

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2015.03.029

# 精准农业无线传感器网络的研究与实现<sup>\*</sup>

夏朝俊<sup>1</sup>, 顾春新<sup>2</sup>, 李 彬<sup>1\*</sup>

(1. 扬州大学 水利与能源动力工程学院, 江苏 扬州 225127;

2. 无锡市锡山区水利局, 江苏 无锡 214000)

**摘要:**针对有线通信组网布线众多、工程量大、影响耕种与灌溉等问题,将无线传感器网络(WSN)技术应用于精准农业作物生长环境监测系统中。采用高性能、低功耗的 JN5148 作为主处理器,构建了采集土壤水分、温度、PH 值、光照度等数据的传感器节点,路由节点和协调器节点;采用 OPC 接口程序技术实现了协调器与上位机之间的通讯;采用 ZigBee 无线传感技术组成了精准农业作物生长环境监测系统。实践结果表明,该系统在生产应用中运行正常,验证了设计与开发的合理性,解决了对目标监测区域农作物生长环境因素大范围采集和传输问题。

**关键词:**精准农业;无线传感网络;OPC;协调器

中图分类号:S24;TP273

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2015)03-0439-04

## Research and implementation of wireless sensor network in precision agriculture

XIA Zhao-jun<sup>1</sup>, GU Chun-xin<sup>2</sup>, LI Bin<sup>1</sup>

(1. College of Hydraulic and Energy Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China;

2. Xishan District of Wuxi Water Conservancy Bureau, Wuxi 214000, China)

**Abstract:** Aiming at the problems of creating a wired network, such as heavy workload with a lot of wires, an influence to cultivation and irrigation, wireless sensor network (WSN) technology was used in precision agriculture crop growth environment monitoring system. High performance and low-powered JN5148 was adopted as the main processor chip. The sensor nodes of soil humidity, temperature, PH, solar radiation, router, coordinator were built. The communication between coordinator and upper monitor was accomplished with OPC interface programming technology. Precision agriculture crop growth environment monitoring system was composed by ZigBee wireless sensors. The results indicate that this system worked properly which verified the rationality of the design and development. The system can also achieve the collection and transmission of the crop growth environment in the monitoring area.

**Key words:** precision agriculture; wireless sensor network (WSN); OPC; coordinator

## 0 引 言

随着农业产业化结构的调整,精准农业作为一种重要的现代农业生产形式和管理模式已经成为当今世界农业发展的一种趋势。精准农业的核心思想

是获取影响农田作物产量和作物生产的环境因素(如土壤水分、温度、光照度等),分析影响作物产量差异的原因,对作物栽培管理实施定位,改定量投入为变量投入<sup>[1]</sup>。在传统农业中,人们主要通过人工测量的方式获得农田作物生长信息,过程中需要消

收稿日期:2014-09-30

基金项目:江苏省普通高校专业学位论文研究生科研实践计划资助项目(SJLX\_0605);江苏省水利厅科技资助项目(2130317)

作者简介:夏朝俊(1990-),男,江苏扬州人,主要从事水利自动化与信息化方面的研究. E-mail:zj\_xia@126.com

通信联系人:李 彬,男,副教授,硕士生导师. E-mail:libin@yzu.edu.cn

耗大量的人力。如果在农田中铺设有线网络,一方面不便于农田的耕作,另一方面成本也较高。而无线传感网络由于应用成本低、网络结构灵活、数据传输距离远<sup>[2]</sup>,且使用无线传感器网络可以有效降低人力消耗和对农田环境的影响,可精确获取作物环境和作物生长信息<sup>[3]</sup>。

