

大棚果园智能割草机自主导航方法研究

陈业东 罗广 蒋铭 熊胜

湖南生物机电职业技术学院

[摘要] 全球经济的增长伴随而来的人口老龄化问题越来越严重,同时也催促着科技智能化的提升,在农业方面想要克服老龄化的问题,延续劳动力使用年限,需要智能化技术的辅助,随着年龄增长,能够熟练操作农业技术的能力会随之减退,意味着能够为农业做出切实工作的劳动力减少,大部分老龄化劳动力只能担任指导工作,而今的农业大棚区域越发扩张。因此,在以上背景下,果园智能机器人应运而生,智能机器人的推广和知识普及,能够帮助农业生产人员提升果园的生产效率,减轻工人的工作负担,降低劳动成本。以智能割草机为例,自主导航是果园智能机器人必须配置的技术,是智能割草机工作的基础于核心,而环境感知技术和导航控制决策,在卫星信号较弱的区域也能够保证导航的准确性,是新兴卫星导航技术的重大突破,目前已经应用到了大棚果园智能机器人中。本文将大棚果园智能割草机为范例,简要阐述目前应用于该设备上的自主导航技术和方法,包括视觉导航、神经网络控制等,指出目前大棚智能割草机导航技术存在的问题,并提出针对性地提升措施,展望未来果园智能机器人自主导航技术的发展方向。

[关键词] 大棚果园;智能割草机;自主导航;应用探索

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.950

一、引言

近年来,智能数字技术飞速发展,给人们带来了许多便利,改变了各行各业人们的生活,包括农业生产。农业智能机器人的研究也获得了许多成就。大棚果园机器人,通过任何了智能化控制技术、智能导航技术和计算机技术等多项先进科学技术的农业自动化设备,将果园机器人与自主导航技术融合集成,能够为果园机器人开拓更多的功能,提供更加广阔的发展思路,从而为全面实现大棚果园的智能化工作、机械化工作提供更多的可能性。

近几年来,我国参与甚至自主研发的自主导航技术,已经应用在了许多智能化机械设备中,涉及工业、农业、制造业等多个领域,在农业方面,比较突出的就是自主导航技术与灌溉机、播种机、农药喷洒以及除草、采收等多项工作的集成,与国外相比,他们的自主导航技术并没有像我国一样在农业机械上有成熟的集成技术,这也更加稳固了我国农业大国、强国的地位。

大棚智能割草机与自主导航技术的成功集成能够为当前的农业生产减少很多人力资源的浪费,打破了传统农业中用人工操作式割草机的费时费力的壁垒。组成自主导航的两项核心技术为环境感知技术和导航决策技术,其中,环境感知目前已经可以通过卫星导航、视觉导航、激光雷达导航、地磁导航、惯性导航以及超声波导航等多项技术实现;而导航控制技术则可以通过PID控制、模糊控制、神经网络控制、自适应模糊控制、纯追踪模型控制、智能算法控制以及运动学模型控制等多种技术实现。本文基于对大棚果园智能割草机自主导航方法探究的出发点,以视觉导航技术、激光雷达导航技术和卫星导航技术等环境感知技术以及PID控制、神经网络控制、模糊控制等导航决策研究为切入点,探究其优缺点,展望未来大棚果园智能割草机自主导航技术可以完善的发展方向,针对性指出目前自主导航方法存在的问题,并提出了解决方案。

二、果园智能割草机常用的环境感知技术

(一) 卫星导航技术

近年来,随着我国对精准农业的大力推进和智能割草机的需求提升,为了提升定位精确度,降低其作业时的偏差程度,科学家们致力于将精准的卫星导航技术安装在智能割草机上。卫星导航发展至今,已经成为一项比较成熟的环境感知技术,应用范围广,精确程度高,计算机终端可以通过卫星导航传回

的信号,指挥智能割草机进行全局路径规划,实现智能转弯等功能。

(二) 视觉导航技术

视觉导航是借助相机进行拍摄,目前使用的有单双目、多目或是深度相机,用于获取周边环境的图像信息,随后采用计算机视觉技术进行分析计算,做出反应。视觉导航技术其设备要求不高,且结构简单,能够通过拍摄识别农机的位置姿势并作出导航决策,在卫星信号较弱的区域也不影响导航效果,能够有效弥补大棚果园中树叶遮挡,信号弱而导致导航性能降低的缺点。

