

基于无人机多光谱影像优化光谱—纹理特征的花生地上生物量高通量估算

胡丽亚¹, 白波², 杨俊涛¹, 宋明轩², 李宥玮¹,
刘丹丹¹, 李振海¹, 刘依柔², 李国卫²

¹山东科技大学测绘与空间信息学院, 中国青岛市, 266590

²山东省农业科学院农作物种质资源研究所, 中国济南市, 250100

摘要: 准确高效地估算地上生物量 (AGB) 对于花生表型鉴定和田间管理具有重要意义。本研究基于无人机多光谱影像提取光谱特征和纹理特征, 探究其在花生地上生物量无损高通量估算中的应用潜力。本文依托绿光、红光、红边和近红外波段构建植被指数 (VIs) 和基于灰度共生矩阵 (GLCM) 的纹理特征 (TFs), 并结合6种回归模型开展花生地上生物量估算分析。结果表明, 近红外波段纹理特征对花生地上生物量的敏感度最高。在不同GLCM参数组合中, 7×7窗口尺寸、45°方向、16级灰度的参数配置可实现花生冠层纹理特征的稳定提取。尽管结合全部植被指数和纹理特征可小幅提升部分模型的估算精度, 但全特征集存在信息冗余问题, 致使部分模型中决定系数 (R^2) 与调整决定系数 ($\text{adjusted } R^2$) 之间存在较大差异, 模型简约性有限。为此, 本文采用极端梯度提升 (XGBoost) 与夏普利加性解释 (SHAP) 相结合的特征筛选方法, 得到差值植被指数、方差、均值、能量和修正土壤调节植被指数5个关键变量。结果显示, 本文的筛选方法可有效降低模型输入维度, 将 R^2 与 $\text{adjusted } R^2$ 的差值控制在0.020以内, 维持稳定的预测准确率, 保障 R^2 高于0.840以及均方根误差低于0.055 kg/m²。所提方法可为花生高通量监测、表型鉴定及田间生产管理提供可靠的技术支撑。

关键词: 高通量监测; 无人机遥感; 花生; 地上生物量; 纹理特征
<https://doi.org/10.1631/ENG.ITEE.2026.0108>