

# 寒地水稻育秧大棚环境管理系统研究综述

刘烜骥, 李爱传<sup>通讯作者</sup>

(黑龙江八一农垦大学电气与信息学院, 黑龙江 大庆 163319)

**摘要:** 本文使用文献综述的方式, 通过对国内外大棚管理系统的技术总结和方案梳理, 分析各类方案的适用范围及大棚相关技术的未来发展趋势, 为寒地条件下的水稻育秧大棚环境管理系统的方案与技术路线的选择提供理论基础和参考。

**关键词:** 寒地水稻; 育秧大棚; 智能控制; 远程监控

**[DOI]** 10.12231/j.issn.1000-8772.2020.28.182

## 1 引言

黑龙江拥有世界上最肥沃的黑土地, 是我国的重要粮食生产基地, 根据黑龙江统计局 2018 年统计年鉴显示, 2017 年黑龙江水稻的产量达到了 2819.3 万吨<sup>[1]</sup>, 占全国水稻产量的 13.3%<sup>[2]</sup>。但黑龙江地理位置位于中国最北边, 气候严寒, 全年无霜期短, 必须对水稻进行提前育秧, 目前一般采用温室大棚育秧技术<sup>[3]</sup>。目前国内的大棚智能化程度大多较低, 多需要人工进行手动调整和观察记录。因此, 在上述的背景下对育秧大棚环境管理系统进行综述, 目的在于通过对育秧大棚管理系统中的主要技术路线和方案设计进行梳理, 分析各方案中的优缺点和管理系统中的一般规律性问题。为设计出高效、可靠、低成本的育秧大棚提供设计思路和理论基础。

## 2 国外研究现状

国外很早便开始对大棚智能管理系统进行相关研究。意大利的 O. Mirabella 等人构建了一种基于 CAN 和 ZigBee 协议的有线/无线通信方式来解决传统大棚内数据传输方面的不足<sup>[4]</sup>。韩国的 Jeong-hwan Hwang 等人在辣椒作物的温室管理系统中采用的是物理层、中间层、应用层的三段式的结构, 各层之间采用 WSN 传输, 并使用图形用户界面进行检测和控制<sup>[5]</sup>。罗马尼亚的 Alexandru Dumitrascu 等人通过使用连接多个子系统的分布式系统来解决温室环境的远程监控问题, 节点预先编程并配置 XMesh 低功耗网络协议来为无线传感器网络提供扩展性<sup>[6]</sup>。马来西亚的 Z. May 等人提出了一种基于 LabVIEW 的大棚控制系统, 通过接收控制器输出信号使灯泡电阻加热来调节变量<sup>[7]</sup>。加拿大的 Imran Bin Jafar 等人基于 ATmega328 微控制器的 Arduino UNO 模块通过使用激光雷达网络来对光照强度进行精确调控<sup>[8]</sup>。苏丹的 Marwa Mekki 等人针对大棚设计了一种无线传感器监控网络, 核心采用 Arduino 兼容技术和 Wi-Fi 短距离通信网络和以及全球通信系统 GSM<sup>[9]</sup>。马来西亚的 Ahmad Ashraf Abdul Halim 等人提出了传感器之间可以采用多跳网络的拓扑结构来优化节点的使用, 节省成本, 每个节点都可以与一个或者多个对等节点进行直接通信且可扩展<sup>[10]</sup>。菲律宾的 Roselle B. Anire 等人在大棚监控系统中使用树莓 pi 3 微型机 linux 板来集成温度、湿度、土壤湿度等环境传感器, 提出了传感器标定方法。利用树莓 pi 3 的 Wi-Fi 能力, 建立了节点与数据聚合器之间的无线网络<sup>[11]</sup>。

## 3 国内研究现状

张晓龙采用 ZigBee+Gprs 的通信方式来传输数据, 并主要对 ZigBee 的底层协议栈和 ZigBee 数据采集节点的硬件设计思路进行讨论<sup>[12]</sup>。熊迎军采用 B/S 和 C/S 的混合结构作为大棚系统的管理模式, 通过 Mamdani 推理实现对参数的模糊控制<sup>[13]</sup>。秘立鹏提出一种基于模糊神经网络的温室自适应控制方法, 利用遗传算法进行优化<sup>[14]</sup>。杨林靖使用 WinCe 嵌入式系统来开发大棚管理系统, 将系统总

