

智慧农业场景下农业机械人的研发困境与优化策略

刘晓明 苏伟 徐阁 贺强 刘奥
襄阳金美科林农业开发有限公司 湖北 南漳 441500

摘要：随着科技的飞速发展，智慧农业作为农业现代化的重要方向，正逐渐改变着传统农业的生产模式。农业机器人作为智慧农业的关键支撑技术，其研发和应用对于提高农业生产效率、降低劳动强度、实现精准农业具有重要意义。然而，目前农业机器人在研发过程中面临着诸多困境，严重制约了其在实际农业生产中的广泛应用。本文旨在深入分析智慧农业场景下农业机械人的研发困境，并提出针对性的优化策略，为推动农业机器人技术的发展和应用提供理论支持。

关键词：智慧农业；农业机器人；研发困境；优化策略

1 引言

智慧农业是利用现代信息技术与农业深度融合的新型农业生产方式，涵盖了物联网、大数据、人工智能、机器人等先进技术。农业机器人作为其中的重要组成部分，能够在复杂的农业环境中执行各种任务，如播种、施肥、除草、采摘等。其应用不仅可以缓解农业劳动力短缺的问题，还能显著提高农业生产的精准度和效率，减少资源浪费和环境污染^[1]。然而，由于农业生产环境的特殊性和复杂性，农业机械人的研发难度较大，面临着一系列技术、成本、市场等方面的困境。因此，深入研究这些困境并提出有效的优化策略具有迫切的现实意义。

2 智慧农业场景下农业机械人的研发困境

2.1 技术研发瓶颈以及操控协调欠缺

农业生产环境复杂多变，光照、温度、湿度、地形等因素时刻影响着农业机械人的感知系统。在自然环境下，光照强度和角度的不断变化会导致视觉传感器获取的图像质量不稳定，影响对农作物生长状态、病虫害情况以及障碍物的识别精度^[2]。在果园中，果实可能被树叶遮挡，传统的基于视觉的目标识别算法难以准确检测和定位果实，导致采摘机器人无法高效作业。此外，不同土壤质地和地形条件对机器人的导航和移动造成挑战，现有的定位技术在复杂地形下精度下降，容易出现定位偏差。

其次，农业生产任务种类繁多，对机器人操作的灵活性要求极高。以采摘作业为例，不同农作物的形状、大小、成熟度各异，果实的着生位置和生长姿态也千差万别，这就要求采摘机器人的末端执行器具备高度的灵活性和适应性，能够轻柔地抓取不同状态的果实，同时避免对农作物造成损伤。然而，目前大多数农业机械人的末端执行器结构相对简单，缺乏足够的柔性和智能控

制能力，难以满足多样化的农业操作需求^[3]。然而，目前农业机械人的多任务协同控制算法尚不完善，不同任务之间的协调配合不够流畅，决策过程缺乏足够的智能性和自主性，难以应对复杂多变的农业生产场景。在面对突发的恶劣天气或设备故障时，机器人往往无法及时做出合理的应对策略，导致作业中断或效率低下。

2.2 研发制造维护成本高昂

农业机械人的研发涉及到机械设计、电子电路、人工智能、传感器技术等多个领域的交叉融合，需要投入大量的人力、物力和财力。为了实现高精度的环境感知和复杂任务的执行，需要研发先进的传感器、高性能的计算芯片以及复杂的控制算法，这些研发工作都需要高额的资金支持^[4]。

农业机械人的制造成本主要包括原材料成本、零部件成本以及生产组装成本。为了保证机器人在恶劣的农业环境中能够稳定运行，需要使用高质量、耐腐蚀的材料和零部件，这使得原材料和零部件成本较高。同时，由于农业机械人的生产规模相对较小，无法像工业机器人那样通过大规模生产来降低成本，导致单位产品的生产组装成本也较高。以一款普通的果园采摘机器人为例，其售价可能高达数十万元，远远超出了普通农户的购买能力，限制了其市场推广和应用。

2.3 市场需求多变与应用场景复杂

我国地域辽阔，不同地区的农业生产条件、种植作物种类以及农户的经济实力和需求差异较大。在南方的水稻种植区，需要适用于水田环境的插秧、收割机器人；而在北方的旱作农业区，对小麦、玉米等作物的播种、施肥、收获机器人需求更为迫切。此外，不同规模的农业生产主体对机器人的功能、性能和价格也有不同的要求。大型农业企业可能更倾向于功能齐全、智能化

