

# 设施农业草莓病害图像识别模型的设计与应用研究

王俊琦<sup>1,2</sup> 史 磊<sup>1</sup> 董 佳<sup>1</sup>

1. 唐山职业技术学院, 河北 唐山 063300

2. 唐山市永磁电机应用技术创新中心, 河北 唐山 063300

**摘要:**为研究设施农业草莓病害的识别方法,利用图像识别技术,设计了草莓病害识别模型,提升了病害识别的准确性与效率。该模型采集大量草莓病害图像数据,通过特征提取和模型训练,实现对草莓常见病害的自动识别。采用迁移学习和数据增强技术,提升了模型的泛化能力。实验结果显示,该模型能准确识别多种草莓病害,且效率高于传统方法。本研究为草莓病害的及时防治提供了有效支持,对推动设施农业的智能化、数字化发展具有重要意义。

**关键词:**设施农业;草莓病害;图像识别

**中图分类号:**TP273

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.09.007

## 0 引言

设施农业作为现代农业的重要发展方向,对提升农产品产量和品质具有重要意义。草莓作为设施农业的主要作物之一,其生长常受到各种病害的威胁。传统的病害识别方法主要依赖人工经验,不仅效率低,而且容易受到人为因素的影响,难以满足大规模、高效率的病害识别需求。因此,开发一种基于图像识别的草莓病害识别模型,实现病害的自动识别和预警,对于提高草莓产量和品质具有重要意义<sup>[1]</sup>。

近年来,深度学习技术在图像识别领域取得了显著进展,为草莓病害识别提供了新的解决方案。通过构建基于深度学习的草莓病害图像识别模型,可实现对草莓病害的准确、快速识别,为农民提供及时的病害防治建议<sup>[2]</sup>。本文围绕设施农业草莓病害图像识别模型的设计展开研究,探讨模型构建的关键技术和方法,为草莓病害的自动识别提供技术支持,推动草莓产业的健康发展。

## 1 数据收集与处理

设施农业草莓病害图像识别模型的设计过程中,数据收集与处理是至关重要的一环。这两项工作不仅为后续模型的构建和训练提供坚实的基础,而且直接影响模型识别性能的优劣。

### 1.1 数据收集

数据收集是模型设计的第一步,也是最为关键的一步。草莓病害图像识别模型需要收集大量的草莓病害图像数据,包括健康草莓图像和感染不同病害的草莓图像。这些图像数据应尽可能涵盖不同生

长阶段、不同品种、不同环境条件下的草莓样本,保证模型的泛化能力和识别准确性。

获取这些图像数据可采用多种途径。首先,通过实地拍摄的方式收集草莓病害图像。在设施农业基地使用专业相机或智能手机拍摄草莓植株的叶片、果实等部位,记录不同病害的症状和表现<sup>[3]</sup>;还可利用公开的草莓病害图像数据库或网络上的相关资源进行数据收集。这些数据库和资源通常包含大量的草莓病害图像,可提供丰富的样本数据。

### 1.2 数据处理

数据处理是数据收集后的重要环节,主要包括图像清洗、标注、尺寸归一化和颜色空间转换等步骤。

首先,需要对收集到的图像进行清洗。实地拍摄或网络收集的图像可能存在模糊、重复、无关或质量较差的问题,因此需要对这些图像进行筛选和清理,保留高质量、具有代表性的草莓病害图像。

其次,对清洗后的图像进行标注。标注是图像识别模型训练的关键步骤,它可以帮助模型学习如何区分不同类别的图像。草莓病害图像识别中,需对每张图像进行病害类型的标注,例如将感染灰霉病的草莓图像标注为“灰霉病”,将健康的草莓图像标注为“正常”等。标注可采用人工标注或自动化标注工具完成,但无论采用哪种方式,都需要确保标注的准确性和一致性。

再次,由于收集的草莓病害图像来自不同的设备并有不同的拍摄条件,因此它们的尺寸和分辨率可能存在差异。为保证模型能处理这些不同尺寸的图像,需将它们调整到相同的尺寸。这可以通过图像缩放或裁剪等方法来实现,确保每张图像都具有相同的尺寸和分辨率。

最后,进行颜色空间转换。颜色空间是图像识

别中重要的特征之一,不同的颜色空间可提取不同的图像特征。在草莓病害图像识别中,可将图像从 RGB 颜色空间转换到其他更适合特征提取的颜色空间,如灰度空间或 HSV 空间。这种转换可以帮助模型更好学习草莓病害的特征表示,提高识别的准确性。