体功能分为三类, 方便各用户使用<sup>[15]</sup>。周洪林采用 JZH-026-12 五合一无线传感器作为数据采集单元; 数据传输单元采用 KL-H1100 物联网网关通过 ZigBee 通信技术与传感器连接; 控制单元采用 JZH-2 系列无线控制模块来实现对风机、卷帘的控制<sup>[16]</sup>。韩毅针对采集到数据中的误差, 提出了一种温湿度变结构模糊控制方法, 在基于 LabView 的工具包下完成模糊控制器的设计<sup>[17]</sup>。田利使用 S3C2440A 芯片为核心并嵌入 linux 来搭建温室控制系统<sup>[18]</sup>。王超对大棚管理系统传输层的路由协议和数据融合算法进行重点研究, 在数据处理阶段使用基于信任度的加权数据融合技术和信息压缩技术, 有效解决了负载均衡性问题并减少功耗<sup>[19]</sup>。崔楠楠采用自适应加权法以及模糊推理法作为组合而成的两级数据融合方法, 提升了传感系统的性能和有效性<sup>[20]</sup>。谭峰使用了依托阿里云平台的云服务器作为数据存储中心, 提高数据存储系统的安全性和稳定性<sup>[21]</sup>。庞子杰采用 STM32 和 STC 结合的方式, 其中 STM32 负责解析 NRF24L01 接收到数据, STC 作为从控板并连接 NRF24L01 通信模块, 并进行测试<sup>[22]</sup>。杨雷提出了 PCA\_PSO\_LSSVM 的组合算法对温度进行预测, 并通过实验验证了组合算法比单独使用 PCA 或 PSO 算法的预测精度高出约 7-8 个百分点<sup>[23]</sup>。李俊强在温室底层采用 ZigBee 通讯协议, 并利用其多跳自组织的特点, 在传感器之间采用星型拓扑网络结构, 提高系统的灵活性和可扩展性<sup>[24]</sup>。邢希君提出一种基于双模糊逻辑控制器的智能控制方法, 结合专家系统制定模糊专家控制策略<sup>[25]</sup>。刘传岐使用物元分析理论对大棚内传感器监测布点进行优化<sup>[26]</sup>。王亚冬在大棚测控系统中采用 STM32 为核心微处理器, 与传感器连接通过 485 接口, 通过 ModBus 通信协议采集传感器数据, 通过 WiFi 上传至服务器<sup>[27]</sup>。罗莉莉主要对上位机软件部分进行设计, 包括通信协议代码编写以及构建数据库表间逻辑结构, 并对关键部分代码进行展示<sup>[28]</sup>。牛犁青使用 TinyOS 系统作为无线采集网络节点的操作系统, 设计基于单神经元模糊的 PID 控制器来控制温湿度, 并进行控制算法的改进<sup>[29]</sup>。

## 4 存在的问题及研究的必要性

通过对国内外的文献分析, 国外研究主要针对数据传输层和链路层的通信协议以及传感器之间的网络结构进行研究。国内学者除了对通信协议和网络结构进行研究外, 对预测算法和 PID 控制技术也展开了大量的研究。国内外对温室大棚系统的搭建都是以传统的物理-传输-应用三层结构为基础, 研制出了多套温室管理系统, 但 these 系统多适用于国外和南方的种植区域。而北方寒地地区的气候条件和土壤环境与南方地区有很大的区别, 且培养育秧水稻的大棚比种植传统蔬菜水果的大棚对环境参数调节的精度要求更高, 所以需要符合北方寒地条件下的水稻育秧大棚管理系统进行研究。

综上, 当前对寒地水稻育秧大棚管理系统的研究很有必要, 研究寒地水稻育秧系统中通信数据在传输过程中的一般性问题, 研究

环境因子的预测算法和智能控制算法,建立寒地水稻育秧大棚管理系统的理论基础和科学依据,对提高农作物质量,实现农业智能化起到促进作用。

### 5 未来研究方向的发展建议

黑龙江位于世界三大黑土带上,是我国最大的粮食生产基地和商品粮输出基地。其中水稻作为主要生产作物,其产量对全国的粮食储备起着举足轻重的作用。根据对以往相关研究的总结,未来寒地水稻育秧大棚管理系统的研究重点主要表现在以下几个方面:

(1)育秧大棚内各环境因子对秧苗生长具体影响程度的量化研究。该研究对数据量有较大要求,后期可通过大数据等相关技术对变量与植物生长之间的耦合关系进行分析,得出环境因子对于育秧大棚内秧苗生长的影响程度。该研究试验周期长,分析难度大,但是对于提高水稻育秧阶段的产量,控制器算法的设计,系统成本的控制都有很大的价值。

(2)育秧大棚内部环境自适应控制算法的研究。需要采用各类传感器对温室中秧苗不同时期下的生长状况和此时的内部环境因子进行持续的监控,利用某种理论对秧苗生长质量与环境因子之间的联系进行分析,反复实验,直到找到最小误差值下的经验公式。考虑到整个温室环境的强耦合性和滞后性,初期可基于模糊控制理论,再与专家系统、PID 控制和神经网络等现有的算法相结合。

(3)温室传感器监控布点的研究。一是通过优劣解距离法等模型评价排序方法或其他智能算法来算出温室大棚内传感器布置点的优劣排序,通过各算法期望点、最优点、最劣点的相互比较选择最合适的布点方式来对温室传感器进行布点减少成本。二是通过实验,对采集到的数据使用神经网络、贝叶斯估计、熵融合和自适应加权融合等数据融合方法来确定传感器的位置。