(三) 激光雷达导航技术

激光雷达,顾名思义,是激光技术与雷达技术的联合应用,将激光作为光源,利用激光发射器发射出光脉冲,通过光脉冲在障碍物上的反射作用和光速,则可以快速计算出前方障碍物距离智能农机的远近大小。该项技术能够具备较强的抗干扰能力,在光速的辅助下,有较快的反应速度,特别适用于容易反射光波的植物路径导航中。

三、果园智能割草机的自主导航控制决策技术

(一) PID控制

PID控制技术属于一种线性控制技术,其中包含了比例、积分以及微分等三个环节。其中比例用于在作业过程中控制和调节误差,积分是分析和整合系统产生的误差历史,微分在其中则起到了反应系统误差的变化趋势的作用。在传统的控制技术应用中,需要有经验且专业知识完备的技术专家,进行PID控制器的参数选择,并且在割草机使用过程中,参数不能随意改变,因此,选择的参数必须具备较高的科学性和较强的可行性。目前已经有不少的研究人员针对模糊RBF神经网络PID控制和自适应模糊PID控制方法进行研究,旨在于实现实时调整PID的参数。

(二) 模糊控制

模拟控制技术主要是应用在复杂的环境和难以精准描述的系统,采用模糊数学的原理进行控制,其具有较强的模仿推理能力和决策能力。科学家的研究实验证明,其应用在智能割草机的自主导航控制中,能够同时兼顾减少系统成本和提升作业效率两项功能,提升割草机的路径跟踪控制稳定性。

(三) 神经网络控制

神经网络技术是指模拟人脑复杂的、非线性的精确描述的功能,针对的对象进行建模、精准的模拟计算和推理分析

等,通过训练能够获得较多的信息,具有相当强的学习能力,互联神经元的连接强度可用于存储获取到的信息。

四、几种自主导航技术的性能对比

目前普及且推广应用的自主导航技术各有其优缺点,以下将进行对比分析。

目前市面上应用较广泛的导航控制决策技术主要是PID控制、模糊控制以及神经网络控制等三种。三种控制结构都不依赖于高精度的数学模型,其中PID控制具有更强的鲁棒性,并且设计结构比较简单,能够实现稳态误差较小的基础上应用在较广泛的范围内。但是在应用该控制技术之前,需要不断测试和实验确定P、I、D三个参数的大小取值,有经验的老技术人员一般会结合自己的经验来确定;模糊控制器是一种线性控制结构,也不依赖于高精度的数学模型,其虽然存在一定误差,但是系统具有自主调节误差的能力,速度较快,且稳定性较高,但是它的控制规则中也需要技术人员具有较丰富的经验和专业知识累计,且零位附近的跟踪误差一般较大,且这种误差是快速修正的空白区域,修正速度较慢。神经网络控制是模拟人脑的结构,也不需要依赖于高精度的数学模型,且具有较强的非线性拟合能力,其复杂性给未来的研究提供了更广阔的发展空间,神经网络控制器在投入使用之前需要预留出训练的时间,通过训练之后才能投入使用,并且训练过程中所需要的累计样本数量较大,输出具有不稳定性,需要专业技术人员进行调节,但是训练成熟的神经网络控制器具有较强自主学习能力和储存功能。

根据文献阅读和整理分析,目前常用的环境感知技术包括视觉导航、激光雷达以及RTK几种类型。智能割草机与环境感知技术集成之后,其自主导航的横向偏差大大减小,其偏差精度能够达到厘米级别。在西北农林科技大学的测试研究中发现,卫星导航技术的精确度要明显优于激光雷达技术。同时,视觉导航技术的应用成本较低,同时其还具有道路尽头转弯操作时,受到相机拍摄范围的限制,使其转弯的时候发生偏离,精度下降。激光雷达技术在抗干扰性能方面的表现力要优于其他二者,但是其使用成本也较高,应用在割草机上,对于太低的作物会出现识别不出现的现象;卫星导航的定位精度时最高的,但是在一些地处比较偏僻的地方,可能会出现卫星信号缺失的现象。因此,在未来的研究中,可以尝试将多种环境感知技术相结合应用,扬长避短。