综上所述,数据收集与处理是设施农业草莓病害图像识别模型设计中不可或缺的一部分。通过科学合理地收集和处理数据,可为后续的模型构建和训练提供可靠的支持和保障。实际操作中,还需注意数据的多样性和平衡性,避免数据偏差对模型性能的影响。随着技术的不断发展,还可进一步探索更多先进的数据处理方法和工具,以进一步提高模型的识别性能和稳定性。

## 2 特征提取与选择

设施农业草莓病害图像识别模型的设计过程中,特征提取与选择是构建高效、准确模型的关键环节。特征提取旨在从原始图像数据中提取出对病害识别有用的信息,而特征选择则是对提取出的特征进行筛选,保留对模型性能贡献最大的特征,以优化模型的识别效果。

### 2.1 特征提取

特征提取是图像识别中的核心步骤,其目标是从原始图像中提取出能表征图像内容的特征。草莓病害图像识别中,特征提取的主要任务是从草莓叶片或果实的图像中提取出与病害相关的形状、颜色、纹理等特征<sup>[4]</sup>。

形状特征描述草莓叶片或果实的轮廓和形态变化。对于草莓病害来说,叶片的变形、病斑的形状等都是重要的形状特征。利用边缘检测、轮廓提取等算法可提取这些形状特征。

颜色特征反映草莓叶片或果实的颜色变化。不同的草莓病害往往会导致叶片或果实颜色的改变,如病斑的颜色、叶片的褪色等。因此,提取颜色特征对草莓病害识别具有重要意义。应用中,可利用颜色直方图、颜色矩等提取颜色特征。

纹理特征描述草莓叶片或果实的表面纹理变化。病害往往会导致叶片或果实表面纹理的改变,如病斑的粗糙度、叶片的光滑度等。利用灰度共生矩阵、小波变换等提取纹理特征。

特征提取过程中,还需注意特征的鲁棒性和可区分性。鲁棒性指的是特征在不同环境条件下的稳定性,可区分性是指特征对不同病害的区分能力。为获得更好的识别效果,应选择或设计具有较好鲁棒性和可区分性的特征提取方法。

### 2.2 特征选择

特征选择是在特征提取的基础上,进一步筛选对模型性能贡献最大的特征的过程。通过特征选择,去除冗余和无关的特征,降低模型的复杂度,提高模型的识别性能和泛化能力<sup>[5]</sup>。

草莓病害图像识别中,特征选择的方法分为过滤式、包裹式和嵌入式 3 种。过滤式方法通过计算每个特征与目标变量之间的相关性或统计量来评估特征的重要性,如卡方检验、互信息等方法。包裹式方法通过构建多个不同的模型来评估每个特征对模型性能的影响,应用中应选择对模型性能贡献最大的特征。嵌入式方法在模型训练过程中自动进行特征选择,决策树、随机森林等算法可在训练过程中选择出对模型性能贡献最大的特征。

确定特征选择方法时,应考虑方法的计算效率、对模型性能的提升效果,以及是否保留足够的判别信息。同时,还需要注意避免过拟合现象的发生,即选择的特征过于复杂或过多,导致模型在训练集上表现良好但在测试集上性能下降。

通过特征选择可得一个精简且有效的特征集,为后续模型的构建和训练提供有力的支持。这些特征不仅能表征草莓病害的关键信息,而且能降低模型的复杂度,提高模型的识别性能和泛化能力。

综上所述,特征提取与选择是设施农业草莓病害图像识别模型设计中的关键环节。通过合理设计特征提取方法、确定适当的特征选择方法,可从原始图像中提取出对病害识别有用的信息,构建一个高效、准确的草莓病害图像识别模型。这不仅能提高草莓病害识别的准确性和效率,还可为设施农业的可持续发展提供有力的技术支持。

## 3 模型构建与优化

设施农业草莓病害图像识别模型的设计中,模型构建与优化是至关重要的环节<sup>[6]</sup>。这个环节主要包括模型选择、模型训练和模型评估,它们共同决定了模型的性能与识别准确率。

### 3.1 模型选择

模型选择是构建草莓病害图像识别模型的首要步骤。在选择模型时,应当综合考虑模型的复杂性、识别性能以及计算资源等因素。

表 1 展示了不同模型架构在草莓病害图像识别任务上的性能。通过对比不同模型架构在同一数据集上的识别准确率、训练时间等指标,能直观比较出它们的性能,EfficientNet 在保持较高识别准确率的同时,训练时间也相对较短,因此是一个较为理想的选择。

