

Pueraria lobata (葛根) 生物特征图像识别与品质分级研究

黄艺 万思言 李科遐 陈梦婷
江西农业大学南昌商学院, 江西 共青城 330000

摘要: 本研究围绕 Pueraria lobata (野葛) 的生物特征图像识别与品质分级技术, 提出了一种结合图像处理与化学成分分析的方法, 旨在提高野葛品质评估的准确性和效率。研究通过局部二值模式 (LBP) 与主成分分析 (PCA) 算法提取野葛的形态特征, 结合支持向量机 (SVM) 与卷积神经网络 (CNN) 优化图像识别模型, 建立了一套基于图像识别的品质分级方法。实验结果表明, 该方法不仅能够快速准确地识别野葛的生物特征, 还可通过化学成分分析对其品质进行分级, 从而为野葛的种植、加工及质量控制提供了新型技术手段与理论支持。

关键词: Pueraria lobata; 图像识别; 品质分级; 化学成分; 机器学习

Research on Biometric Image Recognition and Quality Grading of Pueraria lobata

Huang, Yi Wan, Siyan Li, Kexia Chen, Mengting

Nanchang Business College, Jiangxi Agricultural University, Gongqingcheng, Jiangxi, 330000, China

Abstract: This study focuses on the biometric image recognition and quality grading technology of Pueraria lobata. A method combining image processing and chemical composition analysis is proposed to improve the accuracy and efficiency of Pueraria lobata quality assessment. Through the local binary pattern (LBP) and principal component analysis (PCA) algorithms, the morphological features of Pueraria lobata are extracted. By combining the support vector machine (SVM) and convolutional neural network (CNN), the image recognition model is optimized, and a quality grading method based on image recognition is established. The experimental results show that this method can not only quickly and accurately identify the biometric features of Pueraria lobata but also grade its quality through chemical composition analysis, providing new technical means and theoretical support for the cultivation, processing, and quality control of Pueraria lobata.

Keywords: Pueraria lobata; Image recognition; Quality grading; Chemical composition; Machine learning

DOI: 10.62639/sspis05.20250204

引言

随着生物科技与信息技术的快速发展, 图像识别技术在农业和植物学研究中得到了广泛应用, 尤其在植物品质的自动化检测方面, 已成为提升农作物生产效率和产品质量的重要手段。Pueraria lobata (野葛) 作为一种具有重要药用价值的植物, 其块根和茎叶的品质直接关系到药效与市场价值。传统的野葛品质评估方法主要依赖人工经验和化学检测, 不仅耗时耗力, 而且受人为因素影响较大, 难以实现客观、快速的品质评估。

为提高野葛品质评估的效率与准确性, 图像识别技术逐渐成为一种有效的解决方案。通过高效的图像数据分析, 能够自动提取植物的生物特征, 并为品质分级提供科学依据, 减少传统方法中的主观误差。

本文结合图像处理技术与化学成分分析, 探索一种提升野葛品质评估精度的新方法。研究采

用局部二值模式 (LBP)、主成分分析 (PCA) 和卷积神经网络 (CNN) 等机器学习算法, 构建基于图像识别的品质分级模型, 力求实现野葛品质的自动化评定。研究的创新之处在于将图像特征与品质指标建立关联模型, 为野葛的种植、加工及质量控制提供技术支撑与理论依据。

一、智能化技术概述

(一) 图像识别技术的应用与发展

图像识别技术自诞生以来, 经历了多个发展阶段, 从依赖手工特征提取的传统算法到基于深度学习的高效模型, 充分展现了计算机视觉领域的持续创新与突破。早期的图像识别方法主要依赖人为设计的特征, 诸如边缘、角点和纹理等基本图像信息, 通过这些特征实现分类或识别。然而, 这类方法受噪声、光照变化等环境因素影响较大, 识别效果在实际应用中具有较多局限性。

随着计算能力的提升和大数据技术的普及, 基于深度学习的算法逐渐成为图像识别技术的主

(稿件编号: IS-25-4-1004)