五、结论和展望

我国属于农业大国,由于人口基数庞大,对于农副产品的数量要求极高,水果种植面积也相当大,但随着社会老龄化问题的加剧,包括农业在内的各行各业都缺乏足够强大的劳动力。为了及时应对老龄化带来的各种问题,需要及时发展果园农业智能化和机械化,帮助大棚果园日常工作中减少不必要的人力消耗,将劳动力应用在更需要的地方。自主导航技术是实现机械、智能化的基础,目前果园机器人下地实践的过程中,可能会面临种植不规整、作物行间距不一样等问题,成熟的自主导航技术能够帮助果园机器人快速识别这些环境并做出反应。

(一) 大棚果园规整化

为了方便智能割草机顺利工作,不会错在农作物上作业,我国南方一切丘陵区域修建的大棚果园,应该修整其零散种植、种植制度不一致的问题。致力于规范大棚果园种植机制,将作物之间的行间距统一,让智能割草机能够在识别周边环境的时候减少困难,合理规划不同作物的种植区域,

为大棚种植未来实现农业机械化、智能化打下基础,选择适合智能化机械化操作的果园种植模式,这有利于大棚果园智能化发展。

(二) 优化智能割草机的行走控制

智能割草机在直线且路障较少的道路上,目前已经能够实现自由行走且一般不会出现偏航的情况。在大棚果园中,作物的种植一般是按行种植,在这一排作物上进行完处理操作之后需要在道路尽头转弯,此时需要控制割草机的转弯角度和半径等参数,通过技术保证割草机在转弯时候的机器稳定性,使其不会失去平衡翻到,或压坏作物。因此,需要再优化基于PID控制和模糊控制的多种控制方法,将自主导航技术发展完善,实现机器在转弯等操作时更精准的控制。

(三) 多设备协同导航

高精度的导航,是一台合格智能割草机的必备技术,在果园机械化的发展过程中,高精度导航的地位越来越重要。在未来的发展中,大棚果园的各个工作过程,包括采摘、运输、灌溉、农药喷洒等,都需要借助高精度的导航技术来实现。需要根据实际的情况综合考虑作业单元的需求,环境的复杂程度让单一功能的机器人难以满足人们的要求,因此,引用多设备作业是十分有必要的。例如,运输机同时能够实现采摘水果并将水果运输到指定的区域;或者是多台设备同时操作采摘工作等、在这种情况下,多设备协同导航技术架构发挥网络集中控制的优势,节省人力,通过网络集成,对设备进行统一控制,是未来的研究方向之一。

结束语:

随着数字化信息技术的兴起,智能家居的出现和普及,智能割草机也从家用逐渐推进到了农业生产使用中,但是将智能割草机推广至农业生产中,需要将继续更加精细化,加强机器对周边环境的感知能力,获得更加高精度的定位,为准确的路径规划提供支持,创新和开发智能割草机的自主导航技术,让其具备自如应对地面上出现的障碍物、光照等复杂情况的能力,符合农业生产的要求。在未来激烈的市场竞争中,割草机需要呈现更加高效、智能的水准,将自主导航定位技术发展完善,根据他们的原理进行深入分析和实验,满足在任何区域都能高精度精准定位的需求,尽量使其减少受到环境的干扰。

参考文献:

- [1]张祥.基于IMU与DGPS的智能割草机系统研究[D].南京航空航天大学,2019.
- [2]刘旭颖.基于机器视觉的割草机自主导航方法研究[D].南京信息工程大学,2019.
- [3]郑鑫.具有路径规划功能的智能割草机研制[D].东南大学,2014.
- [4]张晓春.具有无信标边界识别功能的智能割草机控制系统研制[D].东南大学,2018.
- [5]聂扬.智能割草机器人的关键技术研究[D].重庆大学,2018.
- [6]鄢忠强.割草机器人草地内部状况识别研究[D].中原工学院,2018

作者简介:陈业东(1984.11—),男,汉族,安徽省霍邱县,硕士研究生,讲师,现代农业智能装备技术,湖南生物机电职业技术学院。