

物联网在设施农业中的应用

刘志辉¹, 朱旭东² (1. 湖南省郴州市烟草公司桂阳分公司, 湖南桂阳 424400, 2. 湖南农业大学, 湖南长沙 410128)

摘要 从物联网在温室环境监测、温室作物生长环境调控、作物病虫害诊断和设施农业数字化管理等上的应用, 总结了物联网技术在设施农业中的应用, 并对物联网技术在设施农业的利用研究方面提出了展望。

关键词 物联网展开; 设施农业; 应用

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11946-02

我国农业正从传统农业向精细化和智能化的现代农业演进。在“十二五”规划的12大建议中, 明确提出“推进农业现代化, 加快新农村建设, 统筹城乡发展, 加快发展现代农业”。设施农业是现代农业的重要形态。近年来, 我国设施农业发展迅速, 目前全国设施农业总面积已经超过400万 hm^2 ^[1]。国外在设施农业的起步较早, 荷兰、以色列、美国、日本等农业比较发达的国家, 在土壤特性演变、专用品种选育、肥水管理、设施环境调控等方面进行了全面、系统的研究, 并形成了完整的设施农业栽培技术体系^[2]。我国农业设施条件参差不齐, 以简易设施为主, 基本上没有环境控制能力; 在栽培管理上粗放, 缺乏科学的运筹决策和量化的管理指标, 造成资源的浪费、农产品品质差、投入成本过大等问题; 在信息化服务方面, 已有的农业生产应用系统技术与服务模式单一, 应用成本较高, 且针对作物生命本体信息感知、生长过程建模、作物病虫害诊断的应用也微乎其微。物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的新一代信息技术, 至提出以来, 受到国内外政府、企业、科研单位的广泛关注, 物联网相关标准制定、关键技术研发、行业应用、产业规划等工作也在迅速推进^[3]。物联网是国家首批加快培育的7个战略性新兴产业之一, 而农业物联网是物联网应用的重点领域之一, 是实现农业生产、经营、服务、管理、决策智能化的新一代信息技术。物联网技术的引入, 为设施农业的发展提供了有力的保障。目前, 物联网技术在设施农业领域已经有了初步的应用, 在田间作业、设施栽培等环节的应用取得新的进展, 如传感器技术在精准农业的应用、智能化专家管理系统、远程监控系统等。为此, 笔者对物联网在设施农业中的应用进行总结, 为物联网在设施农业上的应用和未来的发展提供理论参考。

1 物联网简介

1.1 定义 物联网是指按照规定的协议, 通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息的传感设备, 任何物品都可以与互联网连接起来, 进行信息交换和通信, 以实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[4]。物联网的英文名称是“The Internet of things”。物联网具有开放性、平台独立性和高度互动性、灵

活性和可扩展性、标签适用性等特点。

1.2 体系构成 物联网的体系架构从下至上包括感知层、网络层和应用层。其中感知层是获取物理世界信息的唯一途径和载体, 是物联网赖以发展的重要基础。而其共性技术包括网络安全技术、网络和服务质量(QoS)管理、标识与解析^[6], 不属于物联网的某个特定层面, 而是与感知层、网络层、应用层都有关系。感知层由数据采集子层、自组织传感器网络组成^[7]。感知层是物联网的眼睛, 是实现物联网全面感知的核心。网络层的作用是把感知层得到的数据传送并处理, 它的工作非常像人类的脑和神经中枢。应用层要和相关的领域需要相结合, 达到高度的智能化应用层是物联网和相关领域的专业技术的高度合并和领域的需要。

1.3 技术分类 物联网技术主要可以分为射频识别(RFID)、传感器与传感网、无线通信网络、嵌入式系统等4大类。qizhongRFID即“Radio Frequency Identification”, 是一种“无线射频识别”的非接触式自动识别技术^[8]。传感器是对感知节点信息的及时和准确的获取, 是世界上普遍重视和大力发展的高新技术之一^[9]。无线通信包括了移动通信系统、卫星通信和宽带无线接入等范畴。嵌入式系统(Embedded System)是物联网中实现物与物连接的智能终端网络化形式。它是一个软件和硬件的综合体, 涵盖了控制、监视设备运行和机器的装置。

2 物联网在设施农业中的应用

设施农业物联网技术主要是利用传感器实现设施农业生产环境信息的实时感知, 利用自组织智能物联网对感知数据进行远程实时监控。通过物联网技术监控环境参数, 为设施农作物生产提供科学依据, 优化农作物生长环境, 不仅可获得作物生长的最佳条件, 提高产量和品质, 实现设施农业的精准化管理, 同时可提高水资源、化肥等农业投入品的利用率和产出率^[10-11]。

