

# 图像处理在农业应用的研究进展

郑小南, 杨 凡, 李富忠

(山西农业大学软件学院, 山西 晋中 030801)

**摘 要:**近年来,在国家智慧农业政策的大力推行下,农业已经朝着智能化的方向不断进步,因此,图像处理技术也在农业中得到了应用,涉及到农业生产中的各个环节。但由于我国;资源丰富,种植环境复杂,以及当前技术的不完善,使得图像处理技术还未大规模的推广和应用。因此文中主要论述目前图像处理技术在农业领域的研究进展进行,分析应用中存在的问题,并对其未来的发展方向进行展望。

**关键词:**图像处理;农业领域;生长监测;深度学习;智慧农业;农产品

**中图分类号:** TP317

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2095-1302 (2020) 09-0080-03

## 0 引 言

计算机图像处理技术是运用计算机对图像进行处理,获取图像信息及数据的一种技术。通过图像处理技术进行图像分析,可以对目标物体的颜色、纹理、大小等特征进行实时监测,具有准确可靠、高精度、高效率等优点,被广泛应用于科学研究、工农业生产、生物医学工程、航空航天、军事、机器人产业、政府职能机关文化文艺等多个领域<sup>[1]</sup>。

在发展图像处理技术的早期,图像处理的主要目的是在人的视觉效果和图像质量上进行改善<sup>[2]</sup>。图像处理技术的研究开始于20世纪60年代,随着农业信息化的不断发展,图像处理技术被逐渐广泛应用于农业领域,主要集中在农作物生长监测、农产品品质检测等方面。

在农业耕作过程中,为了提高农作物的产量,过量使用农药和化肥等化学药物的现象在我国农业生产中仍普遍存在,使得农产品质量无法从源头上得到保证。传统的农产品检测方法主要通过物理、化学检测,需要耗费大量的时间、人力、物力和财力<sup>[3]</sup>。我国现对图像处理技术在农业方面的研究已有一定的成就,但大多数仍在试验阶段,需要进一步的推广和施行。

## 1 图像处理技术概述

图像处理是通过计算机对获取的图像进行加工和处理的一种技术。图像处理的基本过程是图像采集、图像预处理、图像特征提取、图像结果输出。图像预处理<sup>[4]</sup>是对图像进行

优化,尽可能的去除对被提取特征造成干扰的部分,包括去噪、修复等;图像特征提取<sup>[5]</sup>是在去噪的基础上对图像像素点进行分类的一个过程,将研究者感兴趣的区域通过计算机提取进而输出为人类视觉可以感知的结果图像。

近年来,随着计算机硬件和软件的不断改进,深度学习已经应用到文字识别、自然语言处理、人脸识别、目标检测等众多领域<sup>[6]</sup>。与传统的图像处理方法相比较,深度学习极大的提高了图像处理的速度和精度,卷积神经网络模型(CNN)<sup>[7]</sup>专门应用于涉及图像分类和对象识别的计算机视觉,为图像处理的进一步发展提供了技术支持。

## 2 图像处理技术在农业中的应用

目前,图像处理技术在农业生产中的广泛使用,极大地提高了农业生产的效率和产量,体现在农业生产的各个环节,例如:通过图像处理技术对农作物种子进行品质分选,对生长长期的农作物进行病虫害、生长信息的监测<sup>[8]</sup>以及成熟期的果实分级等。

### 2.1 农作物种子质量检测

农作物种子质量是决定农作物产量及品质的重要因素,高质量的种子一般会表现出较高的发芽率和出苗率,并且在植株生长期也会较健壮,抗病性强,更易存活。因此,为了保证农作物产量,提高农作物品质,减少农民的经济损失,需要在播种前对种子质量进行检测。传统的种子质量检测方法存在耗时耗力、主观性强等问题,随着计算机和图像处理技术的不断发展,图像处理技术被逐渐应用到种子质量的检测中,许多研究者通过获取种子的图像对种子进行品种分类和质量分级<sup>[9-12]</sup>。李冬提出了一种基于图像处理的稻花香水稻种子鉴别的方法<sup>[13]</sup>,通过图像处理,计算出水稻种子图像的重心、重心、面积、周长等10个物理形态变量,利用主

