



## 植物病害智能识别 APP 开发及实践教学应用

孔令广<sup>1</sup>, 李小芹<sup>2</sup>, 李洋<sup>1</sup>, 路冲冲<sup>1</sup>, 姜咏芳<sup>1</sup>, 张超<sup>3</sup>, 丁新华<sup>1\*</sup>

(1. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 271018; 2. 山东农业大学图书馆, 泰安 271018;  
3. 山东农业大学信息科学与工程学院, 泰安 271018)

**摘要:** 该文分析了传统植物病理实践教学存在的一些问题和弊端, 利用卷积神经网络技术开发了植物病害症状和病原菌智能识别 APP, 并将之应用于实践教学, 促进了学科交叉融合, 丰富了教学内容, 完善了实践教学评价体系。实践表明, 植物病害智能识别 APP 在实践教学中效果显著, 提高了学生的学习兴趣, 便于学生个性化、精准化、自由化学习, 有利于培养学生跨学科的创新思维和应用能力, 为新农科复合型人才的培养提供了一种便利工具。

**关键词:** 植物病害; 智能识别; APP; 实践教学; 人才培养

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240073

## Development and Application of Intelligent Identification APP for Plant Disease in the Practical Teaching

KONG Lingguang<sup>1</sup>, LI Xiaoqin<sup>2</sup>, LI Yang<sup>1</sup>, LU Chongchong<sup>1</sup>, JIANG Yongfang<sup>1</sup>,  
ZHANG Chao<sup>3</sup>, DING Xinhua<sup>1\*</sup>

(1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

2. Library, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

3. Department of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

**Abstract:** The challenges and limitations associated with traditional methods of the teaching plant pathology are addressed, and an AI-based mobile application (APP) that utilizes the convolutional neural network (CNN) technology for the visualization of plant disease symptoms and pathogens is developed, which is applied to practical teaching scenarios. The APP can be applied to the innovative practical teaching, which enhances the practical teaching effectiveness. Compared with the traditional teaching methods, this AI-based APP demonstrates a notable positive impact on learning efficacy, significantly increases students' interest in self-directed learning, fosters interdisciplinary innovative thinking, and enhances their application abilities. This tool is particularly beneficial for young talent with diverse skill sets. Furthermore, the APP can be used to improve the quality of education, modernize teaching methodologies, promote interdisciplinary integration, and enhance the evaluation system of practical teaching.

**Key words:** plant disease; intelligent identification; APP; practical teaching; talent cultivation

实践教学是高等学校培养学生综合素质的重要环节, 提高学生专业技能和创新能力<sup>[1]</sup>。植物病理学实践教学涉及知识面广、综合性强, 其中植物病害识别是实践教学的重点和难点。专业实习帮助学生巩固课堂所学知识, 解决实际生产中问题, 扩大知识面, 培养学生独立思考和创新能力, 为今后学习和工作打下坚实基础<sup>[2]</sup>。

传统植物病理学实践教学受时间、地点和气候影响, 加上实习周期长、内容复杂、条件艰苦、形式单一, 学生和教师积极性不高, 影响实践教学质量<sup>[3]</sup>。随着物联网、云计算、大数据、人工智能等现代信息技术在植物保护领域的应用, 提高了植物病害智能识别能力和准确度, 促进了植物保护的智能化水平。新的信息化技术和

收稿日期: 2024-02-25; 修回日期: 2024-06-03

基金项目: 山东省本科教学改革研究面上项目(M2020316); 全国农业教指委 2021 年面上项目(2021-NYYB-37); 山东农业大学教学改革研究重点项目(XZ202103)。

作者简介: 孔令广(1981-), 男, 博士, 高级实验师, 主要从事植物病理学实验教学与管理等方面的研究。

\* 通信作者: 丁新华(1980-), 男, 博士, 教授, 主要从事植物病理学等方面的研究。E-mail: xhding@sdau.edu.cn

成果在农业生产应用对高等农科学校教学产生了极大的影响,对教师教学理念、内容、模式和方法以及学生学习理念和方式均带来了许多挑战和机遇<sup>[4]</sup>。目前关于植物病害智能识别 APP 在植物病理学实践教学中的应用少见研究报道,本文对植物病害智能识别 APP 开发及应用进行了积极探索和尝试,以期为新农科人才培养提供借鉴意义。