本研究根据现代农业生产特点与产业结构调整要求等情况,结合无线传感网络的特点,设计一个切实可行的农田无线传感器网络系统。

1 系统结构

系统由无线传感网单元、实时监控单元两部分组成<sup>[4]</sup>,其结构如图 1 所示。

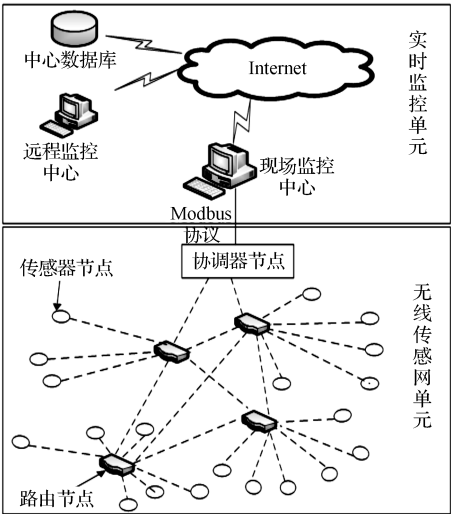


图 1 系统总体结构图

无线传感网单元直接面向现场,该单元是由数个传感器节点采集农作物生长环境信号,经由路由转发到网络协调器,再由网络协调器上传给上位机的<sup>[5]</sup>。传感器节点实时监测区域的土壤水分、PH 值、温度、湿度、光照度等环境参数,部分传感器节点可以同时实现执行机构的动作控制与状态采集。传感器节点与对应网络中的路由节点通信,各路由节点通过单跳或多跳的方式最终完成和协调器节点的数据通信,协调器节点通过 Modbus 协议与现地监控计算机进行有线数据通信,上传采集的数据信号,现地监控计算机最终形成控制信号对网络中控制节点或者其他执行器的动作进行控制,实现对作物生长的最优闭环控制。

实时监控单元部分主要是由现地监控计算机系统组成,监控计算机接收无线传感网络上传的数据进行存储并且进行处理,依据处理结果发出控制信号驱动

部分传感器控制节点执行机构。用户还可以通过网络来调取中心数据库里的数据,完成系统动态数据显示、历史数据查询、报表生成等功能。

2 硬件系统设计

硬件系统主要由传感器节点、路由器节点、协调器节点组成。传感器节点主要实现植物生长信息采集,必要时进行执行机构的状态采集和控制;路由器用于数据转发,增加监测覆盖面积;协调器节点用于管理无线传感器网络 and 上位机通信。这 3 种节点都采用 JN5148 芯片作为它们的处理核心,基于 IEEE802.15.4 标准,包括 JENNET 的 JenNet-IP 和 ZigBee PRO 应用的无线传感器网络应用的 JN5148 无线微控制器,集成了一个 32-bit RISC 处理器、4-32 MHz 可调主频、大容量存储、超低功耗和高性能的无线 RF,芯片同时支持的网络协议栈和用户应用程序开发和进行丰富的用户外设组合。

2.1 传感器节点

传感器节点电路负责采集和上传土壤水分、温度、PH 值和光照度等数据,必要时还可以利用 JN5148 的遥控功能进行相关执行机构的动作控制与状态采集,是精准农业中一个至关重要的部分。该节点电路设计主要有电池板的设计、射频板的设计与传感器的连接电路设计<sup>[6]</sup>,主要由电源模块、数据采集模块、预处理模块、发送模块组成,传感器节点总体结构图如图 2 所示。

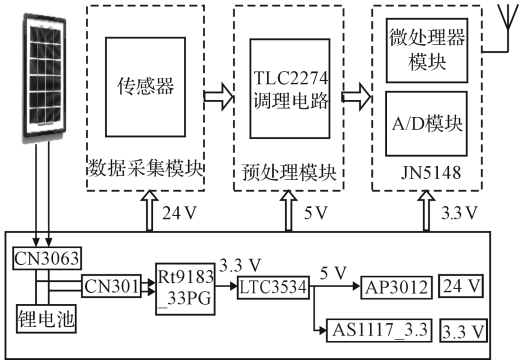


图 2 传感器节点结构图

系统电源模块考虑到节能同时便于节点移动等因素,节点电源采用太阳能供电系统供电。太阳能供电系统主要由太阳能电池板、可充电锂电池、充电控制器和放电保护电路组成<sup>[7]</sup>。太阳能电池板输出电压为 5.5 V,输出电流为 140 mA ~ 150 mA。再经过充电管理芯片 CN3063,该芯片内部的 8 位 A/D 转换电路,能够根据输入电压源的电流输出能力自动调整充电电

流。放电保护电路采用 CN301 芯片组成的电路,使用硬件电路来检测电池端电压,当达到过度放电阈值时就会自动切断系统放电电路。最终 RT9183-33PG 芯片将锂电池输出的 3.7 V ~ 4.2 V 电压转换为节点工作所需的 3.3 V 电压。

系统的数据采集模块主要由各传感器组成,主要包括数字温湿度传感器、SM212-0B PH 值传感器、HK-CO<sub>2</sub> 二氧化碳传感器、HS-GZD 照度等变送器等,负责采集农作物生长环境参数。传感器均由 24 V 电压供电,输出 4 mA ~ 20 mA 信号,由于 JN5148A/D 口只能接收 0 ~ 2.4 V 电压,需要预处理模块把 4 mA ~ 20 mA 电流信号调理成 0 ~ 2.4 V 电压信号。最终通过无线发送模块发送给路由节点,路由节点转发给协调器节点进行处理打包。

