

# 基于机器视觉技术的植保无人车现状研究

梁习卉子

石河子大学 新疆 石河子 832000

作者简介:梁习卉子 1983.11 女 汉族 新疆 博士研究生 讲师 研究方向:机械电器工程数字图像处理

DOI:10.18686/jxgc.v2i2.21256

**【摘要】**目前国内外的有关农业机器视觉导航的研究针对农业现代化从传统农业向现代农业转化。农业生产的机器人化,是农业生产手段现代化的重要标志。可以为其他作物的视觉导航提供参考。国家农业现代化的发展战略对加快推动农业化、现代化适用的农业机器人视觉体系的构筑起到了推动作用。在视觉导航实验,农田视觉导航、农田作业机械智能方面具有丰富的理论。

**【关键词】**智能;无人车;研究

2016年1月,中共中央国务院下发了中央一号文件《关于落实发展新理念加快农业现代化实现全面小康目标的若干意见》,这是自2004年以来,中央一号文件连续第十三次聚焦“三农”问题,更是自2014年以来连续三年聚焦农业现代化。农业现代化是指从传统农业向现代农业转化的过程和手段。农业生产的机器人化,是农业生产手段现代化的重要标志。本项目高度契合国家农业现代化的发展战略开展研究,对加快推动农业化、现代化有一定的作用。

## 1 机器视觉技术的重要性

据农药快讯信息网报道,2014年我国累计生产农药原药374.4万吨,2015年1~11月,全国累计生产农药原药337.0万吨,同比增长3.0%。农田施药是农业生产现代化的重要一环和庞大的产业,现在的农业植保不适应现代农业发展需要。

目前我国还是以人员背负式施药和拖拉机悬挂式施药为主,也有少量的无人机施药。背负式施药的工作效率低,劳动强度大,而且施药人员容易吸入农药伤害身体。拖拉机悬挂式施药,与背负式施药相比,施药效率高,节省劳动力,但是驾驶员还会接触和吸入药液,也会伤害人体。无人机施药,可以有效减少施药人员吸入药液的危险,能对拖拉机不易进入的丘陵地带进行施药,但是无人机施药也有一些致命的缺点,例如,续航能力低,带药量少,往复等间隔施药和避障的遥控难度大,不能对作物下层进行有效施药等。研究拖拉机悬挂式施药无人机技术,适应大面积农田施药的发展,项目研究的关键技术也可以用于其他农田机械的无人驾驶作业,对于实现智能农业植保有一定的理论和实践借鉴,具有战略应用前景。

## 2 自动化向机器人化的发展

在国际上,农业生产的现代化经历了机械化、自

动化、无人化(机器人化)等几个发展阶段,现在正处在自动化向机器人化过渡的阶段。农田作业机器人的研究可以追溯到20世纪70年代,当时随着计算机技术的发展,为了实现农田作业机械自动行走,各种图像识别算法就不断地提出。到了20世纪90年代,为了实现农田作业机械自动行走、除草、施药、施肥等目的的各种农作物、杂草、田埂的图像检出方法、以及根据检出的信息控制作业机械自动行走、自动作业的各种研究论文,在美国、日本、欧洲等先进国家的学术期刊上大量刊登了出来,形成了有关农田作业机器人的研究高潮。本人在日本留学和工作期间,对插秧机器人、水田管理机器人以及微型除草机器人等水田作业机器人的视觉部分也进行了深入的研究。20世纪90年代后期,随着美国全球定位系统GPS(Global Position System)的民用化发展,农田作业机器人的研究又有了新的途径,日本和美国等国家相继发表了用GPS进行导航的耕地机器人、收获机器人和插秧机器人等。近年国内在基于GPS的农田导航领域,也有一些研究成果。目前,基于全球导航卫星系统GNSS(Global Navigation Satellite System)(包括美国的GPS、俄罗斯的Glonass、欧洲的Galileo和我国的北斗卫星导航系统)的农田导航产品已经成熟,在国内外都已经形成批量销售。