## 1 植物病理学实践教学现状

### 1.1 实践教学内容较为陈旧,不够与时俱进

传统的植物病理实习以校园周边病害调查及标本采集为主要内容,常年实习路线和教学内容不变。不能系统、全面地学习和掌握其他区域复杂植物病害种类、发生规律、危害及防治流程,学生的视野及知识面不够宽阔。随着现代信息技术飞速发展,植物病害智能识别 APP、病虫害预测预报和遥感卫星、无人机等新技术和新成果在植物保护领域已广泛应用<sup>[5-6]</sup>,但老师和学生了解较少。传统教学应用的好多内容落后于先进农业生产,失去了“大学引领社会发展”的功能,学生参与积极性不高。

### 1.2 实践教学模式单一,缺乏创新性

传统的植物病理学相关课程教学实习模式单一。一名老师带领 1~2 个班级学生进行植物病害实地调查和标本采集、鉴定,老师走到哪儿,学生跟到哪儿,30 多个学生围绕一名老师,只有紧跟老师身边的几个学生能得到有效指导,大部分学生走马观花,参与度不高。传统实践教学方法枯燥,以教师讲解、学生被动接受为主,基本是填鸭式、灌输式教学<sup>[7]</sup>。老师讲解哪个植物病害,学生就采集哪个病害,没讲的病害学生也不去尝试鉴定,学生过度依赖教师,无法提高鉴别植物病害种类数量和认知的能力。

### 1.3 年轻教师知识储备不足,缺乏应对能力

普通植物病理学和农业病理学等课程教学实习具有情况复杂、涉及知识面广、综合性强等特点。一般新聘年轻教师理论知识储备不足,只会照本宣科,对自己研究领域的某种病害识别、发生规律和防治讲解比较清楚,但是对其他植物病害了解较少。部分教师只注重实验室内基础项目研究,深入田间地头生产一线机会少,跟生产实

践脱节,造成实践中好多植物病害及病原菌不认识,指导学生有些力不从心。

### 1.4 实践教学易受气候、季节和环境限制

传统实践教学为大班教学,易受场地、天气和突发情况影响。如 2020 年突如其来的新型冠状病毒肺炎疫情,给教学带来很大冲击,尤其是对实践教学影响更大。根据学校防控要求,学生不得外出,只能在校园或周边基地开展实践教学活动。传统的实习空间被打破,学生得不到老师及时指导,专业技能和动手能力得不到锻炼,实践教学效果下降。

## 2 植物病害智能识别 APP 设计与开发

### 2.1 植物病害及病原菌图像来源

植物病害智能识别 APP 需要一定数量的具有明显症状的图像数据集<sup>[8]</sup>,这部分工作需要植物保护专业背景知识的人才能完成。病原菌侵染植物后,首先在植物体内发生生理生化反应,继而细胞和组织器官开始发生肉眼可见的不正常生长变化,也就是病状。对于细菌性和真菌性病害,除了病状,还会有些病原菌附在寄主植物上,称为病征。人们对病害的认识和了解,首先是从病状和病征观察开始的。植物病害一般包括病状和病征两部分,常见的病状包括变色、坏死、萎蔫、腐烂、畸形等;病征有霉状物、粉状物、小黑点、颗粒状物、粘液和胶状物等<sup>[9]</sup>。将病状、病征和病原菌智能识别有机结合,可以提高智能识别准确率,便于 APP 推广应用。目前市场开发的 APP 侧重植物病状,对于病征智能识别研究较少。本文通过植物保护相关专业学生实习过程中利用智能手机、相机以及监测无人机获取大量电子图片,每张图片包括典型的病状和病征,如图 1 所示。大量高质量电子图片是实现人工智能识别的基础。

### 2.2 植物病害智能识别 APP 研发工具

采用 MySQL5.8 作为数据库,主要负责存储植物病害的图片和相关信息。在前端,选择 Vue 作为 Web 端的开发框架,主要负责展示和交互;在后端,使用 Java 语言和 SpringBoot 框架进行开发,主要负责处理业务逻辑和与数据库的交互;在移动端,选择 Flutter 作为开发框架,主要负责手机拍照上传和图片库查看等功能。整个软

件系统主体选用 Minio 作为图片存储服务, 如图 2 所示。利用卷积神经网络(CNN)自动提取图像特征<sup>[10-11]</sup>, 首先提取病害图像特征, 生成特征图, 这部分需要植物保护专业的师生完成病害和病原菌的特征标识; 将特征图输入到网络, 生成候选区域; 通过设计不同的卷积、池化组合, 自动提取图像的上下文信息以及全局特征信息<sup>[12]</sup>; 最后通过特定函数输出分类识别结果。这部分内容涉及学科交叉, 需联合信息学院专业教师, 围

