

计算机及信息技术在设施园艺中的应用

章铁军¹, 吴晓蕾², 官彬彬², 高洪波², 庞立新¹

(1. 河北农业大学 现代教育技术中心, 河北 保定 071001; 2. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘要:计算机及信息技术的发展对传统设施园艺植物栽培产生了巨大影响,现着重从计算机视觉技术、设施环境信息监测及控制系统、设施作物生长模拟系统、设施园艺信息系统4个方面介绍了计算机及信息技术在设施园艺中的研究进展和应用情况,分析了存在的问题及其未来的发展方向。

关键词:计算机技术;信息技术;设施园艺;应用;发展

中图分类号:S 126 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)19-0200-03

近年来,随着计算机及信息技术在农业领域的不断渗透,基于网络的农业专家系统、农用智能监控系统、智能温室系统以及电子商务等信息系统已在农业栽培生产和经营管理中得到广泛应用,对推动农业现代化发挥了重要作用。设施园艺作为农业最新模式,突破了气候条件、自然环境、土壤性质等诸多因素的限制,实现了优质、安全、高效生产。我国作为世界上设施面积最大的国家,截至2010年底,设施蔬菜种植面积约达466.7万hm²,分别占我国设施栽培的95%和世界设施园艺80%的面积,且仍以每年10%左右的速度不断发展,已成为促进农民增收、提高居民生活水平的重要保障^[1]。目前,我国设施园艺正朝着自动化、智能化、精准化、网络化方向发展,以计算机及信息技术为依托的各类系统对提高设施园艺生产水平、促进设施园艺快速发展具有较大的促进作用。

1 计算机视觉技术

计算机视觉也称机器视觉,是模式识别与人工智能的一个重要领域,指的是计算机通过分析图像来获取描述一个景物或控制某种动作的数据,是用计算机来模拟生物外形或宏观视觉功能的科学和技术。近年来,计算机视觉技术作为一项新兴技术,发展十分迅速,该项技术在设施园艺的应用研究主要集中于园艺作物生长及营养态势监测、病虫害的监测与防治、自动化机械收获、产品无损检测与分级等方面。

1.1 园艺作物生长及营养态势监测

传统的作物生长态势测量方法是通过设立调查样

点,在作物不同生育时期对样点进行调查,人工记录各项生长指标。这种方法费时费力、误差大、破坏性大,且难以准确评价群体生长动态。采用计算机视觉技术具有无损、快速、实时等传统测量方法不可比拟的优势,能对作物进行连续的无损检测,能对植物生长状态进行科学的定量描述,测量结果客观、稳定,有预测能力,适于在大面积高效生产进行精确控制时使用。

1.1.1 生长态势检测 计算机视觉系统的核心是图像处理,这为实现设施作物的生长动态监测提供了技术保证,而且这种监测不仅可实时检测茎叶等植物外观生长动态,还可对作物缺素状况及营养需求情况进行检测和管理。杨劲峰等^[2]采用平台扫描仪获取叶片的数字图像,建立了数字图像处理技术测定蔬菜叶面积的方法,与其它方法相比具有准确、快速、适用范围广、容易普及等优点,适用于叶面积的测量工作,使用面也较广。李艳等^[3]利用数码相机获取田间番茄冠层影像,并通过图像处理软件识别冠层和背景像素,可快速准确监测番茄生长发育,为番茄生产提供了科学依据。武聪玲等^[4]在温室条件下,利用图像处理技术,通过计算机无损测量黄瓜的叶冠投影面积,较好地预测了植株真实叶面积以及茎叶的干鲜重。

1.1.2 营养态势监测 利用计算机图像处理技术,根据颜色纹理等特征对作物缺素状况进行判别,进而实现自动施肥,对设施作物栽培管理的自动化、智能化具有深远的影响。近年来,我国学者对温室作物进行了大量相关研究。宋述尧等^[5]分析了不同供氮水平下黄瓜冠层图像参数与施氮量、土壤无机氮和植株氮素营养指标之间的关系,证明黄瓜冠层图像是诊断黄瓜结果期氮素营养状况的适宜数字化参数。徐贵力等^[6]研究了无土栽培番茄缺素叶片彩色图像的颜色特征,用百分率直方图法提取的颜色特征能较好地识别缺素叶片,准确率在70%以上。

第一作者简介:章铁军(1976-),男,河北秦皇岛人,本科,实验师,研究方向为设施园艺计算机工程。E-mail: zhangtj@hebau.edu.cn.

