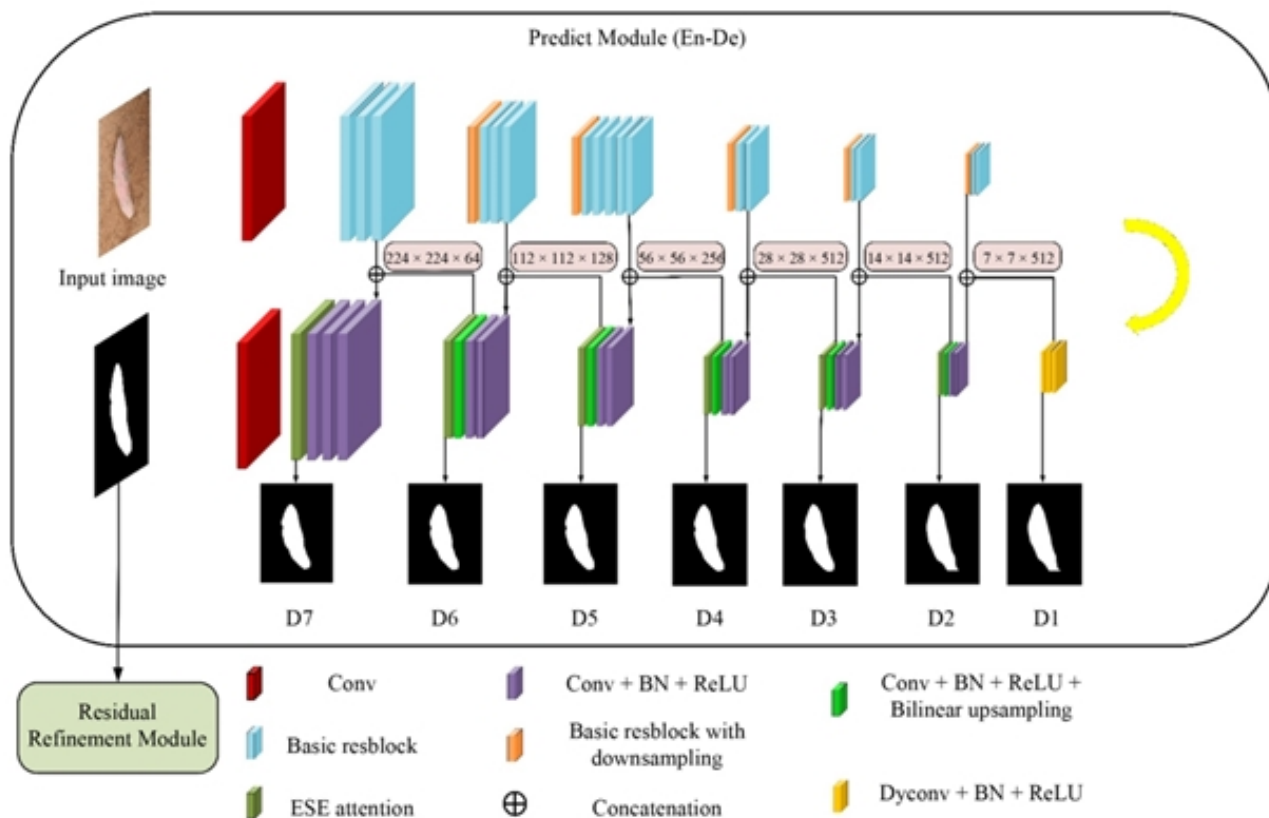


图2.SPECNet模型。D1 – D7表示每次编码-解码过程后解码器的输出步骤图，最终输出传递到残差细化模块进行二次特征提取。