绕如何提高识别性能、实用性、便捷性以及经济性等问题, 展开大量研究, 采用 CNN 最小化损失函数对网络中各节点的权重参数逐层调节, 通过反向递推, 不断调整参数使得损失函数的结果逐渐变小, 从而提升整个网络的特征描绘能力, 使 CNN 模型分类的精确度不断提高, 实现病原菌的识别精准度。植物保护学院和信息学院师生共同开发植物病害智能识别 APP, 从微观角度, 实现对植物病原菌的智能识别。

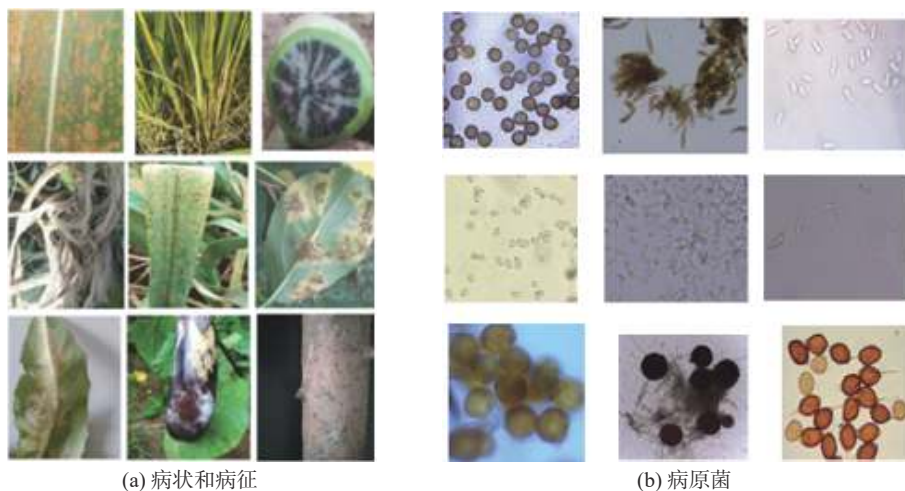


图 1 部分植物病害形态图

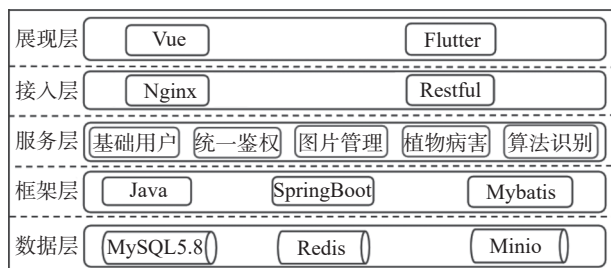


图 2 植物病害智能识别 APP 系统框架

### 3 植物病害智能识别 APP 在实践教学应用

#### 3.1 创新实践教学模式

现代信息技术对教育产生深刻影响, 植物病害智能识别 APP 应用, 更新了实践教育理念, 变革了实践教学模式<sup>[13]</sup>。传统实践教学理念“以教师为主体, 以传授知识为中心”, 植物病害智能识别 APP 凭借其应用方便、传播快速、手段丰富等优势, 改变学生学习知识模式, 摆脱学生对老师的依赖, 跳出传统实践教学地域和时间的局限性<sup>[14]</sup>, 学生可以随时随地完成病害识别, 为学生

构建全方位、全过程、全天候的学习环境。植物病害智能识别 APP 的应用真正实现“以学生为主体, 以综合能力培养为中心”的教学理念。在森林保护和制药工程专业实习中, 师生采用无人机高光谱遥感技术和 APP 联合应用, 对于林木病害进行实时监测和精准预警, 改变传统农业生产模式, 通过现代化成果应用与实践, 开拓学生眼界, 激发学生以强农兴农为己任的热情。

#### 3.2 促进学科交叉融合

现代化农业需要学生除了掌握农学、园艺、植物保护等相关专业外, 还需掌握信息自动化、计算机、机械工程等跨专业的理论和实践知识<sup>[15]</sup>。植物病害智能识别 APP 开发与应用有利于加强学科交叉融合和学生创新性思维。山东农业大学植物保护学院以植物病害智能识别 APP 开发为契机, 积极开展具有高阶性、创新性和挑战度的实践教学, 打破传统学科壁垒, 推动植物保护专业与现代信息技术深度交叉融合, 整合植物保护学院、信息科学与工程学院和机械与电子工程