收稿日期: 2020-03-03 修回日期: 2020-04-09

基金项目: 山西省重点研发计划(指南)项目(201703D221033-3); 山西农业大学花卉识别应用创新平台项目(K481811088); 农业大数据创新平台项目(K481811076); 中小企业大数据平台开发(K4810902)

成分分析进行降维处理,最终通过余弦相似度的方法对优质水稻种子进行最终鉴别,实验表明优质水稻种子鉴别的正确率为88%。ZHAO Xueguan等研究了番茄内部形态、种子大小与种子萌发的关系以及番茄种子X射线图像的预处理算法<sup>[14]</sup>,利用图像处理算法提取番茄种子的内部结构特征。通过种子萌发试验探索种子活力与种子大小的关系,通过幼苗评价试验发现,X射线图像分析提供了一种完美的观察种子内部部分和种子形态的研究方法,胚乳和胚的面积越大,相同大小的种子长出健康幼苗的可能性越大。机械损伤对种子萌发有不利影响,组织变质容易产生周苗和异常苗。

近年来,深度学习算法开始流行,并逐渐应用到了农业生产中,基于深度学习的图像处理技术在一定程度上提升了种子质量分级的精度和效率<sup>[15-16]</sup>。郑敏江通过图像处理的方法提取了玉米种子的矩形体、周长、面积等6个特征值,并对其进行统计分析<sup>[17]</sup>,从颜色、大小、饱和度、形状等多个特征实现了玉米种子的质量分级。在分级算法研究中,主要采用了两种算法对玉米种子质量进行分级,分别是基于隶属函数的玉米种子分级和基于BP神经网络的玉米种子分级。实验结果表明,基于BP神经网络的玉米种子分级算法效果更优异,在质量分级方面达到97%的准确率。LIU Dejun等通过图像处理,提取大豆图像的8个形状特征,三个颜色特性和3个纹理特征,作为输入层建立BP神经网络分类模型,识别大豆种子的虫蛀、破损、霉变等缺陷<sup>[18]</sup>,平均识别精度为97.25%。并开发大豆种子缺陷识别和去除装置,对该装置进行了5次试验。籽粒正常、霉变、虫损、皮损、破碎、部分缺陷的平均鉴别去除率分别为99.24%,98.2%,96.4%,85.6%,92.4%,85.2%。

## 2.2 农作物生长信息监测

作物生长信息可以直接反映出作物的生长状况,例如作物缺水、缺肥或者是否有虫害等,计算机图像能够代替人眼快速、准确地对作物的生长状况进行监测分析,并通过人工智能设备对其采取相应的措施,极大的节省了劳动力,为农作物的品质和产量提供了保证。目前,图像处理技术在作物自动监测上得到了广泛的应用<sup>[19-20]</sup>,主要是通过图像自动获取、图像处理和分析等技术提取被监测植物的一系列特征,包括不同生育期自动识别、果实位置定位、植株营养元素分析等,以此对农作物的生长状况作出实时的监测和反馈。郑阳提出了一种实时性好、准确性以及鲁棒性高的玉米生长自动监测算法<sup>[21]</sup>。该研究将玉米的生长监测研究分为三个部分,包括针对玉米生长初期的玉米与杂草自动识别,针对玉米穗期图片中玉米穗的自动识别,以及针对玉米整体生长过程的生长期自动识别与预测,为实现玉米生长期预测提供了一个可能的技术途径。REIS M J C S等提出了一种在自然环境下

检测和定位彩色图像中葡萄串的系统<sup>[22]</sup>。该系统能够区分白葡萄和红葡萄,同时计算出串茎的位置,实现对葡萄串的实时监测。实验结果表明,该系统对红、白葡萄的正确分类率分别为97%和91%。陈佳悦等利用冬小麦冠层图像获取颜色特征,并研究小麦氮素与冠层图像之间的相关性,突出代表性分量的同时又综合考虑3个单色分量<sup>[23]</sup>,并基于近似最优组合方法建立RGB空间下冬小麦冠层氮素营养颜色组合评价指标。该研究能为冬小麦冠层的氮素营养诊断基于图像的评价指标提供参考。