基金项目:2011年河北省农办科技推广资助项目。

收稿日期:2012-06-01

将计算机视觉技术应用到作物营养液调控及供给,按照各种作物的需求来供应作物的营养,提高营养液灌溉的准确度,是现代无土栽培实现自动化管理的主要形式之一。该系统将由计算机视觉识别得到的作物缺素信息应用到作物营养液调控及供给中,通过 CCD 传感器采集作物的图像信息,并对作物的图像信息进行处理,判断作物是否缺素,并将处理的结果通过通信接口传递给营养液智能调控器,将作物的缺素信息与智能调控器储存的作物生长的专家信息相结合,给出合适的控制命令,调整营养液调控系统参数,对营养液的调控系统进行控制,从而完全实现按作物生理需求来灌溉的实时控制。秦琳琳等^[7]采用最小二乘拟合的方法建立离子选择电极的测量模型,可以实现营养液中温度、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 NO_3^- 、pH 值、EC 值和溶氧值的在线检测,营养组分中各离子浓度、pH 值的自动控制以及营养液自动加温。孙霞等^[8]设计了一种基于比例因子和规则因子自适应模糊控制器,并在营养液调配控制系统的实际应用中取得了良好的效果。

1.2 病虫害的监测与防治

采取光谱分析法、颜色分析法、纹理分析法或外形分析法,应用计算机视觉技术进行病虫害的监测,对于设施作物的优质高效生产具有十分重要的意义。沈佐锐等^[9]应用计算机视觉技术对温室白粉虱的自动计数技术进行了研究。直接利用分割图像进行白粉虱个体计数的累积准确率达 90.99%。这一技术能大幅度降低监测温室微小昆虫的工作量和提高调查精度,具有进一步在生态研究领域推广的可能性。柴阿丽等^[10]建立了一套图像采集处理系统,进行了番茄早疫病、晚疫病、叶霉病和棒孢叶斑病 4 种叶部病害的自动识别方法研究,实现了对番茄叶部病害的快速、准确识别,为实现番茄病害的田间实时在线检测提供了一套全新的方法。

1.3 自动化机械收获

自 1983 年第 1 台西红柿采摘机器人在美国问世以来,采摘机器人的研制和开发得到了快速发展。2000 年,荷兰农业环境工程研究所开发了移动式黄瓜收获机器人样机^[11],可以做到无损采摘,在温室里的试验效果良好。之后,国内也研制出了采摘机器人试验样机,在草莓、黄瓜、番茄、茄子等蔬菜采摘中作了相关的试验,这种机器人可代替人去完成重复、繁重的工作,且效率和精度都很高。冯青春等^[12]针对黄瓜采摘机器人远景定位精度不高,以致切伤果实和茎蔓的问题,设计了一种基于机器视觉具有空间位置反馈功能的末端执行器,定位精度达到 2 mm,满足了采摘作业要求。但大多数研究还集中于茄果及瓜类蔬菜作物,今后此方面的研究还应针对无损收获及叶菜、花卉等作物进行。