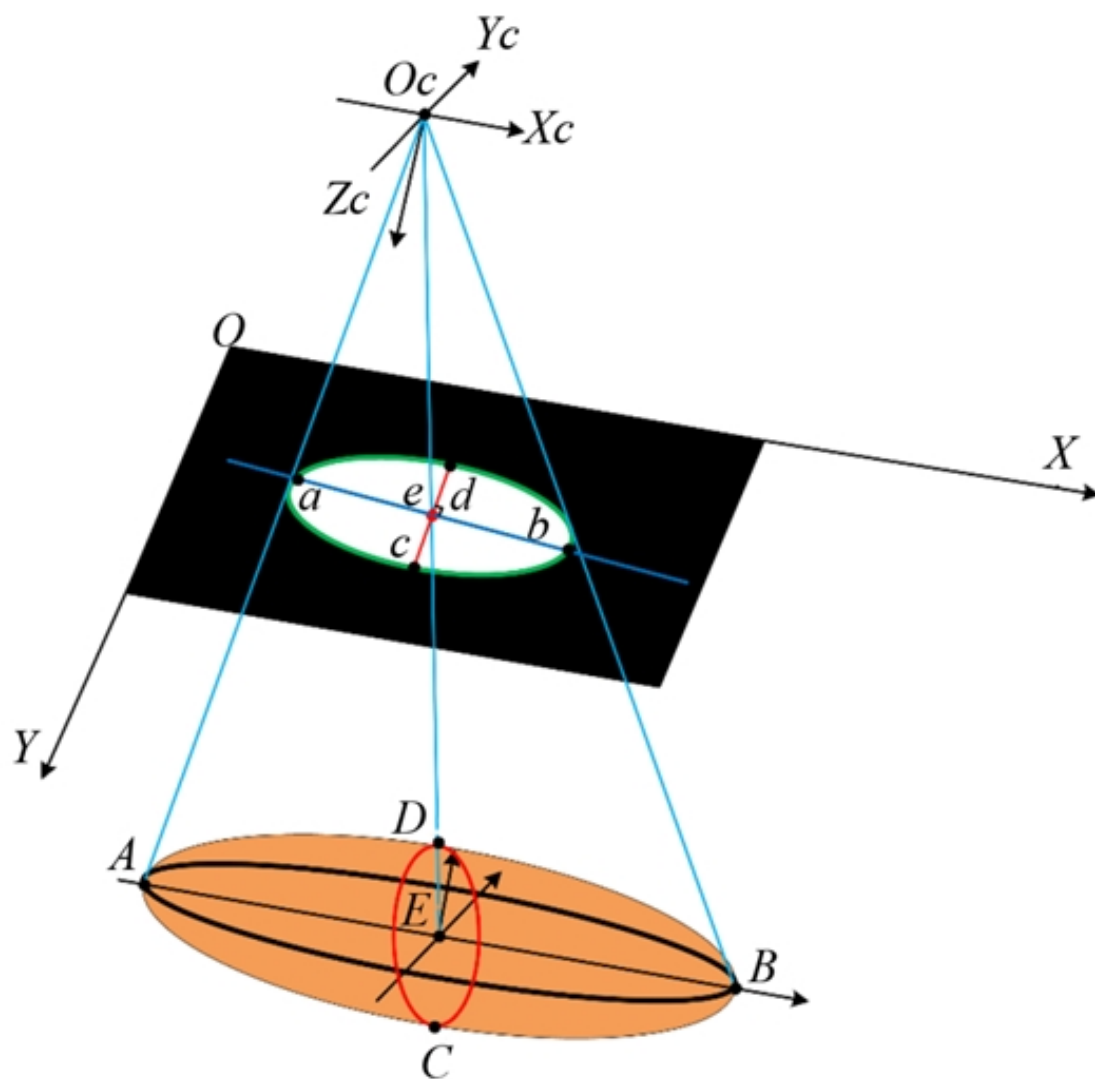


图3.红薯抓握点识别示意图。

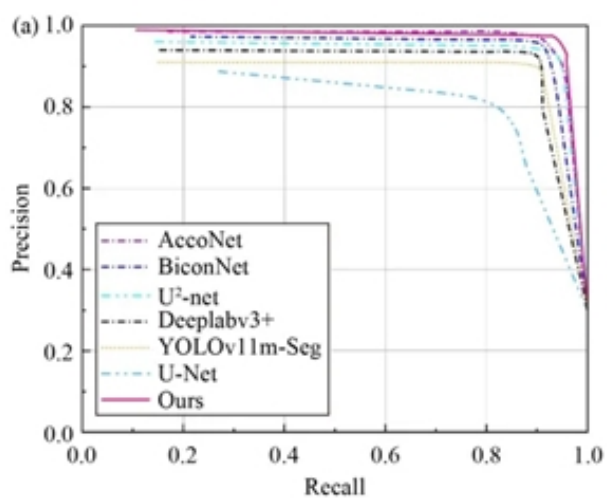
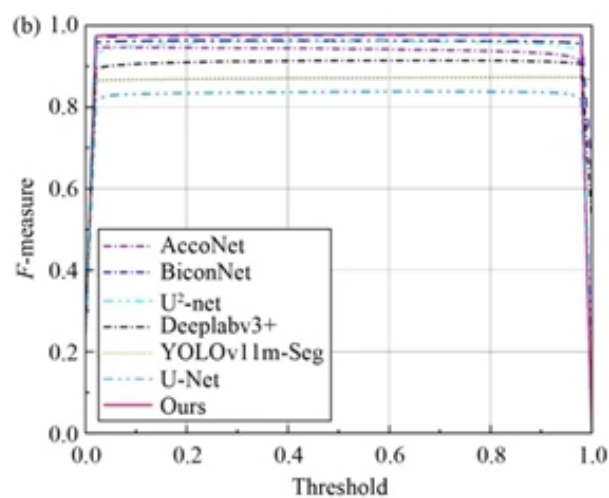


