

李 敏. 基于物联网技术的农业环境监测系统研究与设计[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 387–391.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.113

# 基于物联网技术的农业环境监测系统研究与设计

李 敏

(黄冈职业技术学院, 湖北黄冈 438002)

**摘要:**对农业生产环境进行实时监测,能及时获知农作物生产状态,对指导农业科学生产,提高生产效率,改善农村生产生活环境,促进农业增产增收具有重要意义。提出了基于物联网技术的农业环境监测系统方案,设计了基于 ZigBee 技术的无线传感器网络、基于嵌入式技术的网络服务中心,实现了对农业生产环境参数的实时监测,为农业生产的智能化提供参考,为农业生产过程中的科学管理提供了有力支持。

**关键词:**物联网;嵌入式;农业环境监测;ZigBee 技术;无线传感器

**中图分类号:** S126; TP277 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0387-04

当前我国正掀起“美丽家园”新农村建设的高潮,农业智能化、现代化是新农村建设的重要内容。基于物联网的智能农业是在现代信息技术支撑下的新的农业形态,基于物联网技术的农业生产环境监测系统,通过对农业环境监测,即对农业生产过程中的农作物生长情况、温度、湿度、光照度、土壤营养等进行实时监测与控制,能有效改善农作物生产环境,提高产量与质量<sup>[1]</sup>。物联网技术在农业生产中的应用,极大提升农业生产效率与质量,同时有效降低生产成本,促进农村生产生活环境的改善。

## 1 系统总体方案设计

### 1.1 系统整体性分析

基于物联网技术的农业环境监测系统由感知层、网络层和应用层组成<sup>[2]</sup>。感知层包括信息采集、协同处理、智能组网和信息服务。网络层的功能是实现感知数据和控制信息传递,建立感知层与应用层的信息交互桥梁。应用层主要是通过分析处理感知数据,为用户提供各种特定服务或应用。

农业生产环境主要包括温湿度、光照度、CO<sub>2</sub> 浓度等。为了实时测量这些信息,感知设备一般都是部署于远郊温室、大田、野外现场。由于农业对象的多样性、多变性和地势的复杂性等特点,需要部署数量庞大的传感器,而且传统的传感器有线组网方式,设备投入大,不适应大范围应用。

另外在通信方面,通常采用 B/S、C/S 的 PC 方式或者短信 SMS 的方式进行远程数据通信。前者过于依赖固定的 PC 机和传统网络,不能实时进行监测;后者无法满足信息多样化、高质量、大数量的要求。

鉴于以上分析,本研究提出以无线传感器网络、嵌入式为技术特点的物联网农业环境监测系统的设计思想。通过无线

传感器网络和无线通信方式对农业对象进行信息的采集和传输、存储和处理。并且用户可以通过智能手机的客户端随时查看各种信息以及对各种生产参数进行调整与控制。基于物联网技术的农业环境信息监测系统的基本功能包括农业生产环境参数的采集、短距离无线组网与数据传输、数据处理以及数据库管理、远程设备的状态监测与调控、智能手机终端的监测应用等。

### 1.2 系统方案及体系结构设计

监测系统总体框架设计如图 1 所示,系统主要由无线传感网络节点和网络服务中心(中央服务器)组成。每个无线传感网络节点主要由电源管理模块、传感器模块、信号处理电路、嵌入式处理器、ZigBee 模块、RS232 串口模块等组成,用于采集并发送各路传感器数字信号。网络服务中心则拥有平台软件和 ZigBee 协调器,用于接收和保存数据、参数分析、数据处理等<sup>[3]</sup>。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 传感器节点设计

传感器网络由 2 种节点组成如图 2 所示,分别是末梢节点和汇聚节点(也叫基站节点)。末梢节点对环境信息进行测量采集并通过无线网络将数据发送给汇聚节点,汇聚节点是连接末梢节点与网络中心之间的联接桥梁,其功能是将数据汇集并发送给网络中心,同时将网络中心的配置要求发送给末梢节点<sup>[4]</sup>。

### 2.2 温湿度信息采集电路设计

温湿度采集电路如图 3 所示,U3、U4、U5 是用于探测温湿度的数字传感器 DS18B20,每一次命令和数据的传输都是由主机启动的写时序开始,此时从设备都处在侦听状态,数据和命令的传输顺序都是低位在先。在读取 DS18B20 检测到的温度数据时,主机在发出写命令后,再启动读时序完成数据接收<sup>[5]</sup>。

### 2.3 控制与通信模块设计

运用 ZigBee 技术将各个传感器之间的信息进行无线传输,本系统采用 TI(德州仪器)公司的 ZigBee 无线收发芯片 CC2530 和它内置的高性能 851 CPU 内核作为无线传感器节

收稿日期:2016-02-15

基金项目:湖北省教育厅专项“美丽中国视角下的新农村建设研究”(编号:2015B3022101)。

作者简介:李 敏(1975—),男,湖北黄冈人,副教授,主要从事电子技术、物联网技术方面的研究。Tel:(0713)8346808;E-mail:hgzyln@126.com。