作者简介: 黄艺 (1975-), 男, 汉, 江西南昌, 博士, 副教授, 研究方向: 移动开发。

万思言 (2003-), 男, 汉族, 籍贯: 江西省南昌市, 大学本科在读, 研究方向: 大数据管理与应用。

李科遐 (2004-), 女, 籍贯: 四川省资阳市, 大学本科在读, 研究方向: 大数据管理与应用。

陈梦婷 (2024-), 女, 籍贯: 浙江省绍兴市, 大学本科在读, 研究方向: 计算机科学与技术。

基金项目: 教育部产学协同育人项目: “Pueraria lobata 生物特征图像识别与品质分级研究” (编号: 2412120224)。

流。尤其是卷积神经网络(CNN), 凭借多层次的卷积运算, 能够自动从图像中提取高维特征, 极大提升了特征提取的效率和准确性。CNN模型在图像识别任务中表现突出, 通过逐层提取图像特征, 从低级视觉特征逐步抽象为高级语义特征, 使得识别过程更加智能化和自动化。同时, 深度学习的端到端学习模式简化了传统算法中的繁琐特征选择和预处理过程, 显著降低了对人工干预的依赖, 进一步推动了图像识别技术的发展。

尽管深度学习模型在多个领域取得了显著成果, 但图像识别技术在实际应用中仍面临一系列挑战。首先, 深度学习模型的训练依赖大量标注数据, 而在某些特定领域, 如植物学图像识别中, 数据标注过程通常耗时且复杂, 尤其是植物种类繁多、生态环境多样的情况下, 数据收集与标注难度更大。其次, 高昂的计算资源需求是限制深度学习模型应用的另一重要因素, 模型训练往往需要强大的硬件支持, 这对中小型研究机构和农业应用场景带来了较大成本压力。此外, 深度学习模型的“黑箱”特性使得模型决策过程缺乏透明性, 在某些需要精确解释模型决策依据的应用中, 这种特性可能成为限制因素。

在农业与植物学领域, 图像识别技术的应用已展现出巨大潜力, 尤其在作物病虫害检测、作物生长监测和品质评定等方面具有显著优势。图像识别技术能够通过分析植物叶片、茎秆等部位的图像, 自动识别作物病害及生长状态。例如, 深度学习在农作物病害分类中的应用, 可以准确识别不同类型的病菌, 为农户提供早期预警和精准管理方案。此外, 图像识别技术还在植物育种中发挥重要作用, 通过快速筛选植物形态特征, 提高优良品种的育种效率。

在野葛(*Pueraria lobata*)品质评估与管理中, 图像识别技术不仅能够高效提取植物的生物特征, 还可用于不同生长阶段与环境条件的实时监测, 帮助农户优化栽培管理。通过与化学成分分析技术相结合, 图像识别能够为野葛的品质分级提供更加全面的评估方案, 为野葛的种植、加工及市场调控提供科学依据, 推动相关产业的精细化管理与高质量发展。

(二) 机器学习算法的应用

机器学习作为图像识别技术的核心组成部分, 在植物图像分类与品质分级中具有重要作用。其中, 支持向量机(SVM)与卷积神经网络(CNN)是当前最常用的两类算法, 在植物种类区分和品质评定方面展现了独特优势, 尤其在野葛(*Pueraria lobata*)品质分级中发挥了至关重要的作用。

支持向量机(SVM)是一种基于统计学习理论的分类算法, 通过构建最优超平面实现不同类别数据的有效区分。SVM不仅适用于线性可分问题, 还可通过核函数将非线性问题映射至高维空间, 从而实现高效分类。在植物图像分类中, SVM的优势主要体现在对高维数据的处理能力, 尤其在数据量较小、类别边界较为明确的场景下, 能够提供较为精确的分类结果。

在野葛品质分级中, SVM可以通过提取块根纹理、叶片形状等形态特征进行分类。例如, 块根的发育程度与其异黄酮含量存在显著相关性, SVM能够学习这一关系并据此将野葛划分为不同品质等级, 达到精准高效的品质评估效果。相较于其他分类方法, SVM在处理高维特征空间时具有较高的分类精度, 尤其适用于数据集规模较小但具有明确特征的场景。

