

基于物联网的农田监测系统研究

刘锐¹ 李爱传^{1*} 王新兵² 张哲铭¹ 李天¹

1 黑龙江八一农垦大学信息与电气工程学院 2 黑龙江省汤原县农业技术推广中心

DOI:10.12238/acair.v2i3.8596

[摘要] [目的]通过对物联网技术在农田监测领域的应用现状的梳理,探讨其面临的挑战,并展望未来的发展趋势,为相关研究人员和农业从业者提供有价值的参考。[方法]通过查阅大量相关文献,对国内外已有的技术理论和研究体系重点分析,为精准农业的实施提供科学依据。[结果]物联网技术通过实时监测农田环境参数,之后进行数据深度分析,帮助农民更加科学地进行决策和管理。[结论]为了推动物联网技术在农田监测领域的广泛应用,需加大科研投入,推动技术研发的不断突破,以满足农田监测的多样化需求;基础设施建设需要进一步完善,以确保物联网技术的稳定运行;可持续运行机制也需要建立,以确保物联网技术在农田监测中的长期应用。

[关键词] 物联网; 农田监测; 传感器; 网络通信技术; 云平台

中图分类号: TP212.9 **文献标识码:** A

Research on Farmland Monitoring System Based on Internet of Things

Rui Liu¹ Aichuan Li^{1*} Xinbing Wang² Zheming Zhang¹ Tian Li¹

1 Heilongjiang Bayi Agricultural University Information and Electrical Engineering Institute

2 Agricultural Technology Extension Center, Tangyuan County, Heilongjiang province

[Abstract] [objective] through combing the application status of Internet of things (iot) technology in the field of farmland monitoring, this paper discusses the challenges faced by IOT technology, and looks forward to the development trend in the future, it provides valuable reference for relevant researchers and agricultural practitioners.[methods] by consulting a large number of relevant literatures, the existing technical theories and research systems at home and abroad were analyzed to provide a scientific basis for the implementation of precision agriculture. [results] the technology of Internet of things helped farmers make more scientific decision and management by monitoring farmland environmental parameters in real time, and then carrying out in-depth data analysis.[conclusion]in order to promote the wide application of iot technology in the field of farmland monitoring, it is necessary to increase scientific research investment and promote technological research and development to meet the diversified needs of farmland monitoring, Infrastructure construction needs to be further improved to ensure the stable operation of IOT technology, and sustainable operation mechanisms need to be established to ensure that things Long-term application of network technology in farmland monitoring.

[Key words] Internet of things; farmland monitoring; sensor; network communication technology; Cloud Platform

引言

我国农业的发展历程可划分为三个阶段:首先是原始的农耕方式,即农业1.0时代,人们主要依赖人力和简单的农具进行农业生产;随后进入了农业2.0时代,这一时期引入了生物化学技术;进入工业革命后,农业步入了3.0时代,机械化耕作成为了主导,农业生产方式发生了革命性的变革^[1]。而在21世纪初,德国提出的工业4.0概念将信息技术的重要性提升到了新的高度。

特别是近年来,随着计算机信息技术的迅猛发展,物联网、云计算、大数据等技术为农业生产带来了前所未有的变革。精准农业作为这一转型过程中的重要组成部分,其核心在于利用物联网技术对农作物生长环境进行精确调控,以达到提高产量、降低成本、减少资源浪费和保护环境的目的。

1 国外研究现状

20世纪90年代,物联网(IoT)的概念首次由麻省理工学院提

出^[2]。北美地区首次提出了精准农业的概念,并在1993至1994年间,美国明尼苏达州的两座农场进行了首次试验^[3]。试验结果显示,采用GPS导航技术的精准施肥方法,使得作物产量比传统均匀施肥方法高出约30%,同时减少了化肥的使用量,显著提升了经济效益。这一成功的试验促使精准农业技术在全球范围内迅速推广和应用。2002年,英特尔公司在美国俄勒冈州建立了首个基于无线传感器网络的葡萄园。2014年,日本推出了依托智能机械和信息技术的创新计划,英国的国家精准农业研究中心开展了名为“Future Farm”的智慧农业项目。在印度,单片机技术被用于收集田间的温度和湿度数据以及植物生长的图像,并将这些信息发送到农户的手机上,使村民能够远程监控庄稼的生长环境和状况。日本开发的FieldServer系统采用嵌入式技术进行农田环境监测,并通过高清摄像头获取农田图像信息。这些数据通过TCP/IP协议迅速上传至服务器,使管理人员能够迅速访问并获取农田的全面信息。此外,Liya对用于农田实时监测的低功耗广域网(LPWAN)技术进行了深入研究,包括LoRa、Sigfox和NB-IoT等。通过比较分析,发现LoRa和NB-IoT更适合农业监测。LoRa是一种基于线性调制扩频技术的物理层技术,能够实现远距离通信连接,并在低功耗的同时扩展了通信范围。LoRa在低于噪声20dB的情况下仍能正常解调信号,而其他传统通信技术则无法实现这一点。