## 2.3 农作物品质检测

应用图像处理进行农产品品质检测,具有高效、低成本、无损等优势,现已广泛应用到了农业生产中,众多学者利用图像处理技术对农产品进行检测研究,并取得了一定的研究成果。YU Yang等提出了一种基于多图像特征和加权k均值聚类算法的快速有效的苹果自动分级方法<sup>[24]</sup>,该方法提出可以利用4个图像(顶部、底部和两侧)和每个苹果的平均灰度值来区分苹果缺陷、茎和花萼。此外,根据国家苹果分级标准的要求,对加权特征(MCSAD(最大横截面平均直径)、圆度、PRA(红色区域比例)和缺陷区域进行了仔细的选择,提高了该方法的实用性。结果表明,所提出的多特征分级方法的总准确率大于96%。陈红等通过图像处理技术获取到多种菌类的纹理特征,研究了多种菌盖纹理模型以及各个模型参量的融合,并以此设计了香菇自动分选的系统<sup>[25]</sup>,实验结果显示该系统的分选正确率为93.57%。石小凤探索分析了基于图像处理技术的小麦品质检测与分级的新方法<sup>[26]</sup>,通过改进特征提取算法,将贡献率较大的特征参数识别出来,以此来构建可以准确识别小麦品种的最优模型,结果显示,样本识别准确率比网络优化前的样本识别准确率增长了11.45%。

## 3 存在的问题及展望

随机计算机技术的不断发展,图像处理技术已被广泛应用到生活中的各个领域<sup>[27-30]</sup>。近年来,图像处理技术在农业上的应用也取得了一定的进步,但由于我国农产品种类繁多,种植环境复杂,使得图像处理技术在现实使用中仍存在一些問題。

(1)应用图像处理技术对农产品进行实时监测时,需要固定的角度及环境背景,导致处理结果存在一定的片面性。环境条件复杂的情况下,图像处理较困难,会导致错误分类,对实验结果造成误差。

(2)缺乏高效率、高精度的算法是目前图像处理所面临的重要问题之一。农作物生长监测、农产品品质检测中,需要对多项指标进行综合分析,目前的算法还无法对大量指标

进行并发高效的处理。

图像处理技术的未来发展趋势主要集中在以下几个方向。

(1) 现有算法的改进或新算法的研究。当前, 深度学习逐渐成为目前研究的热点, 深度学习也逐渐与图像处理技术相融合<sup>[31]</sup>, 极大地提高了图像处理的精度和效率, 应用深度学习的图像处理将成为未来的主要发展趋势。

(2) 二维的图像往往会丢失图像中的一些关键信息, 因此, 对三维图像的处理逐渐成为当前的研究热点。三维图像<sup>[32]</sup>可以较精准地将作物的结构进行模拟仿真, 更直观、精准的呈现作物的生长过程, 为作物的生长监测、育苗育种提供更高效率的实验方法。

#### 4 结 语

近年来, 在国家智慧农业政策的大力推行下, 农业已经朝着智能化的方向不断进步, 因此, 图像处理技术也在农业中得到了应用, 涉及到农业生产中的各个环节。但由于我国农产品资源丰富, 种植环境复杂, 以及当前技术的不完善, 使得图像处理技术还未大规模的推广和应用。相信在我们的共同研究和努力下, 图像处理技术中现存的一些问题会很快得到解决。