### 6 结束语

本文主要分析了国内外温室大棚管理系统的研究现状、主要成果及未来的研究方向。目前国内温室管理系统在硬件设备上与国外相比有很多不足之处,相关算法的研究也有待进一步优化,存在着许多技术方面的问题需要解决,未来仍有较大的提升空间。研究寒地水稻育秧大棚管理系统,对提高秧苗的生长质量、减少种植的成本,促进黑龙江垦区的发展有重要意义。

### 参考文献

- [1]黑龙江省统计局,国家统计局黑龙江调查总队编.黑龙江统计年鉴 2018.北京:中国统计出版社,2018.
- [2]中华人民共和国统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [3]张玉胡.浅谈寒地水稻育秧技术[J].农村科学实验,2019(21):49-50.
- [4]O. Mirabella, M. Brischetto, et al. Hybrid Networking Infrastructure for Greenhouse Management System. 2009.
- [5]Jeong-hwan Hwang, Hyun Yoe, et al. Paprika Greenhouse Management System for Ubiquitous Agriculture. 2010.
- [6]Dumitrascu A, Stefanoiu D, Culita J, et al. Distributed System for Remote Monitoring and Control Greenhouse Environment [C]. The 18-th International Conference on Control Systems and Computer Science, CSCS-18. 2011.
- [7]May Z, Hashim H H M. Greenhouse Remote Control and Monitoring System [J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 295-298:940-944.
- [8]Jafar I B, Raihana K, Bhowmik S, et al. Wireless monitoring system and controlling software for Smart Greenhouse Management[C]. International Conference on Informatics. IEEE, 2014.
- [9] Mekki M, Abdallah O, Amin M B M, et al. Greenhouse monitoring and control system based on wireless Sensor Network [C]. 2015 International Conference on Computing, Control, Networking, Electronics and Embedded Systems Engineering (ICC-NEEE). IEEE, 2015.
- [10]Halim A A A, Hassan N M, Zakaria A, et al. Automated scheduling based on plant growth for greenhouse management system[C]. International Conference on Electronic Design. IEEE, 2017.
- [11]Anire R B, Cruz F R G, Agulto I C. Environmental wireless sensor network using raspberry Pi 3 for greenhouse monitoring system [C]. 2017 IEEE 9th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM). IEEE, 2017.
- [12]张晓龙.基于 ZigBee 的农业温室大棚监控系统的设计与实现[D].北京邮电大学,2011.
- [13]熊迎军,沈明霞,刘永华,等.混合架构智能温室信息管理系统的设计[J].农业工程学报,2012, 28(25):181-185.
- [14]秘立鹏.基于模糊神经网络的设施农业温室大棚自适应控制系统的开发[D].太原理工大学,2014.
- [15]杨林靖.基于 WinCE 的大棚温室监测系统的设计[D].湖南大学,2014.
- [16]周洪林.基于 ZigBee 的温室大棚自动控制与远程管理系统的研究与实现[D].西南交通大学,2015.
- [17]韩毅.基于物联网的设施农业温室大棚智能控制系统研究[D].太原理工大学,2016.
- [18]田利.温室大棚嵌入式控制系统设计与实现[D].沈阳工业大学,2016.
- [19]王超.基于物联网的温室大棚计算机监控系统[D].华北理工大学,2017.
- [20]崔楠楠.基于物联网的北方温室大棚智能管理系统的研究与应[D].吉林农业大学,2017.
- [21]谭峰,薛龄季轩,等.基于云平台的棚室环境远程监控系统[J].牡丹江师范学院学报(自然科学版),2017(02):6-10.
- [22]庞子杰.基于嵌入式智能温室环境监控系统设计[D].河北大学,2018.
- [23]杨雷.温室大棚远程监控与智能管理系统[D].天津理工大学,2018.
- [24]李俊强.基于 ZigBee 技术的温室 WSN 控制系统的设计与实现[D].河北科技大学,2018.
- [25]邢希君.基于多变量控制的设施农业温室大棚智能控制系统的开发[D].太原理工大学,2018.
- [26]刘传岐.水稻育秧大棚环境多点远程监测系统及监测点优化[D].黑龙江八一农垦大学,2018.
- [27]王亚冬.智慧农业大棚测控及信息管理系统[D].山东建筑大学,2019.
- [28]罗莉莉.基于 C# 的自动化大棚后台监测分析系统[D].安徽大学,2019.
- [29]牛犁青,杨毅.基于物联网的温室大棚数字化管理系统设计与仿真[J].电子设计工程,2019, 27(03):82-87.

作者简介:刘焯骥(1995-),男,四川省宜宾人,硕士生,主要从事智能控制研究工作。

通讯作者:李爱传(1980-),男,黑龙江肇东人,副教授,博士,硕士,主要从事寒地水稻节水灌溉研究工作。