2.1 温室环境监测

2.1.1 温室环境信息的感知。 物联网的感知层由数据采集子层、自组织传感器网络组成。其中数据采集子层, 集成二维条码、传感器、卫星定位、RFID和多媒体信息采集等技术进行数据采集, 获取各种声音、视频等多媒体数据、物理量、标识等物理世界中各种数据信息; 自组织传感器网络, 基于数字链路的编码、调制、解调技术, 实现局域网内传感器及传感器节点间的数据传输, 基于组网、流量管理、路由等技术, 实现各节点间的自组织与协调交互。温室安装温度传感器、

湿度传感器、营养液浓度传感器、CO₂ 浓度传感器,对温室环境进行感知,采用 2G、3G 网络通信技术、ZigBee、蓝牙(Bluetooth)、Wi-Fi 等方式进行温室环境信息的无线传输。其中 2G、3G 网络通信技术主要适用于远距离的信息传输,ZigBee、蓝牙、Wi-Fi 和 RFID 技术用于短距离信息传输领域^[12-13]。在 2G、3G 网络通信技术在温室环境测控应用方面,主要是采用 GPRS(通用分组无线服务技术)网络、GSM(全球移动通信系统)和 3G 网络进行信息采集和控制,如刘会忠等开发的基于 GPRS 的温室环境监控系统^[14]。在短距离无线技术方面,国内开发了基于 ZigBee 的温室环境测控系统^[15-17],Park (2011)采用 ZigBee 开发了温室内作物叶片温湿度、环境信息和露点测控系统,为温室病虫害监测和预警提供依据^[18-19]。

2.1.2 温室环境信息处理。首先,为提高无线网络系统的性能,提出了无线传感器网络 q 分类融合算法^[20]。其次,针对目前温室无线测控系统中未考虑节点能耗以及网络生命期的问题,提出了基于 Agent 的温室无线传感网络分簇管理模型^[21]。最后,为实现无线网络资源的高效管理和多传感器信息融合,Fukatsu 等提出采用智能体(Agent)技术实现无线网络分布式节点与 Internet 的连接,并开发了基于 WEB 的农田信息监控管理 + 系统^[22];熊迎军等针对物联网型智能温室的信息管理要求,基于客户端/服务器(C/S)和浏览器/服务器(B/S)混合架构设计了智能温室信息管理系统,同时提出在传感器节点采用 3 次指数平滑处理,在汇聚点采用支持度融合的温室无线传感器网络系统实时数据融合算法^[23]。

2.2 温室作物生长环境调控 根据设施作物对环境的要求,选定包括棚内环境参数(光照、温度、湿度、CO₂)、土壤参数(温度、湿度)、室外气象参数(光照、温度、湿度、雨雪量)等环境参数进行监测。通过集成利用多种传感器和数据采集终端获取环境信息,并进行数据处理,提供相应的操作接口,实现设施大棚环境实时监控。同时,用户可以根据作物生长环境要求设定环境参数告警阈值。当数据出现阈值告警时,系统自动控制相关设备进行智能调节,如并向用户发送报警信息。针对种植通风、湿帘、风机的控制问题,利用安装在设施大棚的控制终端,与传感器、大棚自动化设施进行联动,如打开风机通风降温、打开卷帘内遮阳等,实现环境信息的反馈控制。

2.3 温室作物病虫害诊断及防治 通过远程专家系统(包括传感器、RFID 技术、视频监控技术结合无线传感网),可以查看设施大棚的农作物种植环境数据、视频图像信息,经过专家的远程诊断分析,农业生产人员(农户、企业管理人员)通过系统上传现场病虫害数据信息,结合专家从现场传回的病虫害图片、描述信息进行会诊,及时给出诊断结果,并通过系统反馈给种植基地农业生产人员,给出应对措施,实时了解作物的长势情况,对病虫害防治做到“治早、治了”。

2.4 作物生产数字化管理 利用物联网,用户可通过系统发布任务给相关的人员,并对任务的状态进行实时跟踪,查

看下发的任务受理和任务完成情况,进而对任务进行关闭,形成任务闭环管理,同时可通过手机短信提醒任务接收人员处理任务。物联网种植数据模块,可查看大棚的历史数据信息,包括大棚编号、种植作物品种、空气温湿度、光照强度、土壤温湿度、日照数情况,可通过选择大棚的名称、种植作物的品种等进行数据查询筛选。对大棚种植环境数据进行智能分析,为用户提供分析和决策依据,用户可随时随地通过电脑和手机等终端进行查询。数据统计汇总模块统计温湿度历史数据、最大值、最小值及平均值,累积数据,报警信息等,用户可随时打印指定时间段的温湿度数据及运行报告。