我国在农田作业机器人方面,也有过一段研究热潮,相关学者发表了不少农田导航路线检测的论文。南京农业大学的姬长英、沈明霞、上海交通大学的周俊等人对农田环境的图像识别进行了研究,探讨了机器人行走路线的识别方法。中国农业大学的毛文华等人报道了在实验室环境下,识别作物和行间杂草的方法。吉林大学的王荣本等人研制了能够定时、定量和定位的视觉导航智能玉米施肥机器,开发了能够沿直线、S线和弧线行走的视觉车辆导航器。西安交通大学的杨为民等人基于 Hough 变换和动态窗口技术开发了农田作业环境视觉信息处理算法,并在拖拉机上进行了试验验证。本人的团队在国内对耕作环境、高速公路环境、麦田初期管理环境等的行走目标直线检测、农田区域分界线的识别以及农田障碍物的检测等也进行了深入的研究。2010年,本人有幸获得了国家自然科学基金的项目支持,对前期研究成果进行了实用化开发,研制出了视觉导航系统样机,并且对微弱信号的播种环境以及棉花收获和管理环境的导航路线检测算法进行了研究,发表了6篇研究论文,获得了4项发明专利,有望在近期推出视觉导航系统的产品。

随着计算机技术和数码相机技术的飞速发展,目前视觉导航的硬件成本已经非常便宜(批量生产后5千元人民币左右),与GNSS系统相比,视觉导航具有非常明显的价格优势。在导航精度方面,GNSS系统是5cm,而视觉导航是2cm精度。在应用领域方面,目前GNSS主要用于耕作、播种和收获等不怕压苗的农田作业,而视觉导航可以用于包括植保、田管等所有农田作业领域。农田视觉导航将是现代农业作业机器人化的发展方向。本项目在前期完成自然科学基金项目成果的基础上进一步对植保机械的机器人化应用研究。

### 3 农田视觉导航技术应用

基于技术发展的沿革,虽然农田视觉导航的研究开始于20世纪70年代,但是直到GPS民用化之前,由于计算机、摄像机和图像采集卡等机器视觉硬件设备一直都很昂贵,再加上当时计算机针对农田复杂自然环境图像处理能力的不足,农田视觉导航一直没有形成产品。20世纪90年代中期,GPS系统的硬件成本还远低于机器视觉的硬件成本,而且对计算机处理能力的要求不高,因此国际上的农田导航研究都转向了GPS导航系统。经过20年左右的发展,GNSS农田导航产品已日趋成熟,但是由于成本原因(目前售价10万元人民币左右),一直不能大面积推广使用,

中国仅在新疆和东北开始批量销售,在内地除了研究试验以外,还很少有市场销售。在国外,GNSS农田导航产品也由于成本原因遭遇了推广瓶颈。2013年6月至8月,本人作为日本学术振兴会邀请的访问教授,对日本北海道大学、北海道农业试验场、生研机构等农田导航研究推广单位进行了考察交流,GNSS农田导航产品200多万日元(10万元人民币左右),对于200多万日元的农田作业机械,价格太高,只能用于田间行走导航,在地头还需要驾驶员操作掉头,为此日本生研机构已经开始把视觉导航定位为农田导航的发展方向。

实现农田作业的机器人化,地头的自动回转掉头是重要的技术,这也是发展农田作业机器人需要进一步攻克的技术难题。国内外有不少研究者针对农田作业机械在地头转弯处的路径规划和转向控制进行了研究。Torisu等运用最优控制理论,研究了拖拉机地头路径创建方法,最优路径创建以最短时间为目标。Kise等以最小转弯半径和最大转向速度为目标,利用3阶样条函数,创建了前向转弯路径和后退转弯路径。Oksanen等运用最优控制数值方法,实现了拖拉机加拖车组合的地头转向控制。Jian等分析了拖拉机在地块边界的消耗成本,研究了不同转弯模式的消耗成本,并给出最优路径规划算法。Nagasaka等提出了一种包含转向轮偏角转向、路径跟踪和倒车3个环节的插秧机地头转向方法。Kise等提出了利用三次样条函数,进行基于最小转弯半径和最大摆角速率的转向路径规划及控制方法。Zhu等提出了一种控制地头转向算法。黄沛琛等提出了一种基于改进纯追踪模型的农业机械地头转向控制方法。在行走转向机构方面,张京等设计了一种农用轮式机器人四轮独立转向驱动控制系统;童钦等研究了轮距可调的四轮驱动自走式喷药机的转向系统;张传斌等设计了高通过性的四轮自走式烟草田间作业机。