相比之下, 卷积神经网络(CNN)是深度学习应用中应用最广泛的模型, 凭借多层卷积运算与池化层, 能够逐步从图像中提取出多层次特征, 具有极强的自动化学习能力。CNN的最大优势在于其无需人工干预即可自动学习特征, 通过端到端的训练过程提取图像中的关键特征。这种自动化特征提取能力, 使得CNN在处理复杂、变化多端的植物图像时表现尤为突出。

在野葛品质分级中, CNN能够对不同生长阶段的形态特征(如叶片纹理、块根形状)进行深度学习, 逐层提取影响品质的关键因素, 最终实现精准的自动化评定。例如, CNN可以通过图像识别不同生长阶段的野葛形态特征, 自动判断其品质等级。这种基于深度学习的分类方法在大规模数据处理和高维特征自动提取方面具有显著优势, 极大提高了品质分级的准确性。

结合最新研究成果, SVM和CNN在野葛品质分级中的应用已被证明具有较高的实用性和可靠性。在具体应用中, SVM常与主成分分析(PCA)相结合, 通过降维减少特征冗余, 提高分类效率; 而CNN则通过深层次特征学习, 进一步提升图像识别的精度。SVM和CNN的联合应用为植物图像识别任务提供了强大的技术支持, 不仅提高了品质分级的准确性, 还为农业生产提供了高效、智能化的管理工具, 推动了植物图像识别技术在实际场景中的广泛应用。

二、野葛生物特征图像识别技术的研究与应用

(一) 野葛形态特征图像识别

野葛作为一种生长周期长、形态复杂的植物, 其形态特征包括块根、茎秆、叶片等各个部位的结构。通过图像识别技术, 能够有效地从图像中提取出这些生物特征, 从而为品质评估提供数据支持。尤其是块根部分, 作为野葛最具药用价值的部分, 其发育程度与异黄酮类化合物的含量密切相关。因此, 准确识别块根的形态特征, 是提高野葛品质评定准确性的关键。

(二) 实验设计与结果

在本研究中, 我们首先对不同生长阶段的野葛进行图像采集, 并通过图像预处理技术去除噪声、增强对比度等, 确保图像数据的清晰度和准确性。随后, 使用LBP算法提取图像的纹理特征, 并利用PCA降维处理提取出的特征向量。通过支持向量机(SVM)和卷积神经网络(CNN)两种分类器进行训练与测试, 实验结果表明, 该方法能够在多个图像数据集上取得较高的识别准

准确率, 平均识别率达到 90% 以上。

(三) 图像识别技术的应用场景

图像识别技术在野葛的种植、采收和加工过程中具有广泛的应用前景。在种植过程中, 图像识别技术可以通过对野葛生长阶段的实时监测, 帮助农户及时调整施肥、浇水等管理措施。在采收阶段, 图像识别技术能够辅助识别野葛的成熟度, 保证采收的适时性。在加工阶段, 图像识别技术则可以快速判断加工原料的质量, 为后续加工工艺优化提供支持。

三、野葛品质分级标准的建立与优化

(一) 化学成分分析

野葛的药用价值主要来源于其含有的异黄酮类化合物, 如葛根素、大豆苷等。通过高效液相色谱 (HPLC) 等现代化学分析技术, 可以定量分析野葛中这些关键成分的含量。研究表明, 异黄酮的含量与野葛的药效密切相关, 因而成为品质分级的重要依据。

(二) 品质分级标准的建立

在本研究中, 我们根据野葛中异黄酮的含量、形态特征以及不同加工工艺的影响因素, 提出了基于图像识别与化学成分分析的品质分级标准。通过对不同产地、不同加工工艺的野葛样本进行分析, 验证了该标准的可行性和实用性。

(三) 加工工艺对品质的影响

野葛的加工工艺, 如糖化、提取与干燥等, 显著影响其异黄酮的含量和药效。通过对不同加工工艺的研究, 发现合理的加工方法能够有效提高异黄酮的提取率, 从而提高野葛的药用价值。进一步的实验验证表明, 在适当的温度和时间条件下, 异黄酮的提取效率达到最大值。