表 1 三种不同模型架构性能对比

模型架构	识别准确率(%)	训练时间(h)
CNN	88.5	4.2
ResNet	92.3	5.5
EfficientNet	95.7	3.8

3.2 模型训练

模型训练是构建草莓病害图像识别模型的核心环节。模型训练过程中,需选择合适的损失函数、优化算法、训练策略。

图 1 展示了训练过程中损失函数的变化。随着迭代次数的增加,损失函数值逐渐减小并趋于稳定。通过该图 1 能判断模型是否有效从训练数据中学习特征表示和分类能力。

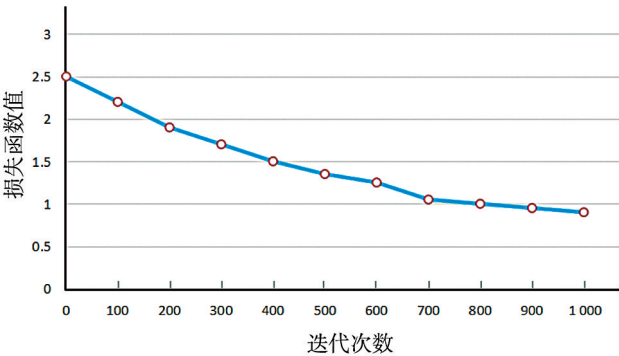


图 1 训练过程中损失函数的变化曲线

模型训练还采用数据增强技术、早停策略、正则化技术等提高模型的性能。这些策略的具体实施方法和效果可通过实验对比和性能分析来进一步验证。

3.3 模型评估

模型评估是验证模型性能的重要环节。模型训练完成后,需要使用独立的测试数据集对模型进行评估。通过准确率、召回率和  $F_1$  值等指标,全面评估模型在草莓病害图像识别任务的性能。应用混淆矩阵法,将模型在测试数据集上的分类结果可视化,进一步分析模型在不同类别上的性能表现,如误分类情况、各类别的识别准确率等。

建立一个草莓病害图像识别模型,用于识别炭疽病、白粉病和灰霉病。模型在测试数据集上的分类结果如表 2 所示。

表 2 混淆矩阵法下的模型分类结果

		实际类别		
		炭疽病	白粉病	灰霉病
预测类别	炭疽病	45	5	3
	白粉病	2	48	2
	灰霉病	4	3	45

表 2 的每一行代表一个实际的病害类别,每一列代表模型预测的病害类别。每个单元格中的数字

表示实际类别与预测类别之间的对应关系。主对角线上的数字 45、48、45 表示正确分类的实例数,即真正例(True Positives, TP)。

非主对角线上的数字表示错误分类的实例数。例如,第一行第二列的数字 5 表示实际为炭疽病但模型预测为白粉病的实例即假正例(False Positives, FP)数。

召回率  $R$  和准确率  $P$  的计算公式为:

$$R = TP / (TP + FN) \tag{1}$$
$$P = TP / (TP + FP)$$

其中,  $FN$  (False Negatives, 假负例) 表示实际为某类但模型预测为其他类的实例数。对于炭疽病,  $FN=3$  (因为实际有 50 个炭疽病的样本,但模型只预测了 45 个)。

$F_1$  值是召回率和准确率的调和平均数:

$$F_1 = 2 \times R \times P / (R + P) \tag{2}$$

使用上述混淆矩阵的数据可计算每个类别的召回率、准确率和  $F_1$  值。炭疽病的召回率:

$$R = 45 / (45 + 3) = 0.9375$$

准确率:

$$P = 45 / (45 + 5 + 4) = 0.7826$$

$F_1$  值:

$$F_1 = 2 \times (0.9375 \times 0.7826) / (0.9375 + 0.7826) \approx 0.8530$$

同理可以对白粉病和灰霉病进行类似的计算。

综上所述,通过合理选择模型、精心训练模型、科学评估模型性能,可构建出高效、准确的草莓病害图像识别模型,为设施农业的可持续发展提供有力支持。

4 模型应用与改进

设施农业草莓病害图像识别模型的应用与改进,在推动农业现代化、提升草莓产量和品质方面具有至关重要的作用。

在模型应用方面,经过精心训练的模型能用于设施农业草莓病害的实时识别与预警。将模型集成到智能农业系统,农民可方便地上传草莓生长环境的图像。模型能迅速分析图像数据,准确识别出草莓是否感染了病害,并确定具体的病害类型。一旦发现病害,模型能立即发出预警,为农民提供及时的病害防治建议。这种实时识别与预警系统,不仅能提高病害防治的效率,减少病害对草莓生长的影响,还能减轻农民的工作负担,提高农业生产的经济效益。