程度高的高端机器人,而小型农户则更需要价格低廉、操作简单的经济型机器人。这种多样化且个性化的市场需求,给农业机器人的研发和生产带来了很大的挑战,企业难以开发出一款能够满足所有市场需求的通用型产品。

目前,我国大部分农业从业者年龄偏大,文化程度相对较低,对新技术、新设备的接受能力有限。农业机器人作为一种高科技产品,其操作和维护需要一定的专业知识和技能,这使得许多农民对其望而却步。此外,一些农民对农业机器人的实际应用效果存在疑虑,担心机器人不能像人工一样精细地完成农业生产任务,从而影响农作物的产量和质量^[5]。部分地区的农民习惯了传统的农业生产方式,对采用新技术进行生产存在抵触情绪,这也阻碍了农业机器人在农村地区的推广和应用。农业生产场景复杂多样,不同作物的种植模式、生长周期、农艺要求各不相同,即使是同一种作物,在不同地区的种植方式也可能存在差异。这导致农业机器人在实际应用过程中,难以制定统一的标准和规范

3 智慧农业场景下农业机器人研发困境的优化策略

3.1 技术创新与突破

为了克服复杂环境对农业机器人感知系统的影响,应加大对多传感器融合技术的研发力度。通过将视觉传感器、激光雷达、毫米波雷达、超声波传感器等多种传感器进行有机融合,充分发挥各传感器的优势,实现对农业环境的全方位、高精度感知。利用视觉传感器获取农作物的外观信息,激光雷达测量地形和障碍物的距离信息,毫米波雷达在恶劣天气条件下仍能保持稳定的探测性能,通过数据融合算法将这些传感器的数据进行综合处理,提高机器人对环境的感知精度和可靠性。同时,研发针对农业环境的深度学习算法,利用大量的农业场景数据对模型进行训练,提高模型对复杂环境下农作物、病虫害、障碍物等目标的识别能力和适应性。例如,采用生成对抗网络(GAN)技术,生成各种复杂光照条件下的农作物图像,扩充训练数据集,使识别模型能够更好地应对光照变化的影响^[6]。

在机器人操作灵活性方面,研发具有柔性和自适应能力的末端执行器。采用新型柔性材料和仿生设计理念,使末端执行器能够模仿人类手部的动作,轻柔地抓取和操作农作物。利用形状记忆合金、智能聚合物等材料制作可变形的抓取部件,根据不同农作物的形状和大小自动调整抓取方式和力度,实现无损采摘和移栽。同时,引入力反馈控制技术和触觉传感器,使机器人能够实时感知与农作物接触时的力和压力变化,精确控制操作力度,避免对农作物造成损伤。此外,加强对机器人

运动控制算法的研究,提高机器人关节运动的精度和灵活性,实现更加复杂和精准的操作任务。为了提高农业机器人的多任务协同与决策能力,开发基于强化学习和分布式智能的控制算法。强化学习通过让机器人在实际环境中不断进行试验和学习,根据任务执行的结果获得奖励或惩罚信号,从而优化自身的行为策略,实现多任务的高效协同执行。

3.2 成本控制与优化

在研发阶段,加强产学研合作,整合高校、科研机构和企业资源优势,共同开展农业机器人的研发工作。高校和科研机构在基础研究和技术创新方面具有优势,企业则在产品开发和市场应用方面经验丰富,通过产学研合作可以实现优势互补,提高研发效率,降低研发成本。政府应加大对农业机器人研发的资金支持力度,设立专项科研基金,鼓励科研人员开展关键技术攻关^[7]。同时,建立农业机器人研发共享平台,共享研发设备、数据资源和技术成果,避免重复研发,进一步降低研发成本。例如,通过共享农业场景数据集,不同的研发团队可以在相同的数据基础上进行算法优化和模型训练,减少数据采集和标注的工作量。在制造成本方面,推动农业机器人零部件的标准化和模块化设计。通过制定统一的零部件标准,实现不同型号机器人之间零部件的互换和通用,提高零部件的生产规模,从而降低生产成本。采用模块化设计理念,将农业机器人划分为多个功能模块,如动力模块、感知模块、执行模块等,每个模块由专业的生产厂家进行生产,企业在组装机器人时可以根据不同的需求选择合适的模块进行组合,既提高了生产效率,又降低了生产成本。同时,积极探索新型制造工艺和材料,寻找性能相近但价格更低的替代材料,在保证机器人质量和性能的前提下,降低原材料成本。