四、野葛图像识别与品质分级的关联研究

(一) 图像特征与化学成分关联建模

图像特征与化学成分关联建模在植物品质评估中占据重要地位。传统化学分析方法, 如高效液相色谱 (HPLC), 虽然提供了精确的品质评估结果, 但由于其高成本和较长的实验周期, 应用范围受到一定限制。因此, 基于图像识别的无创品质评估方法, 凭借其快速、低成本和高效的特点, 逐渐成为替代传统方法的有效手段。

植物的外部形态特征通常与其内在化学成分密切相关, 图像识别能够通过提取这些外部特征, 预测植物的品质。为了建立准确的预测模型, 本研究通过提取野葛的形态特征 (如叶片纹理、块根形状等), 并使用主成分分析 (PCA) 对这些特征进行降维, 减少冗余信息, 提升后续分析的效率。随后, 采用支持向量机 (SVM) 与深度神经网络 (DNN) 相结合的方法, 以捕捉图像特征与化学成分之间复杂的非线性关系。SVM 通过核函数增强对非线性数据的处理能力, 而 DNN 则通过多层学习自动提取图像中的高阶

特征, 进一步提升预测准确性。

实验结果表明, 通过 SVM 回归与 PCA 结合的模型, 能够在无传统化学检测的辅助下, 准确预测野葛的异黄酮类化合物含量。在多个测试场景中, 图像特征与化学成分之间的相关性高达 0.87, 验证了图像识别技术在植物品质评估中的有效性。

(二) 基于图像识别的品质分级改进措施

图像识别技术在植物品质评估中的应用虽已取得一定成果, 但仍面临提升准确性与操作性的挑战。为提高图像识别技术在品质分级中的应用效果, 本研究提出了多项改进措施。

图像预处理是影响品质分级精度的关键环节。野葛图像采集过程中, 环境因素 (如光照、背景等) 对图像质量的影响较大, 因此应用图像增强与去噪技术能有效提高图像质量, 为后续特征提取奠定基础。数据增强技术 (如旋转、缩放) 不仅能扩大训练数据集, 还能提升模型在不同环境下的适应能力, 增强其泛化能力。

为了进一步提升品质分级的精度, 本研究结合深度学习算法中的卷积神经网络 (CNN), 使模型能够自动学习并提取植物图像中的关键特征, 减少对人工特征提取的依赖。通过优化 CNN 结构, 本研究能够从复杂的图像数据中提取更为深层次的特征表示, 从而进一步提高品质评定的准确性。此外, 结合迁移学习技术, 模型能够在较小的野葛图像数据集上通过微调已有的预训练模型, 减少训练时间并提高识别精度。

实时在线质量评估系统的开发能够使图像识别技术更好地服务于农业生产。在此系统中, 图像采集、特征提取和品质评定模块的集成, 使得农业生产者能够实时获取野葛的品质评估结果, 及时调整种植或加工策略, 从而优化生产过程, 确保产品质量的一致性。

五、结束语

本文通过结合图像识别技术与化学分析, 提出了一种新的野葛品质分级方法, 并通过实验验证了其有效性。研究表明, 图像识别技术能够在不依赖复杂化学检测的情况下, 快速识别野葛的生物特征, 而化学成分分析则为品质分级提供了可靠依据。未来, 随着技术的不断发展, 图像识别与化学分析的结合将在植物品质评定中发挥更加重要的作用, 推动农业产业的现代化和智能化发展。

参考文献:

- [1] 李石生, 邓京振, 刘欣等. 野葛藤茎的异黄酮类化学成分 [J]. 天然产物研究与开发, 1999.
- [2] 胡珂. 葛藤化学成分的研究 [J]. 基层中药杂志, 1996.
- [3] 魏世清. 葛藤 (Pueraria lobata) 根瘤菌耐酸性研究 [D]. 西南大学, 2007.
- [4] 胡江琴, 王利琳, 余象煜. 野葛地下器官的解剖学研究 [J]. 西北植物学报, 2000.