图4.本文模型与六种对比模型的 (a) 精确率-召回率曲线和 (b) F-measure阈值曲线。

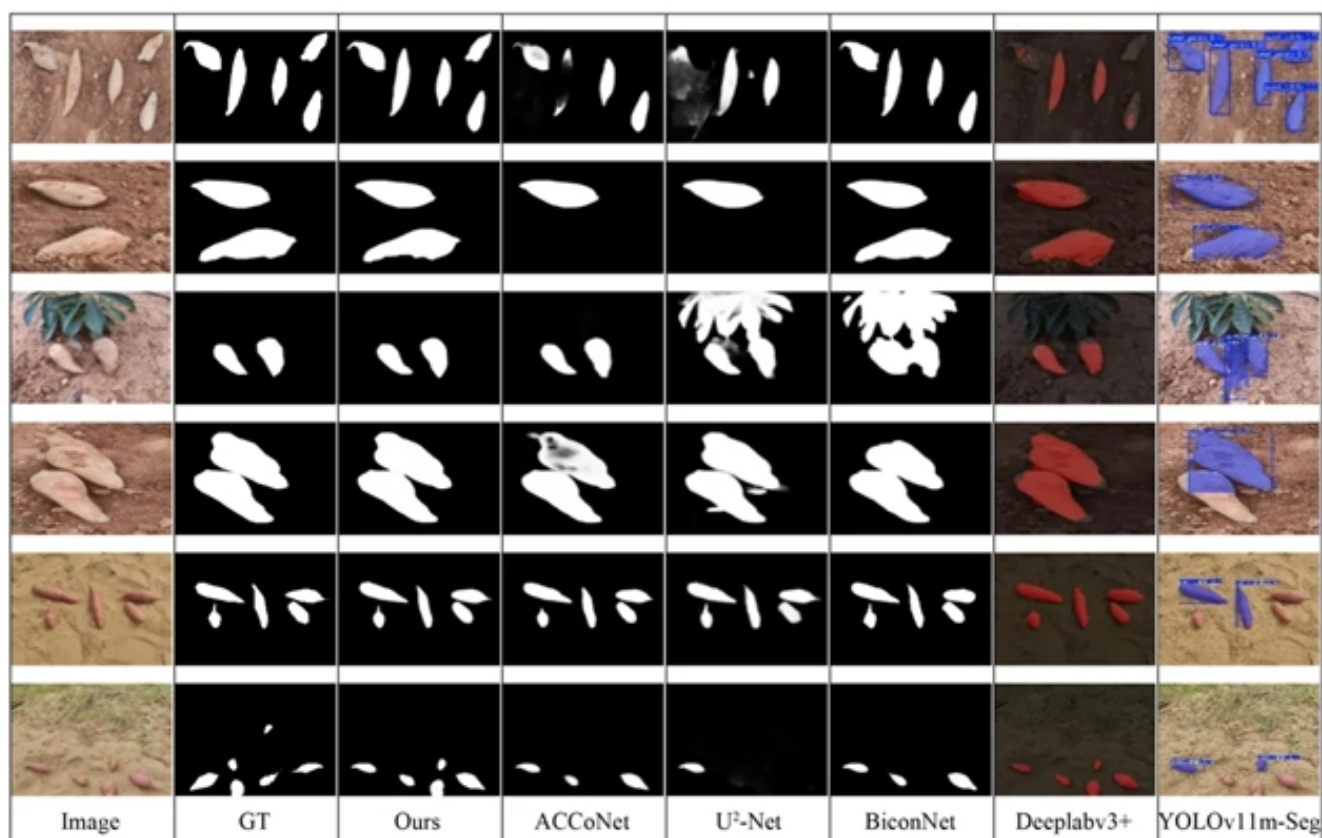


图5.本文模型与其他六种模型的结果定性比较。

(来源：EngineeringJournals微信公众号)

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2025653>

作者：张健等 来源：《工程·农业》

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发