2.2 路由器节点

为了解决远距离通讯,路由节点使用的是高功率模块,路由节点使用交流电源供电。除此之外,在 Zig-Bee 网络中路由节点和传感器节点的硬件结构基本一致,只是软件不同,所以系统中的路由节点是将传感器节点稍加改造而成的,在传感器节点硬件基础上,去掉传感器连接,将编译好的程序下载到路由节点的 JN5148 模块,即可成为路由节点。

2.3 协调器节点

协调器节点在整个无线传感监控网络中起到一个承上启下的作用,该节点的核心是 JN5148 模块,其与上位机通信是通过 Modbus 协议进行的,其硬件结构如图 3 所示。

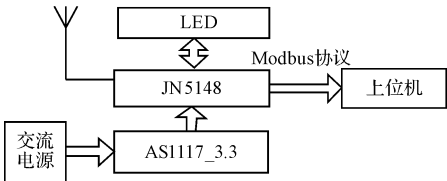


图 3 协调器节点结构图

协调器节点一方面收集各个路由节点发送来的无线数据信号,另一方面将采集的信息进行计算、分析和整合,并通过 RS232 或 RS485 传给现地监控中心的计算机。

3 软件程序开发

精准农业无线传感网络中包含协调器节点、路由节点和传感器节点 3 种节点类型,协调器在初始化网络和发起组网的时候起到重要作用,路由节点主要用

于增加通信距离和转发数据,传感器节点主要用于采集数据和控制信号的输出,协调器节点和传感器节点软件开发流程如图 4 所示。

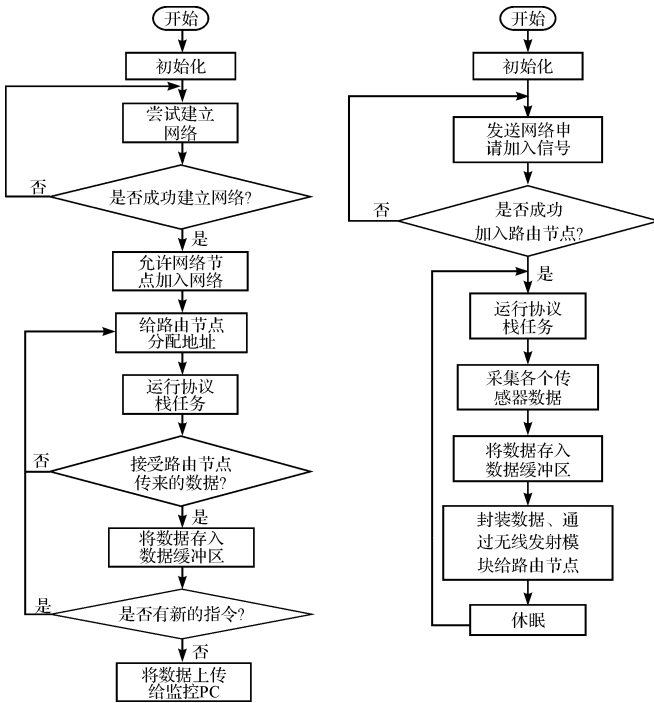


图 4 协调器节点/传感器节点程序开发流程图

3.1 协调器程序

协调器节点上电后进行系统初始化,选择网络所使用的频道通道,尝试建立网络<sup>[8]</sup>。网络建好后,系统给加入网络内的路由节点分配地址,运行协议栈任务。之后系统接受路由节点的数据,将路由节点上传的数据放入缓冲区,之后通过 Modbus 协议将数据上传给监控计算机。

3.2 传感器节点程序

节点上电后进行系统初始化,发送网络申请加入信号加入无线传感网络。加入网络后,系统开始运行协议栈任务,之后采集各个传感器的数据放到数据缓冲区,封装数据,通过无线射频模块将封装的数据传给路由器。

4 OPC 接口程序设计

为了使该系统与大型计算机监控系统集成,系统协调器中实现 Modbus 通讯协议,可由其他控制器(如 PLC)或第三方软件(如组态软件)直接与该系统通讯。为了使第三方软件更容易该系统读取数据,本研究自主设计了从协调器获取数据的 OPC 服务器。OPC 作为一项工业技术规范 and 标准,使软件和各种硬件设备驱动程序的数据交互变得透明<sup>[10-11]</sup>。协调器节点通