3 物联网在设施农业中的应用前景及展望

随着物联网技术不断创新和发展,其在设施农业上的应用也越来越突出。农业物联网是物联网应用的 8 大领域之一,是实现农业生产、经营、服务、管理、决策智能化的新一代信息技术。物联网以信息化引领现代农业发展将是大势所趋。设施农业具备物联网推广应用规模化、集约化生产经营这一基础条件,因此是农业物联网重点应用领域。物联网在设施农业中的应用主要有两个方面,一方面应用智能化监控与人工辅助管理技术,另一方面应用智能化监控与自动化管理技术,这是精准农业的基础。为此,可以看出物联网在设施农业生长环境及数字化管理方面的应用前景广阔。

我国设施农业发展起步较晚,各方面技术尚未成熟,物联网在设施农业中的应用技术多数引自其他国家,为此加强物联网应用软件的开发及相关技术的研究已迫在眉睫。并且对物联网在设施农业上的应用主要集中在感知、传输以及应用系统的研究上。感知信息的处理与决策服务研究较少。为此,以后的研究可以从以下 3 个方面进行:①构建温室无线网络时应考虑如何实现多传感器的信息融合,以提高监测的准确性;②温室在运行过程中,温室环境采集系统获得了大量的温室环境历史数据,如何对历史数据进行分析,如何建立适合不同温室的温室环境模型;③如何针对不同类型的温室、不同类型环境测控系统,建立具有通用接口标准、可重用的温室环境调控分布式决策支持系统,以提高决策系统的通用性。

参考文献

- [1] 李中华,王国占,齐飞.我国设施农业发展现状及发展思路[J].中国农机化,2012(1):7-10.
- [2] 高峰,俞立,卢尚琼,等.国外设施农业的现状与发展趋势[J].浙江林学院学报,2009,26(2):279-285.
- [3] 王保云.物联网技术研究综述[J].电子测量与仪器学报,2009(12):1-7.
- [4] 蔡日梅.物联网概述[J].电子产品可靠性与环境试验,2011,2(1):59-64.
- [5] 翟宏伟.基于物联网技术的智能家居应用研究[D].北京:北京邮电大学,2011.
- [6] 张晖.物联网标准体系研究与产业发展策略[J].信息技术与标准化,2010(8):18-21.
- [7] 吴小莲.基于物联网的精准农业大监控系统的设计与研究[D].南昌:江西农业大学,2013.
- [8] 黄学成,何远标.RFID 及其在物流管理中的应用[J].中国高新技术企业,2010(18):105-106.
- [9] 孙雨耕,张静,孙永进,等.无线自组传感器网络[J].传感器技术学报,2004(2):331-335.

等领域中有着十分重要的地位。单片机的硬件功能可以通过汇编语言被充分实现,程序质量高,软件占用的内存空间小,程序的运算速度很快。而且它和具体单片机合为一体,属于非常通用的低级程序语言设计,使用汇编语言编写的程序,单片机内部的片内 RAM 单元和工作寄存器可以被用户直接访问,数据的处理过程有针对性。所以,即使如今已经开发很多集成可视化开发环境和高级语言,汇编语言仍然是十分有效的程序设计语言。

1.3 测土配方施肥的研究 以肥料的农田试验和土壤成分测试作为依据,依据土壤的供肥性能、肥料的效应和作物的需肥规律,以肥料合理施用为基础,研究磷、氮、钾和中、微量元素等肥料的配比、施肥方法和施肥阶段。解决和调节作物土壤施肥与土壤需肥之间的差异是测土配方施肥的核心技术。使作物所需的营养元素的补充更有针对性,根据农作物营养元素的缺失情况,有针对性地进行补充和调整,使农作物生长所需营养元素达到均衡供给,同时可以使肥料利用率提高,使肥料使用量降低,在使作物增产的同时,提升农作物的品质,实现节约劳力,增加农民收入的目的。

2 系统软件设计

2.1 双机通信 C8051F800 单片机和 PC 机的双机通信软件包括 PC 机的串行通信软件和单片机的通信软件,PC 机的串行通信软件采用 VC 语言编程,单片机部分采用汇编语言编程。上位机串口通信及可视化界面编程采用 VC 高级语言编程。