为了降低农业机器人的维护成本,研发智能化的故障诊断和预测系统。通过在机器人上安装各种传感器,实时监测机器人的运行状态和关键零部件的工作参数,利用大数据分析和机器学习算法对监测数据进行处理,提前预测可能出现的故障,并及时发出预警信息,以便维修人员进行预防性维护。建立完善的售后服务体系,加强维修人员的培训,提高维修服务的响应速度和质量。同时,开发远程维护技术,通过互联网实现对机器人的远程诊断和控制,减少现场维修的次数,降低维护成本。此外,延长机器人的使用寿命也是降低维护成本的重要途径,通过优化机器人的结构设计和选用高质量的零部件,提高机器人的可靠性和稳定性,减少故障发生的概率^[8]。

3.3 市场培育与拓展

农业机器人研发企业应加强市场调研,深入了解不同地区、不同规模农业生产主体的实际需求,针对市场需求进行精准的产品定位和研发。与农业生产企业、种植大户、农业合作社等建立紧密的合作关系,开展实地调研和需求分析,根据他们的反馈意见和实际应用场景,开发定制化的农业机器人产品。对于小型农户,可以研发一些功能简单、价格低廉、操作方便的手持式或小型便携式农业机器人,如小型除草机器人、果实采摘辅助工具等;对于大型农业企业和规模化种植基地,则重点开发智能化程度高、作业效率高、功能集成度高的大型农业机器人系统,如无人农场作业平台、全自动果蔬采摘流水线等。通过精准定位市场需求,提高产品的市场适应性和竞争力。为了提高农业从业者对农业机器人的接受度,政府和企业应加大对农业从业者的培训力度。组织开展农业机器人操作技能培训课程,邀请专业技术人员深入农村地区,为农民现场讲解农业机器人的工作原理、操作方法和维护保养知识,通过实际操作演示和案例分析,让农民直观地了解农业机器人的优势和应用效果。针对农业机器人应用场景复杂、标准化困难的问题,行业协会、科研机构和企业应共同合作,推动农业机器人应用场景的标准化建设。制定统一的农业生产作业标准和规范,规范不同作物的种植模式、农艺流程和田间管理要求,为农业机器人的设计和应用提供统一的参考依据。

4 结论

智慧农业场景下农业机器人的研发对于推动我国农业现代化进程具有至关重要的作用。尽管目前在技术、成本、市场与应用等方面面临诸多困境,但通过采取一系列针对性的优化策略,如加强技术创新、控制成本、培

育市场等,可以有效突破这些困境,促进农业机器人技术的发展和應用。未来,随着科技的不断进步和各方的共同努力,农业机器人有望在我国农业生产中发挥更大的作用,实现农业生产的高效、精准、可持续发展。在技术创新方面,持续投入研发先进的环境感知技术、提升机器人操作灵活性和多任务协同决策能力,将使农业机器人能够更好地适应复杂多变的农业环境,完成更加精细和多样化的任务。成本控制措施的有效实施,将降低农业机器人的研发、制造和维护成本,提高其性价比,使其更具市场竞争力,为广大农业生产者所接受。市场培育与拓展策略的推进,将精准对接市场需求,提高农业从业者对农业机器人的认知和接受程度,同时通过标准化建设为农业机器人的大规模应用创造良好条件。

参考文献

- [1]我国智慧农业的运营模式、问题与战略对策[J].胡亚兰;张荣.经济体制改革,2017(04).
- [2]我国智慧农业发展态势、问题与战略对策[J].龙江;靳永辉.经济体制改革,2018(03).
- [3]物联网与智慧农业[J].李道亮.农业工程,2012(01).
- [4]助力乡村振兴 推进“智慧农业”创新发展[J].汪懋华.智慧农业,2019(01).
- [5]坚持农业农村优先发展面临的难题与对策[J].李铜山;李璐洋.中州学刊,2019(02).
- [6]城乡一体化发展的思维方式变革——论现代城市经济中的智慧农业[J].李道亮.人民论坛·学术前沿,2015(17).
- [7]人工智能在智慧农业中的应用研究[J].孙刚;房岩;陈野夫;金丹丹.吉林工程技术师范学院学报,2019(10).
- [8]欧美有机农业补贴政策分析——基于农业生产环境视角[J].吴文浩;周琳;尹昌斌;钱小平.世界农业,2019(02).