#### 参 考 文 献

- [1] 张训飞. 计算机图像处理技术及其在农业工程中的应用 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2019 (13): 11-12.
- [2] 刘直芳, 王运琼, 朱敏. 数字图像处理与分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [3] 赵国富, 张喜杰. 基于光谱分析的温室黄瓜营养状态的研究 [J]. 农机化研究, 2013 (8): 18-21.
- [4] SEKRECKA Aleksandra, KEDZIERSKI Michal, WIERZBICKI Damian. Pre-processing of panchromatic images to improve object detection in pansharpened images [J]. Sensors (Basel, Switzerland), 2019, 19 (23): 105-112.
- [5] PENG Xushan, ZHANG Xiaoming, LI Yongping, et al. Research on image feature extraction and retrieval algorithms based on convolutional neural network [J]. Journal of visual communication and image representation, 2020, 69: 102705.
- [6] 林金朝. 基于深度学习的医学图像处理研究进展 [J]. 生命科学仪器, 2018, 16 (z1): 45-54.
- [7] 宋子龙. 基于卷积神经网络的花卉种类识别系统 [J]. 计算机产品与流通, 2019 (12): 91-131.
- [8] 李旭茹, 李富忠, 韩冬, 等. 基于视觉滤波算子的农业图像去噪研究 [J]. 山西农业大学学报 (自然科学版), 2017, 37 (9): 670-673.
- [9] LU Wei, LI YE, DENG Yiming. Root phenotypic detection of different vigorous maize seeds based on progressive corrosion joining algorithm of image [J]. Plant methods, 2019, 15 (1): 518-522.
- [10] 王宇, 陈婧. 基于改进的模糊 C 均值聚类算法的颗粒种子图像分割方法 [J]. 中北大学学报, 2018, 39 (2): 177-182.
- [11] SIVAKUMAR V, ANANDALAKSHMI R, WARRIER B G, et al. Discrimination of acacia seeds at species and subspecies levels using an image analyzer [J]. Forest science and practice, 2013, 15 (4): 253-260.
- [12] 彭彦昆, 赵芳. 基于图谱特征的番茄种子活力检测与分级 [J]. 农业机械学报, 2018, 49 (2): 327-333.
- [13] 李冬. 基于图像的稻花香水稻种子鉴别方法的研究 [D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2018.
- [14] ZHAO Xueguan, GAO Yuanyuan, WANG Xiu, et al. Research on tomato seed vigor based on X-ray digital image [C]// Optoelectronic Imaging & Multimedia Technology IV. Shanghai: SPIE, 2016: 79-89.
- [15] 姚宇. 基于 BP 神经网络大豆种子质量检验分析 [J]. 农村经济与科技, 2017, 28 (24): 20.
- [16] 袁霏. GA-BP 神经网络在玉米种子质量检测分级中的应用 [D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2019.
- [17] 郑敏江. 基于数字图像处理的玉米种子质量分级方法研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- [18] LIU Dejun, NING Xiaofeng, LI Zhengming, et al. Discriminating and elimination of damaged soybean seeds based on image characteristics [J]. Journal of stored products research, 2015, 60: 67-74.
- [19] 梁帆, 杨莉莉. 图像处理技术在水培蔬菜生长监测中的应用 [J]. 湖北农业科学, 2015, 54 (17): 4288-4291.
- [20] 高宇, 高军萍. 植物表型监测技术研究进展及发展对策 [J]. 江苏农业科学, 2017, 45 (11): 5-10.
- [21] 郑阳. 基于图像处理的田间玉米生长监测研究 [D]. 镇江: 江南大学, 2018.
- [22] REIS M J C S, MORAIS R, PERES E, et al. Automatic detection of bunches of grapes in natural environment from color images [J]. Journal of applied logic, 2012, 10 (4): 285-290.
- [23] 陈佳悦, 姚霞. 基于图像处理的冬小麦氮素监测模型 [J]. 农业工程学报, 2016 (4): 163-170.
- [24] YU Yang, VELASTIN Sergio A, YIN Fei. Automatic grading of apples based on multi-features and weighted K-means clustering algorithm [J]. Information processing in agriculture, 2019: 1-10.
- [25] 陈红, 夏青. 基于纹理分析的香菇品质分选方法 [J]. 农业工程学报, 2014 (3): 285-292.
- [26] 石小凤. 于图像处理的小麦外观品质检测与分级 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2018.
- [27] 秦晓明, 谷利芬. 苹果采摘机器人本体导航系统设计与研究: 基于极限学习机与图像处理 [J]. 农机化研究, 2020, 42 (3): 235-239.
- [28] 叶发茂, 董萌. 基于卷积神经网络和重排序的农业遥感图像检索 [J]. 农业工程学报, 2019, 35 (15): 138-145.
- [29] 姚青, 张超. 分布式移动农业病虫害图像采集与诊断系统设计与试验 [J]. 农业工程学报, 2017, 33 (z1): 184-191.
- [30] 苗壮, 路宏遥. 基于图像处理的无砟轨道层间离缝几何特征测量方法研究 [J]. 湖南文理学院学报, 2019, 31 (4): 20-24.
- [31] 徐政超. 基于深度学习的图像处理技术 [J]. 数字技术与应用, 2019, 37 (5): 222-224.
- [32] 李林. 基于点云的农作物三维重建研究现状及展望 [J]. 农业开发与装备, 2019 (10): 99-101.

作者简介: 郑小南, 女, 山西洪洞人, 在读硕士研究生, 研究方向为计算机视觉。

李富忠, 男, 山西大同人, 博士, 教授, 研究方向为农业经济管理。