1.4 产品无损检测与分级

基于计算机视觉技术进行农产品品质检测与分级

效率高,精度高,避免了人工检测与分级时受人的主观心理因素影响而分级不准确的现象,在园艺产品品质检测与分级方面扮演着越来越重要的角色。早在 1990 年, Sarkar N 和 Wolfe R R 就利用数字图像分析和模式识别技术对西红柿的外观品质进行了研究,提出了根据西红柿的尺寸、形状、颜色和表面缺陷分类的特殊算法。2004 年, Ni-nomiya N 等研制成功由 3 个机器视觉系统组成的茄子自动分级系统,可以从获得的图像中提取检测出茄子的大小、损伤数量、损伤面积、花萼颜色、水果形状以及水果弯曲度等指标,既能检测出茄子的许多缺陷,还能更准确地对茄子进行分级。国内目前对于园艺产品无损检测与分级的研究主要集中于果品类,而对于设施蔬菜等产品的分级尚缺乏比较系统的研究。

2 设施环境信息监测及控制系统

当前,设施环境信息监测及控制系统主要是利用计算机强大的数据处理能力,对设施内温度、湿度、光照强度、二氧化碳浓度及土壤水分等影响植物生长发育的环境因子的信息进行实时采集、处理,并根据作物生产生长发育的阶段性技术要求,设定各项控制指标,控制各执行机构的运行,从而实现设施内环境因子监控及生产管理自动化。我国目前在这方面进行的研究很多,目前分布式系统是计算机监测控制系统的主要发展方向。

该系统主要包括中心计算机、单片机智能控制仪及各采集器构成的分布式信息采集系统,实现了对设施内外环境及无土栽培营养液液位、EC 值、pH 值等环境信息的实时数据采集和数据存储、处理。系统采用实时多任务操作系统和农业温室专家系统的人工智能技术,提供实时监测和智能化决策调节,为设施作物创造最优化的生长条件。该系统具有操作简便,可靠性高,易升级扩充等特点,且经过多年的摸索,已实现产品化。如齐文新等^[13]先后在河北、陕西、黑龙江、甘肃、新疆、河南等地的大型温室采用该系统,得到了很好的评价,误差控制在 $\pm 0.1\%$ 内,很好的满足了温室控制的要求。

3 设施作物生长模拟系统

设施作物生长模拟系统是把作物生产看成一个由作物、环境、技术、经济 4 个要素构成的整体系统,综合生理学、生态学、栽培学、农业气象学、土壤肥科学、植物保护学、农业经济学和计算机科学等相关学科的理论成就,通过建立数学模型来描述作物生长发育、器官和产量形成等生理生态过程与环境之间的数学关系,并在计算机上实现模拟作物生产全过程的一个软件系统。该系统使用编制的程序在计算机上进行一些必需的模型试验,以减少投资、避免风险。

目前,番茄、茄子等主要的设施蔬菜作物均建立了生长模拟系统,如孙忠富等^[14]初步建立了番茄生长发育动态模型,该模型主要通过植株各器官(根、茎节、叶片

和果实等)发育、数量、干物质积累和分配等过程的分析,对作物全生育过程进行定量化描述,形成1组数学物理方程。顾寄南^[15]将设施农业生产系统中的作物生长、环境控制和经济分析置于一个大系统下进行研究,分别建立了光合速率子模型、环境控制子模型和控制成本子模型。根据3个子模型以及它们之间的关系构造了综合动态模型并进行仿真研究,得出了在不同外界气候条件下同时满足控制效果较好和控制成本较低2个条件的最优综合环境控制方式,对于其它生长模型的研究具有借鉴意义。

4 设施园艺信息系统

进入21世纪以来,我国对农业数字化的投入逐年加大。国家“十五”科技攻关计划将农业信息化列为七大重点攻关项目之首。随着网络技术在我国迅速发展,与设施农业服务相关的各种网站及信息平台数量激增。其中数据库在对大量信息的有效储存和快速存取方面发挥了重要作用,成为大型信息系统的核心和基础。目前国内较大的著名农业数据库主要有中国农业文献数据库,中国农业科技成果库,中国农业研究项目数据库,农业实用技术数据库和数十个农林数据库。这些数据库的运行和服务都取得了可观的社会效益和经济效益,为农业生产提供了大量农业信息资源和科学技术,推动了生产的发展。