目前,在农田作业机器人的研究,主要聚焦在基于GNSS和机器视觉的农田作业机械田间行走导航方面,GNSS导航已形成了可以使用的产品。在农田作业机器人的研究也转向地头回转方式,针对现有拖拉机进行行走轮机构和旋转控制方法的研究,在地头无人化回转方式研究有很大空间。本项目是基于前期机器视觉导航的研究成果,立足于用机器视觉技术研究植保机械在地头无人化回转掉头的关键问题,最终实现基于机器视觉技术的植保机械的智能化。

本人在插秧机器人的视觉研究中,开发出了秧苗列中心线的检测算法、田埂线(包括土制和水泥制田

埂)的检测算法和田端的判断算法等,这些研究成果先后刊登在日本农业机械学会杂志上,并且鉴于上述研究成果,于1997年12月获得了日中科学技术交流协会颁发的“高度自动化研究奖励赏”。在上述研究的基础上,开发出了实用型的插秧机器人视觉系统,该系统可以适应于各种水田田埂以及各种天气环境,在检测秧苗列中心线和田埂线时同时自动判断田端,并用实际插秧时的水田录像验证了其实用性。

基于精密GPS的农田作业自动导航装置已经实用化,但是由于其成本高昂,难以推广。该项目致力于廉价视觉导航系统的研究与开发,以旱田作业环境为目标,研究建立农田作业机器人的空间视觉体系算法模型。机械农田作业行走的共同特点是,在作业开始时沿着农田与农田外环境的分界线直线作业行走,遇到地头后回转,沿着已作业地与未作业地的分界线直线作业行走。该研究将农田视觉图像抽象为已作业地、未作业地、农田外环境和天空等4个区域;以耕作、播种、田间管理和收获等旱田的不同作业环境为目标,研究出提取以上4个区域分界处像素点群的共同算法;通过分别对各个像素点群进行直线回归,获得用于机器人行走定位的区域分界线的直线参数。该项目开发的导航线检测算法,可以同时适用于小麦播种、小麦收获和棉花播种,实现了统合不同农田作

业环境导航路线检测算法的目的。该项目由廉价摄像头(小于200元)拍摄的图像实现了导航线的自动检测,具有构造简单、控制精度高、成本低等优点,为农田作业廉价机器人的研究开发奠定了基础。

目前基于精密GPS的农田作业自动导航装置已经实用化,但是由于其成本高昂,难以推广,普遍认为是用于致力于廉价视觉导航系统的研究与开发。以旱田作业环境为目标,研究建立农田作业机器人的空间视觉体系算法模型。机械农田作业行走的共同特点是:在作业开始时沿着农田与农田外环境的分界线直线作业行走,遇到地头后回转,沿着已作业地与未作业地的分界线直线作业行走。将农田视觉图像抽象为已作业地、未作业地、农田外环境和天空等4个区域;以耕作、播种、田间管理和收获等旱田的不同作业环境为目标是最实用的。通过提取以上4个区域分界处像素点群的共同算法;通过分别对各个像素点群进行直线回归,获得用于机器人行走定位的区域分界线的直线参数。开发的导航线检测算法,可以同时适用于小麦播种、小麦收获和棉花播种,实现了统合不同农田作业环境导航路线检测算法的目的。接入廉价摄像头(小于200元)拍摄的图像实现了导航线的自动检测,具有构造简单、控制精度高、成本低等优点,急需为农田作业廉价植保无人车机器人。

## 【参考文献】

- [1]姜国权,杨小亚,王志衡,等.基于图像特征点粒子群聚类算法的麦田作物行检测[J].农业工程学报,2017,33(11):165-170.
- [2]汪博,桂江生,周建平,等.基于最小二乘法的早期玉米作物行检测研究[J].浙江理工大学学报,2015,33(07):547-551.
- [3]孟庆宽,张漫,杨耿煌,等.自然光照下基于粒子群算法的农业机械导航路径识别[J].农业机械学报,2016,47(06):11-20.
- [4]刁智华,赵明珍,宋寅卯,等.基于机器视觉的玉米精准施药系统作物行识别算法及系统实现[J].农业工程学报,2015,31(07):47-52.