学院等多方面的师资力量,发挥各自学科优势和专业特长,联合培养创新型植物保护复合型人才,满足新农科建设要求。

### 3.3 丰富实践教学内容

植物病理学实践教学实习要紧跟科技前沿,围绕行业需求,通过实践教学弥补课堂理论教学与实际生产脱节的状况,避免因课程教学内容滞后影响新农科人才的培养质量<sup>[16]</sup>。植物病害智能识别 APP 使信息技术与植物保护专业深度融合,利用现代信息技术拓展学生实践教学内容的广度和深度,延伸实践教学的时间和空间,丰富实践教学内容<sup>[17-18]</sup>。学生在自由采集的时间段利用智能手机通过 APP“扫一扫”,对发病植物拍照上传,便可自动获得病害识别的诊断结果,包括病害相似程度、病害特征、病害原因、防治措施等描述;通过智能手机,存储病害和病原菌图片,为病害智能识别、理论教学和教材出版提供素材。病害智能识别 APP 设置问答版块,学生可以通过向专家免费咨询,学习和了解当前全国各地多种植物病害发生与防治的知识内容,开拓眼界,丰富教学实习资源。植物病害智能识别 APP 提高了实践教学内容的科学性、前沿性、针对性和实效性,丰富了老师教学手段和内容,学生在使用过程中实现了“个性化、精准化、自由化”,能够多角度、多维度培养学生实践能力,全面提升学生综合素质。

### 3.4 完善实践教学考核体系

传统实践教学考核评价标准相对单一,以撰写实验报告考核为主,基本没有涉及对学生综合能力的考查,所以学生一般不够重视,在实习过程中,每组只依赖于一两个动手能力强的同学完成,实验报告及结果分析也存在相互抄袭的现象。

单从实验报告的完成情况和结果分析,无法反映学生真实的实践水平和动手操作能力,也不能充分调动学生积极性<sup>[19]</sup>。APP 应用注重学生全过程考核,对学习态度、学习表现、学习能力和学习效果都能够客观、有效地体现。如图 3 所示,对不同评价元素赋值。这种多元化的评价体系,使学生参与实践全过程,提高了学生的参与度和学习的积极性,实现了对实践教学“系统、全面、客观、分析、反馈”评价闭环管理,为实践教学改革提供参考和借鉴。

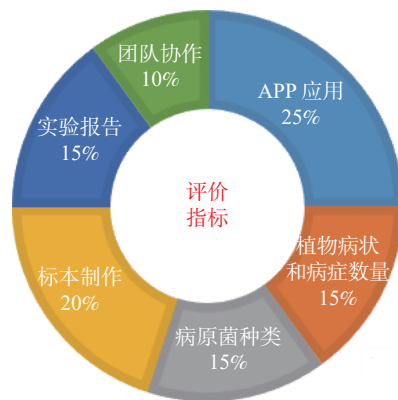


图 3 学生实践教学评价模式

## 4 实践成效

选择 2019 级植物检疫专业 2 个班级 58 名本科生为研究对象,在植物有害生物学综合实践课程中进行,时长 3 周。一班学生采用教师带领学生的传统实习方式(对照组),二班采用病害识别 APP 和教师指导相结合方式(研究组)。实践表明,研究组学生在老师指导和 APP 的帮助下,平均病害采集种类数量比对照组同学多出 38.7%;病害识别准确率为 95.6%(对照组为 85.7%);实验报告平均成绩为 93.2 分(对照组为 87.6 分)。综合分析,研究组学生成绩明显高于对照组学生,如表 1 所示。问卷调查结果显示,研究组有 96.4% 的学生对植物病害智能识别 APP 应用效果比较满意,认为有助于自主学习,开阔了视野、激发了学习兴趣,说明学生对新技术、新成果应用的渴望,也反映了实践教学改革势在必行。植物病害智能识别 APP 应用得到了学生的认可,提高了学生实习效率,提升了人才培养质量。

表 1 对照组和研究组操作技能、报告成绩及 APP 效果满意度

分组	病害采集/种	鉴定准确率/%	报告成绩/分	APP 效果满意度/%
对照组	45~53	85.7	87.6	86.7
研究组	61~76	95.6	93.2	96.4

## 5 结束语

随着互联网、大数据、人工智能等技术的发展,数字化教学资源对知识传播主体、学习时间、实习空间、学生能力培养和评价方式都带来翻天覆地的变化。首次将植物病害智能识别 APP 引入实践教学,对病原菌形态实现智能精准