同时,各级政府部分和专业协会还开发出了专业网站,如天津市气候中心2009年开发的国内首家以设施种植业管理者为主要服务对象的设施农业气象信息网站^[16],取得了较好的服务效果。此外,为方便生产者和销售商,还有大量的电子商务平台供农民进行生产资料的集中采购和农产品的收购和销售。经过多年的发展完善,这些网站和信息平台的功能不断加强,且更加方便快捷。

5 结论

计算机及信息技术在设施园艺生产中的应用具有重要的时代意义,但我国在该领域的研究起步较晚,目

前在很多方面还落后于国际水平,且在人才储备、科研经费投入等各方面差距较大。今后,随着国家扶持力度的加大和相关组织重视程度的加深,与世界领先技术地区的交流合作加快,各级研究部门及单位应充分利用国内外最新的研究成果,探索出适用于我国实际情况的全新理念和实践方法。

参考文献

- [1] 喻景权. “十一五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望[J]. 中国蔬菜, 2011(2): 11-23.
- [2] 杨劲峰, 陈清, 韩晓日, 等. 数字图像处理技术在蔬菜叶面积测量中的应用[J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 155-158.
- [3] 李艳, 王进, 褚贵新, 等. 基于数字图像分析监测不同氮肥处理下加工番茄生长状况的初步研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(1): 139-143.
- [4] 武聪玲, 滕光辉, 李长缨. 黄瓜幼苗生长信息的无损监测系统的应用与验证[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 109-212.
- [5] 宋述尧, 王秀峰. 数字图像技术在黄瓜氮素营养诊断上的应用研究[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4): 460-465.
- [6] 徐贵力, 毛罕平, 李萍萍. 缺素叶片彩色图像颜色特征提取的研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 150-153.
- [7] 秦琳琳, 孙德敏, 王永, 等. 无土栽培营养液循环控制系统[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 264-266.
- [8] 孙霞, 马明建. 无土栽培营养液模糊自适应循环控制系统[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2004, 18(6): 76-79.
- [9] 沈佐锐, 于新文. 温室白粉虱自动计数计数技术研究初报[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 94-99.
- [10] 柴阿丽, 李宝聚, 石延霞, 等. 基于计算机视觉技术的番茄叶部病害识别[J]. 园艺学报, 2010, 37(9): 1423-1430.
- [11] 周增产, Bontsema J, Kollenburg-Crisan VanL. 荷兰黄瓜收获机器人的研究开发[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 77-80.
- [12] 冯青春, 袁挺, 纪超, 等. 黄瓜采摘机器人远近景组合闭环定位方法[J]. 农业机械学报, 2011, 42(2): 154-157.
- [13] 齐文新, 周学文. 分布式智能型温室计算机控制系统的一种设计与实现[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 246-249.
- [14] 孙忠富, 陈人杰. 温室番茄生长发育动态模型与计算机模拟系统初探[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(2): 84-88.
- [15] 顾寄南. 工厂化农业生产系统的计算机仿真应用[J]. 科学学报, 2002, 20(1): 61-65.
- [16] 黎贞发, 刘德义. 设施农业气象信息网站的设计与实现[J]. 现代农业科技, 2009(23): 285-286.

Application of Computer and Information Technology in Protected Horticulture

ZHANG Tie-jun¹, WU Xiao-lei², GONG Bin-bin², GAO Hong-bo², PANG Li-xin¹

(1. Center of Modern Education Technology, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001; 2. College of Horticulture, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: The development of computer and information technology had a big impact on the traditional protected horticultural production. The research progress and application situation from computer vision technology, environmental monitoring and control system, crop growth simulation system, and information system aspects on protected horticulture in this paper reviewed, as well as the problems and outlook of protected horticulture were discussed.

Key words: computer technology; information technology; protected horticultural; application; development