系统工作界面包括土壤湿度下、上限、土壤湿润层深度等参数设置。当用户正确设定了上述参数值,得出需灌水量和灌水时间的数值,上位机将灌水所需时间和土壤湿度下限值通过串行通信口传给单片机。当系统工作正常时,如果土壤湿度值小于或等于土壤湿度下限值被检测到,系统上位机

和单片机都可以自动计算出灌溉水量和灌水时间,进行灌水。上位机则对每次灌溉水量和所需养分进行记录,为形成农业专家系统提供基本的数据来源。

2.2 模糊控制灌水 建立于人类思维的模糊性基础之上的模糊控制学与传统自动化控制学有着根本的区别,它可以高效地描述和模仿人的思维方式,反映和总结人的生活经验,能够对复杂系统和事物可进行模糊识别、模糊度量、模糊控制、模糊推理和模糊决策。

模糊控制算法有多种实现形式,常用的方法有通过合成推理发展的合成推理的查表法、关系矩阵法、强度转移法和后件函数法、合成推理的解析公式法等。在对土壤湿度的分析和处理中用到了模糊控制理论,传感器采集到当前的土壤湿度值首先送给控制系统,控制系统对采集到的数据进行处理,系统根据处理后的数据,求出和所设定的土壤的湿度值的偏差 E 和偏差变化率 EC 。按照模糊控制理论的要求,偏差 E 和偏差变化率 EC 被模糊化处理和规范化,查出模糊控制响应表,得出输出控制量,控制设备的开关。

土壤湿度的控制中引入模糊控制的思想,能够减少水资源的浪费,同时能够根据作物的实际需求合理灌溉,降低农业投入成本,增加农民收入。

参考文献

- [1] 刘秀珍,郑德聪,马骏,等. 精确灌溉与施肥自动化管理系统的研制与实现[J]. 水土保持学报,2006(5):197-200.
- [2] 严昶. 灌溉施肥自动化控制系统研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.
- [3] 邓君丽. 智能施肥灌溉决策系统的设计与实现[D]. 武汉:华中师范大学,2006.
- [4] 曹锋,丁军,王成芳. 计算机智能调度控制管理系统在节水灌溉中的研究与应用[J]. 江苏水利,2005(5):12-13.
- [5] 么丽丽. 基于 PLC 和 MB + 的灌溉施肥模糊控制系统的设计[D]. 太原:太原理工大学,2012.
- [6] 仪表技术与传感器,2011(9):50-52.
- [18] PARK D H, KANG B J, CHOK R, et al. A study on greenhouse automatic control system based on wireless sensor network [J]. Wireless Personal Communications, 2011, 56(1): 117-130.
- [19] PARK D H, PARK J W. Wireless sensor network-based greenhouse environment monitoring and automatic control system for dew condensation prevention [J]. Sensors, 2011, 11(4): 3640-3651.
- [20] 张西良,孙优,李萍萍,等. 无线传感器网络 q 分类融合算法[J]. 江苏大学学报:自然科学版,2008,29(3):189-193.
- [21] 吴祎嫻,苏诚,陈明,等. 基于 Agent 的温室无线传感网络分族管理模型[J]. 广西师范大学学报:自然科学版,2011(2):40.
- [22] FUKATSU T, HIRAJI M, KIURA T. A distributed agent system for managing a web-based sensor network with field servers [C]//Proc. of 4th World Congress on Computers in Agriculture (WCCA). 2006:223-228.
- [23] 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(5):181-185.

(上接第 11947 页)

- [10] 李道亮. 物联网与智慧农业[J]. 农业工程,2012(1):3.
- [11] 阎晓军,王维瑞,梁建平. 北京市设施农业物联网应用模式构建[J]. 农业工程学报,2012,28(4):149-154.
- [12] 杨玮,李民赞,王秀. 农田信息传输方式现状及研究进展[J]. 农业工程学报,2008,24(5):297-301.
- [13] WANG N, ZHANG N Q, WANG M H. Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective[J]. Computer and Electronics in Agriculture, 2006, 50(1): 1-14.
- [14] 刘会忠,吴修文,冯晓霞,等. GPRS 技术在温室大棚环境监控中的应用[J]. 农业装备与车辆工程,2010(4):52-54.
- [15] 苗连强,胡会萍. 基于 Zigbee 技术的温室环境远程监测系统的设计[J]. 仪表技术与传感器,2010(10):108-110.
- [16] 郭文川,程寒杰,李瑞明,等. 基于无线传感器网络的温室环境信息监测系统[J]. 农业机械学报,2010,41(7):181-185.
- [17] 周建民,尹洪妍,徐冬冬. 基于 Zigbee 技术的温室环境监测系统[J].