
智慧农场：深度学习赋能的自主植保无人机精准喷洒系统

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40353.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！

智慧农场：深度学习赋能的自主植保无人机精准喷洒系统。论文标题：Smart Agriculture Drone for Crop Spraying Using Image-Processing and Machine Learning Techniques: Experimental Validation

论文链接：<https://www.mdpi.com/2624-831X/5/2/13>

期刊名：IoT

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/IoT>

文章导读

随着全球人口增长与气候变化的双重压力，智慧农业技术在提升粮食安全与农业可持续性方面展现出巨大潜力。尤其在太平洋岛国等农业占比极高、资源受限的地区，迫切需要低成本、高效率的自动化解方案。虽然无人机（UAV）已广泛应用于监测，但现有系统往往在精准对靶喷洒能力与边缘处理效能上存在局限，且成本高昂。本文介绍了一款集成物联网（IoT）与机器学习技术的智能植保无人机系统，旨在实现农作物的自动识别与按需喷洒。研究利用 TensorFlow Lite 部署轻量化 EfficientDetLite1 模型，并结合边缘计算硬件显著提升了识别速度。该系统通过定制化的目标检测算法与自主导航技术，能够有效优化农药使用量并降低环境影响。

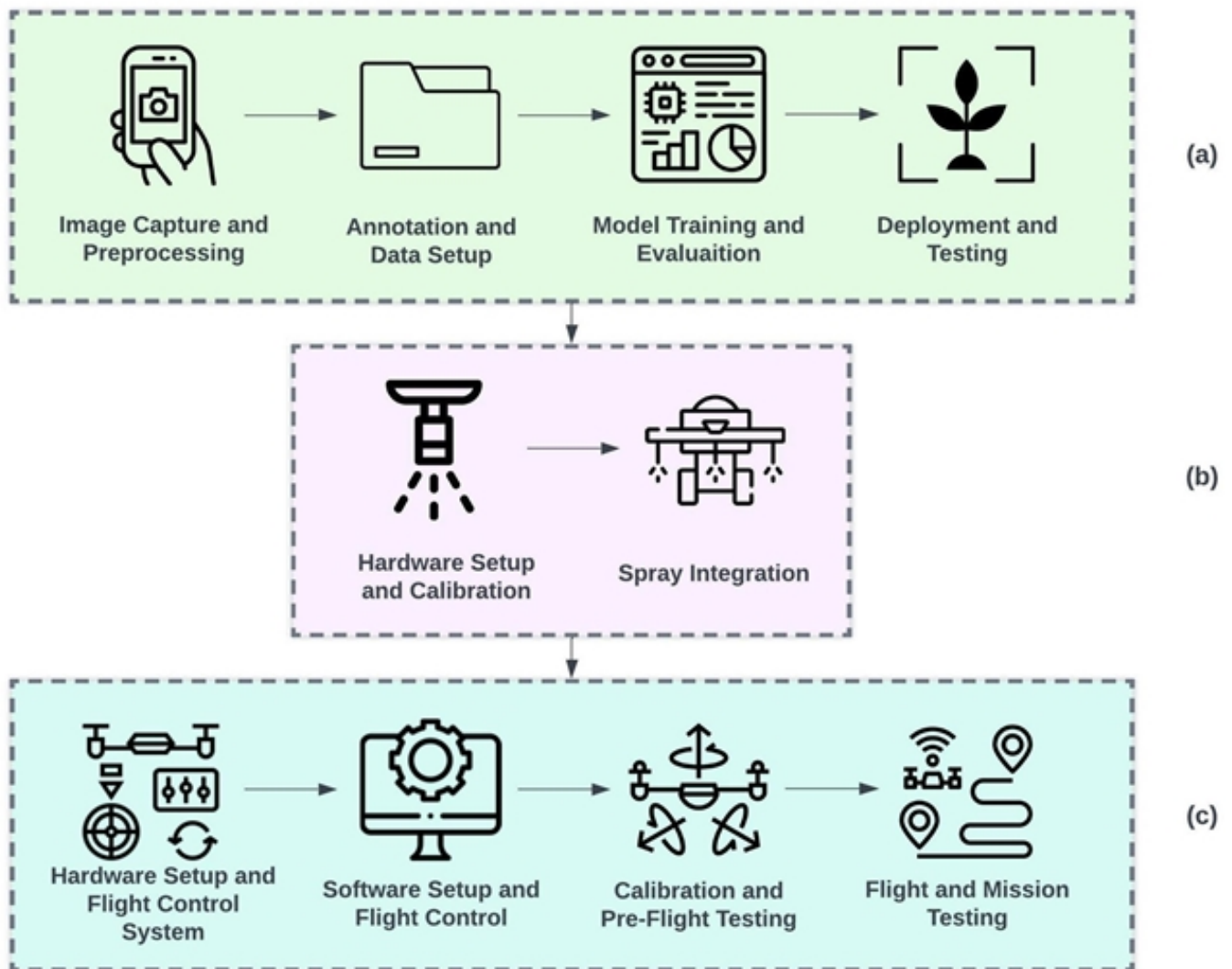


图1. 提出的系统开发流程图：包含 (a) 图像处理系统、(b) 农药喷洒系统及 (c) 无人机飞行控制系统。

研究内容与结果

本研究构建了一个由图像识别、精准喷洒与自主航迹规划组成的综合架构。在硬件层面，无人机基于 PX4 X500 开发套件构建，核心处理单元采用 Raspberry Pi 4B，并集成 Coral USB 加速器以优化边缘侧计算性能。在算法上，通过在受控环境下采集菠萝、木瓜和卷心菜的定制数据集，训练了高效的 EfficientDetLite1 模型。系统设计了两种灵活的喷洒模式：针对菠萝采用 100% 容量的连续喷洒（模式 A），针对木瓜采用 50% 容量的温和喷洒（模式 B），而对卷心菜则设置为不触发喷洒。每次识别动作触发后，系统会以 98% 的置信度阈值判断作物类型，并执行 3 秒的定点喷洒。通过智能任务规划软件，无人机能够预设航点实现全程自主导航，利用调优后的 PID 控制算法实时校正飞行姿态。