2 国内研究现状

20世纪,中国开始探索精准农业的应用,然而,受历史遗留的农业生产模式及科技水平限制,精准农业的研究和应用进展相对缓慢。在20世纪末,中国在北京、黑龙江农垦总局等地区启动了精准农业应用示范工程。例如,1992年北京顺义区成功实施了一项利用GPS导航技术的蚜虫防治试验。吉林省也不甘落后,利用其省级农业信息网络,开发了一个基于万维网的地理信息系统(GIS),为精准农业提供了新的技术支撑。进入21世纪,中国对精准农业给予了更多的关注。2006年,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》进一步推动了中国精准农业的发展,吸引了更多的科研人员和企业投入其中。随着科研人员的不断努力,精准农业技术在中国取得了显著的突破。2011年,李爱传通过对水稻生长环境监测与控制系统的深入研究,成功利用图像处理技术分析了水稻图像,进而获取了水稻的生长状态,为精准农业提供了新的监测手段^[4]。2012年,李道亮教授出版了《农业物联网导论》,为农业物联网技术的发展提供了理论基础,推动了精准农业与物联网技术的融合。随着技术的不断进步和应用场景的拓展,精准农业在中国的发展越来越广泛。2017年,李爱传利用STM32单片机和CH29DM小型数传电台设计了基于无线传输的寒地水稻节水灌溉自动控制系统平台,实现了对阳光照射时间、田间湿度、风速、有效辐射量以及田间温度等关键指标的实时监控^[5]。这一技术的应用,不仅提高了农作物的产量和品质,还有效节约了水资源。2018年,蔡绍堂及其团队利用STM32单片机和CC2530 Zigbee模块开发了一套新型的农田灌区远程智能监控系统。2019年,周继裕设计了农村环境监测数

据采集与管理系统,实现了对农村现场环境的中远距离无人值守监测。此外张现娟利用LoRaWAN技术实现了农田信息采集与警告系统,用户可以随时查看农田环境数据并通过系统接收警告信息及时采取应对措施。同时张美平也利用LoRaWAN技术设计了农业测量系统,对农田环境数据的远程测量和监控为农业生产提供了更加精准的数据支持。王高弟等人则利用PLC控制器和STM32单片机设计了基于LoRaWAN的农业水肥控制系统,对水肥精准控制有效提高了农作物的产量和品质。

3 存在的问题及研究的必要性

通过综合多篇文献,分析可以得知农田环境监测与室内温室环境监测存在明显差异。室内环境相对稳定,监测手段较为统一,已经建立了较为完善的监测系统。相比之下,室外农田监测在与便携式移动设备结合、主控芯片的先进性以及接口的扩展性方面存在不足。室外农田监测还面临诸多挑战,如监测设备携带不便、布线工作繁琐、监测区域广泛且受复杂多变的自然环境影响、可控因素有限,以及需要采用多种监测手段等。

物联网农田监测技术在中国尚处于发展阶段,在技术研发、可持续运行机制建立、专用传感器研发以及大数据应用等方面仍存在不少挑战和问题。

(1) 智慧农业技术有效供给不足。政府强调了信息科技在农业现代化中的重要性,智慧农业技术的发展仍然面临有效供给不足的问题。目前,国内在农业传感器、智能决策算法模型和高端农业智能装备方面的研发与应用相对滞后^[6]。

(2) 农业物联网应用瓶颈。当前农业物联网的“感知-传输-处理-控制”的全链条并未完全打通,限制了农业物联网技术的优越性的发挥,进而影响了其应用效果和效益。

(3) 数据安全与隐私保护存在缺陷:随着大量传感器和监测设备的部署,农田监测系统收集的数据量急剧增加,这些数据在传输和存储过程中可能面临泄露的风险,同时农田监测数据可能包含农户的个人信息和商业秘密,不当的数据使用和分享可能导致隐私侵犯。农户和农业企业可能缺乏数据安全和隐私保护的意识,未能采取有效的保护措施。

4 未来发展建议

经过优化后的农业监测系统主要依赖于三大核心技术:信息采集技术、数据传输技术以及数据处理技术。在信息采集环节主要依靠传感器技术,通过在农田中部署多样化的传感器来全面获取农田信息。数据传输技术负责将采集到的数据发送到数据处理单元。数据传输技术依据传输媒介的不同,分成无线通信技术和有线通信技术两种。有线通信技术如USB(Universal Serial Bus)、RS-485和RS-232等,因其较低的电磁干扰和稳定的物理连接,提供了非常可靠的数据传输。适用于固定监测站点,如农业实验站或大型农场的中心监测点,有线通信技术可以提供稳定的连接;但主要缺点也在于需要物理布线,这在广阔的农田中可能是一项挑战,尤其是在地形复杂或作物种植密集的区域。同样有线系统可能需要更频繁的维护,以检查和修复可能由于物理损坏或环境因素导致的连接问题。无线技术允许在不便