过 OPC 接口程序与上位机通讯的结构图如图 5 所示。

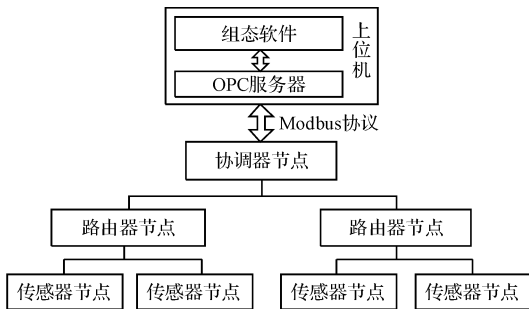


图 5 OPC 接口程序与上位机通讯的结构图

协调器节点除完成 Zigbee 网络管理、接收传感器节点数据外,还实现了整个 Modbus 协议,能接收 Modbus RTU 的数据请求命令。协调器根据传感器节点的地址编号将接收到的数据存入对应的地址单元中,多个传感器节点的地址单元在协调器中形成连续的大块数据单元,这样可以方便读取设备一次请求获取全部数据<sup>[10]</sup>。OPC 服务器采用 VC++ 开发,除完成 OPC 需要的工作外,实现了 Modbus RTU 读取命令,并能根据设置的通讯数据量动态创建服务器对象。OPC 服务器通过定时器周期地读取协调器数据,并将数据进行量程变换后更新服务器对象数据。组态王软件则作为 OPC 客户机,用于启动 OPC 服务器、读写 OPC 服务器的数据。

## 5 结束语

本研究所设计的系统实现了农作物相关信息的传感器数据监测无线实时传输,解决了一般农业智能化灌溉系统中作物生长环境与生长因素参数监测手段与方法,为农业精准灌溉和优化灌溉提供了依据和保证。

实践表明,该系统在生产应用中运行正常,验证了设计与开发的合理性,解决了对目标监测区域的土壤水分、温度、光照度等影响农作物生长的因素大范围采集和传输问题。为了进一步升级系统,未来可以结合

无线传感控制器 JN5148 和 TOF 测距技术完成移动节点的精确定位,从而实现无线传感器任意移动安置和测量区域的动态智能对应关系。针对精准农业中农田分布区域广、测点多的特点,在固定无线传感节点组网的基础上,再结合重合节点最大化的相关算法模型,使放置的路由节点数量最小化,实现传感网络节点的动态优化配置。

## 参考文献 (References):

- [1] 柳平增,孟祥伟,田盼,等. 基于物联网的精准农业信息感知系统设计[J]. 计算机工程与科学,2012,34(3):137-141.
- [2] 司海飞,杨忠,王珺. 无线传感器网络研究现状与应用[J]. 机电工程,2011,28(1):16-20.
- [3] BURRELL, BROOKE T, BECKWITH R. Vineyard computing sensor networks in agricultural production[J]. **IEEE Pervasive Computing**,2004,3(1):38-45.
- [4] 史兵,赵德安,刘星桥,等. 基于无线传感网络的规模化水产养殖智能监控系统[J]. 农业工程学报,2011,27(9):136-140.
- [5] 张任,王坚峰,严海. 基于 ZigBee 的无线传感器网络节点设计[J]. 机电工程,2008,25(8):18-20.
- [6] 胡洋,杨鹏,史旺旺,等. 基于 WSN 的低功耗水稻土壤水分监测系统[J]. 农机化研究,2015(1):100-104.
- [7] 李晓东,吴永烽,李光林,等. 基于太阳能的无线土壤水分传感器的研制[J]. 农业工程学报,2010,26(11):13-18.
- [8] 樊宏攀,李建良,刘正道. 基于 WSN 的设施农业调光系统设计[J]. 农机化研究,2013,35(12):178-181.
- [9] 李正,徐皓冬,石刚. OPC 技术及组态软件在远程监控和维护中的应用[J]. 仪表技术与传感器,2006(5):24-26.
- [10] 吕俊. 基于 OPC 的 PLC 在线 PID 模糊自整定系统[J]. 轻工机械,2013(2):35-39.
- [11] 何西坤,王运福,张东. 基于 VC++ 的 OPC 客户端的研究与实现[J],2013 计算机与网络创新生活,2013(16):62-65.

[编辑:张豪]

本文引用格式:

夏朝俊,顾春新,李彬. 精准农业无线传感器网络的研究与实现[J]. 机电工程,2015,32(3):439-442.

XIA Zhao-jun, GU Chun-xin, LI Bin. Research and implementation of wireless sensor network in precision agriculture[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2015,32(3):439-442.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>