实验结果进一步验证了该系统在实际作业中的高效性与准确性。测试数据显示，在使用 EfficientDetLite1 模型并结合 Edge TPU 加速后，推理时间从 185 毫秒缩短至 91 毫秒，确保了无人机在 7.5 m/s 的巡航速度下仍具备实时决策能力。在 2.5 m

的作业高度下，系统在受控测试环境中对菠萝、木瓜及卷心菜的识别成功率达到到了100%，展现了模型在理想条件下的高可靠性。在携带 1.5 kg 喷洒系统（载荷）的情况下，无人机单次充电可维持约 25 分钟的稳定作业，在覆盖效率与检测精度之间取得了平衡。此外，研究通过变异系数（CV）评估了喷洒均匀性，结果表明在 2.5 m 高度下喷洒分布最为均匀（CV为0.61）。这种基于分类识别的精准喷洒模式，相比传统大面积均匀喷洒方式，能够显著降低农药浪费并减轻生态负担。

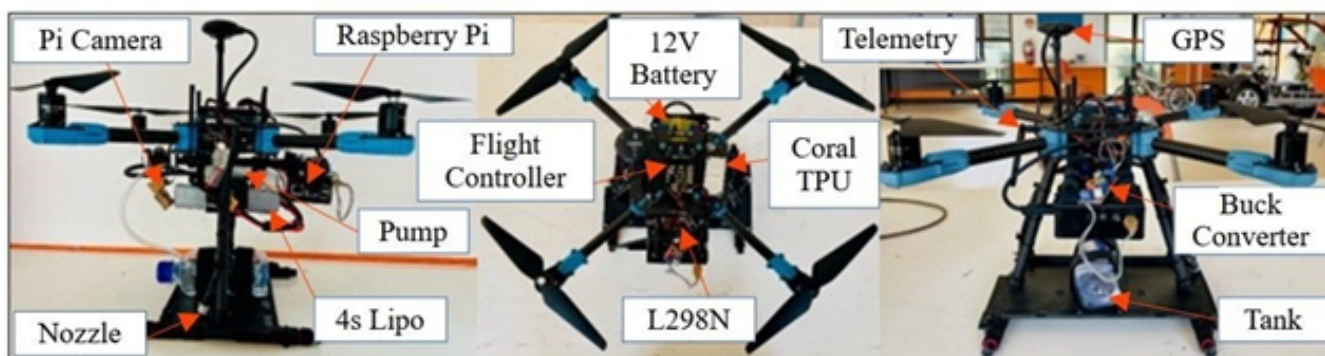


图2. 智能植保无人机内部组件排布概览

总结和展望

本文通过成功整合边缘计算与自主导航技术，开发出一套适用于资源受限环境的低成本植保无人机系统。该框架证明了轻量化深度学习模型在实现精准农业自动化方面的巨大价值，不仅提升了农药施用的精准度，也为小规模农场的数智化转型提供了可借鉴的范式。展望未来，研究团队将致力于采用更高性能的计算平台以处理更复杂的农业视觉场景，并考虑集成多光谱传感器来提升在多变天气下的环境感知能力。此外，探索可变速率喷洒算法（VRA）以及集成种子播撒等功能，将进一步拓展该系统的作业维度。随着技术的持续迭代，这种具备高度自主性、响应灵敏且经济适用的智能工具，将成为未来现代精准农业生态体系中不可或缺的组成部分。

期刊介绍

主编: Amiya Nayak, University of Ottawa, Canada

IoT (ISSN2624-831X) 创刊于2020年, 发表物联网各个领域的原创论文、综述和快讯等。期刊发文方向包括但不限于: 物联网中的人工智能和分析;物联网隐私、安全和信任;物联网网络设计和架构;物联网赋能技术(包括超低功耗物联网技术);物联网技术在智能环境中的应用;物联网平台: 基于云、网关和雾的物联网解决方案;工业物联网: 信息物理系统、SCADA平台、5G及超越;物联网交互: 物联网中的增强现实和虚拟现实(如社交物联网)等。

2025 Impact Factor : 4.3

2025 CiteScore : 8.0

Time to First Decision : 25.5天

Acceptance to Publication : 5.3 天

来源: IoT

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