于布线的区域,如广阔的农田或复杂地形中,灵活部署传感器和监测设备。无线通信技术依据传输距离的差异,被划分成短距离无线通信技术和远距离无线通信技术两种。这些技术都有各自的优点和不足,比如:蓝牙(Bluetooth,BLE)、无线(Wireless Fidelity,Wi-Fi)、ZigBee等短距离无线通信技术,传输距离比较近在300米以内。尽管蓝牙与Wi-Fi功耗高,组网性能较差,但其通信速率快,适合应用于手机电脑、无线局域网等方面。ZigBee与蓝牙和Wi-Fi相比功耗低、复杂度低且支持自组网,但其通信速率慢,适合智能家居等领域。远距离无线通信技术包括第四代移动通信技术、窄带物联网(Narrow Band Internet of Things,NB-IoT)、Sigfox、LoRaWAN(Long Range Wide Area Network)等,这些技术传输距离远,均可达千米以上,功耗更低,系统覆盖的范围更广。其中,NB-IoT具有高灵敏度、强抗干扰性和高安全性等优点,但因其工作在运营商频段,和4G一样不仅受到运营商基站的限制还需要支付高额的通信费用,前期成本较高。Sigfox技术是采用相对封闭的独立运营模式,由于其基站网络和Sigfox云公司私有,在中国的应用范围不大。而LoRaWAN具有覆盖范围广、功耗低、成本低、容量大、工作在非授权频段等优点,在低功耗下实现长达数公里的通信距离,在中国有很大的应用潜力。

通过分析传感器、网络通讯技术和云平台等农田监测技术的研究和应用,针对现存的一些短板,为未来能够建立完善的智能化农田监测技术,提出以下几点建议:

(1)加强农业传感器的研发:为了提升农业物联网的监测能力,需要加大对农业传感器技术的研发力度,开发出更多种类、更高灵敏度、更稳定可靠的传感器。同时,应注重传感器的低功耗设计,以适应农田环境中的长期部署和使用。此外,传感器的本土化研发也非常重要,需要结合我国不同地区的农业特点,开发出适应当地环境条件的传感器。

(2)构建一体化的农业数据云平台:需要构建统一的农业数据云平台,平台不仅要涵盖数据的存储、处理、分析和服务等功能,还要实现农业数据的集中管理和深度分析,为农业生产提供强有力的数据支撑。此外,平台还需提供开放的数据接口,以便第三方开发者能够基于这些数据进行农业应用的创新开发,进一步推动农业大数据的应用创新。

(3)深入跨学科研究与合作:由于系统融合了信息技术、农

业科学、环境科学、数据科学等多个领域的技术和知识,因此跨学科合作能够促进创新思维的碰撞和新技术的产生。通过跨学科合作,可以将不同领域的最新研究成果和技术应用到农业监测中。例如,利用信息科学的先进算法优化数据处理,或将环境科学中的生态模型应用于监测系统的决策支持。

5 结论

本文旨在全面评述物联网技术在农田监测中的应用现状,探讨其面临的主要挑战,并展望未来的发展趋势。通过综合分析国内外的研究成果,可以看到物联网技术在精准农业中的应用已经取得了显著的成效。然而,我们也需要认识到物联网技术在农田监测领域的应用仍然面临一些挑战。例如,技术研发需要不断突破,以满足农田监测的多样化需求;基础设施建设需要进一步完善,以确保物联网技术的稳定运行;可持续运行机制也需要建立,以确保物联网技术在农田监测中的长期应用。

[参考文献]

- [1]吴双佚.基于LoRaWAN的农田信息监测系统[D].成都理工大学,2019.
- [2]任旭阳.基于物联网的农田环境监测系统设计与实现[D].吉林:吉林农业大学,2022.
- [3]方向明,李姣媛.精准农业:发展效益、国际经验与中国实践[J].农业经济问题,2018,(11):28-37.
- [4]穆彦辰,李爱传,王少农,等.水稻生长影像采集及长势监测的研究[J].民营科技,2014,(03):259.
- [5]李爱传.寒地水稻节水灌溉自动控制系统设计与试验研究[D].黑龙江八一农垦大学,2017.
- [6]赵春江.智慧农业的发展现状与未来展望[J].华南农业大学学报,2021,42(06):1-7.

作者简介:

刘锐(1999--),男,汉族,山西省朔州市黑龙江八一农垦大学信息与电气工程学院,硕士,物联网农田监测。

*通讯作者:

李爱传(1980--),男,汉族,黑龙江肇东人,博士,硕导,研究方向:寒地水稻节水灌溉。

行业导师简介:

王新兵(1982--),高级农艺师,汤原县农业技术推广中心,职务:主任。