模型的应用并非一劳永逸。为不断提升模型的性能,还应当根据实际应用中的反馈和效果,对模型进行持续改进和优化。这包括收集更多的草莓病害图像数据,丰富模型的训练集,增强其对不同病害类



# 一种通用轻简型块茎作物收获机的设计

闵航 焦龙军 林蜀云 刘春波 齐兴源

贵州省山地农业机械研究所, 贵州 贵阳 550002

**摘要:** 贵州块茎类作物品种多,除马铃薯外,种植规模化、机械化程度普遍不高,且贵州省耕地规模小、土壤黏性较重,北方平原地区主流的大型根茎类作物收获机难以推广应用。研制开发轻简型块茎作物收获机,对于推动贵州省块茎类作物产业的发展壮大具有重要意义。基于此,设计了一种液压驱动的通用轻简型块茎作物收获机,其主要结构为驱动组件、振动输送组件、机架、高秆粉碎组件等。该收获机质量轻,田间转移方便,适应性、可调性好,具有较高的市场价值。

**关键词:** 块茎作物;收获机;牵引式;液压驱动

**中图分类号:** S225.7

**DOI:** 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.09.008

## 0 引言

贵州作为全国唯一没有平原的省份,地貌类型主要为山地、山原、丘陵。但是贵州垂直气候多样,具备适合多种作物生长的环境。目前,贵州块茎类作物种植面积约 100 万  $\text{hm}^2$ ,其中,马铃薯常年种植面积近 80 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。近年来,甘薯、太子参、半夏等

**基金项目:** 科研机构创新能力建设专项资金(黔科合服企〔2023〕005号)

型的识别能力。同时,还需要关注模型在实际应用中的表现,及时调整模型的参数和结构,以提高识别的准确性和稳定性。此外,随着深度学习技术的不断发展,也可尝试引入新的算法和方法,对模型进行升级和改进,使其更好地适应设施农业草莓病害识别的需求。

设施农业草莓病害图像识别模型的应用与改进是一个持续的过程。通过不断优化模型性能,为农民提供更加准确、及时的病害防治建议,推动设施农业的发展,提高草莓的产量和品质。

## 5 结论与展望

设施农业草莓病害图像识别模型涵盖了数据收集、预处理、特征提取、模型训练与应用优化等多个环节。通过深度学习和图像处理技术,模型能够实现草莓病害的精准识别。随着深度学习技术的不断进步,可进一步引入更先进的网络结构和算法,提升模型的识别性能和稳定性。同时,融合多源信息,如温度、湿度等环境数据,进一步增强模型的预测能力,为农民提供更全面的病害防治建议。此外,将模型拓展应用于其他作物的病害识别领域,也是研究的重要方向。这不仅能够推动设施农业的智能化发

展,提高农业生产效率,还将为农业可持续发展贡献重要力量。总之,设施农业草莓病害图像识别模型设计具有广阔的应用前景和研究价值,值得持续关注和深入探索。

党的十九大提出乡村振兴战略,乡村振兴与产业振兴紧密联系,产业振兴与农业现代化紧密联系。农业机械化是农业现代化的重要标志之一,但贵州省综合机械化率远低于全国平均水平。因此,要全面推进乡村振兴,加快实现农业现代化,提高农业产

展,提高农业生产效率,还将为农业可持续发展贡献重要力量。总之,设施农业草莓病害图像识别模型设计具有广阔的应用前景和研究价值,值得持续关注和深入探索。

## 参考文献:

- [1] 安东. 基于图像识别的蔬菜大棚智能喷洒管理系统研究与设计[D]. 曲阜:曲阜师范大学,2019.
- [2] 景三革,油梅红. 智能化农业技术对农产品产量和质量的影响与评估[J]. 数字农业与智能农机,2024(1): 123-126.
- [3] 乔珠峰,赵秋菊,郭建鑫,等. 基于改进 YOLOv5 的草莓病害智能识别终端设计[J]. 中国农机化学报,2023, 45(3):205-211.
- [4] 丁成辉. 玉米叶片病虫害智能识别系统的开发与实现[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2020.
- [5] 张行星,张行钊,王莎,等. 基于深度学习的农作物病害识别方法研究[J]. 数字农业与智能农机,2024(2): 80-83.
- [6] 刘若愚. 桑树病虫害图像诊断系统设计与开发[D]. 杭州:杭州电子科技大学,2023.

**作者简介:** 王俊琦,男,1992年生,硕士,讲师。研究方向为自动化系统过程控制、图像识别、草莓病害。