识别是本研究的亮点。学生通过 APP, 将植物病害症状识别和病原菌形态鉴定有机结合, 提高了认知能力和病害识别的准确度。APP 能够识别作物、果树和蔬菜的主要病害, 但是对于园林、花卉和杂草等植物的病害还不能识别, 下一步随着实践教学内容的丰富和人工智能识别技术的发展, 将进一步扩充和完善现有病原菌数据库, 提高 APP 智能识别准确度和应用范围。植物病害智能识别 APP 开发和应用对实践教学既是机遇也是挑战, 一方面 APP 应用使实践教学更加灵活、便捷和高效; 另一方面教师和学生要不断调整自己的角色和心态。教师要勇于打破专业束缚, 不断地自我学习, 努力提高育人本领; 学生在主动学习新技术的同时, 也要注意不过度依赖 APP, 结合传统病害鉴定方法, 全面提高病害识别技能。这样, 涉农高校培养的人才才能满足我国农业农村现代化和乡村全面振兴战略需求。

### 参考文献

- [1] 张伟. 新农科背景下涉农高校智慧农业专业的实践教学体系构建: 以东北农业大学为例[J]. *中国农业教育*, 2022, 23(3): 39-44.
- [2] 张旭, 杨国庆, 姚拥军, 等. 新农科背景下实践教学体系的建设与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2023, 42(2): 263-267.
- [3] 王海光. 智慧植保及其发展建议[J]. *中国农业大学学报*, 2022, 27(10): 1-21.
- [4] 韩雪凉, 李兴国. 智慧教学环境在高校未来发展中的建设方向研究[J]. *实验科学与技术*, 2022, 20(5): 151-155.
- [5] 粟华生. 基于校企深度融合背景下高端智能设备应用的人才培养模式探索: 以智能植保无人机技能实训的高层次人才培养实践为例[J]. *装备制造技术*, 2023(7): 156-159.
- [6] 陈军, 邵昌余, 赵赞伟. 植保无人机在遵义市农作物病虫害防治中的应用实践与建议[J]. *中国植保导刊*, 2023, 43(9): 110-114.
- [7] 卢宝慧, 高洁, 陈长卿. 基于实践教学模式的植物保护专业教学探讨[J]. *教育教学论坛*, 2023, 608(5): 131-134.
- [8] 周长建, 宋佳, 向文胜. 基于人工智能的作物病害识别研究进展[J]. *植物保护学报*, 2022, 49(1): 316-324.
- [9] 许志刚. 普通植物病理学实验实习指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [10] 刘婷婷, 王婷, 胡林. 基于卷积神经网络的水稻纹枯病图像识别[J]. *中国水稻科学*, 2019, 33(1): 90-94.
- [11] 贾少鹏, 高红菊, 杭潇. 基于深度学习的农作物病虫害图像识别技术研究进展[J]. *农业机械学报*, 2019, 50(S1): 313-317.
- [12] TERENCEV A, DOLZHENKO V, FEDOTOV A, et al. Current state of hyperspectral remote sensing for early plant disease detection: A review[J]. *Sensors*, 2022, 22(3): 757-757.
- [13] 胡刚, 周刚, 周平, 等. 植物识别类 APP 在高校植物学野外实习教学中的应用[J]. *大学教育*, 2020(11): 115-117.
- [14] 朱丽梅, 张波, 徐敏, 等. 现代信息技术与植物保护学课程整合的探索与实践[J]. *安徽农学通报*, 2023, 29(1): 176-178.
- [15] 樊佳, 郑冬超, 阎臻, 等. 教育信息化背景下的生物化学实验改革探索[J]. *实验科学与技术*, 2023, 21(4): 86-90.
- [16] 李成亮, 刘艳丽, 战琨友, 等. 智慧农业背景下涉农专业教育的改革研究[J]. *高等农业教育*, 2022(1): 10-15.
- [17] 王有宁, 张天凡, 刘华波, 等. 新农科背景下多学科交叉融合的智慧农业人才培养模式研究[J]. *农业与技术*, 2023, 43(7): 159-161.
- [18] 蔡印, 杨晓帆, 凌振宝, 等. 创建“教、学、管、服、评”五位一体线上线下融合实践教学运行模式的探索与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2023, 42(3): 258-262.
- [19] 李勇, 林志, 刘晶, 等. 生物学野外综合实习多元化教学体系的构建[J]. *实验室研究与探索*, 2023, 42(8): 211-213.

编辑 钟晓