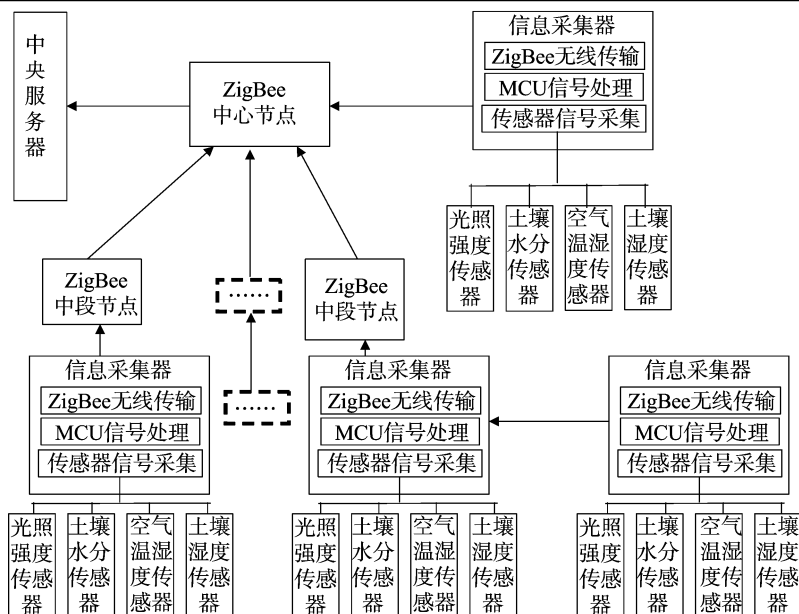


图1 环境监测系统总体框架

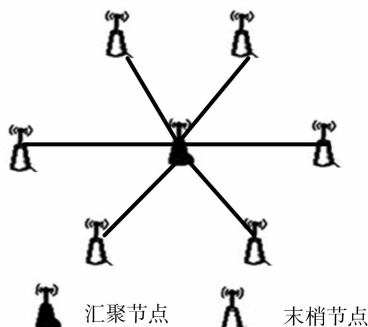


图2 星型网络结构

点的通信中心和控制中心,技术成熟、控制质量好、功耗小、成本低廉<sup>[6]</sup>。ZigBee 模块的接口电路如图 4 所示,RX、TX 与单片机的 UART 相连,RST 置低电平至少 200 ns 可让 ZigBee 模块复位重启。

#### 2.4 网络服务中心

网络服务中心的主要功能是感知层与汇聚节点间的通信、数据分析处理、存储以及网络接入并提供应用服务,因此其处理芯片应具有良好的数据处理性能,并拥有广泛的硬件扩展接口。本系统采用三星公司的 S3C6410 处理器芯片,此芯片基于 ARM11 技术,功能强大,网络服务核心部件组成如图 5 所示。

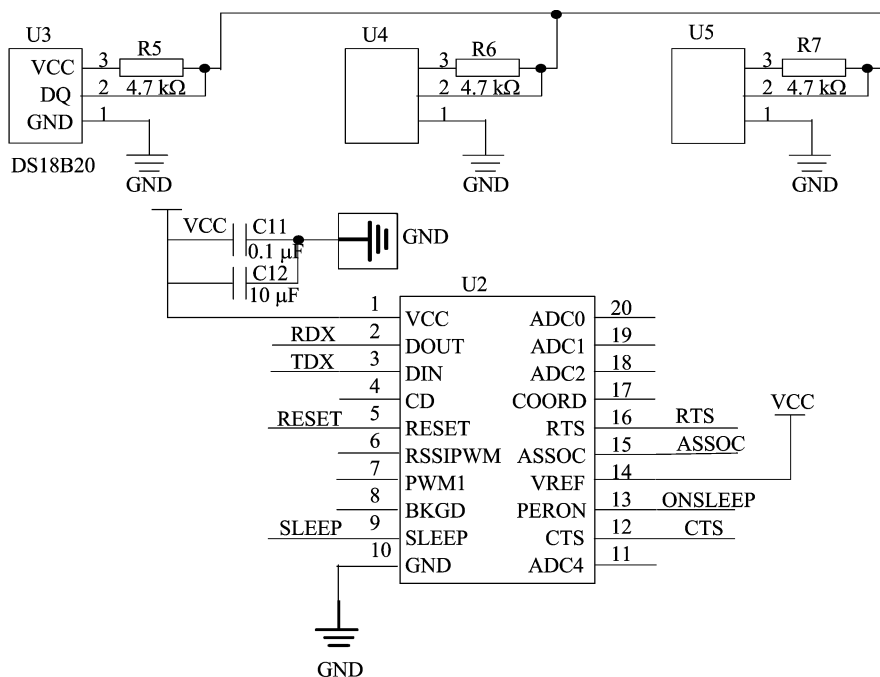


图3 温湿度信息采集电路

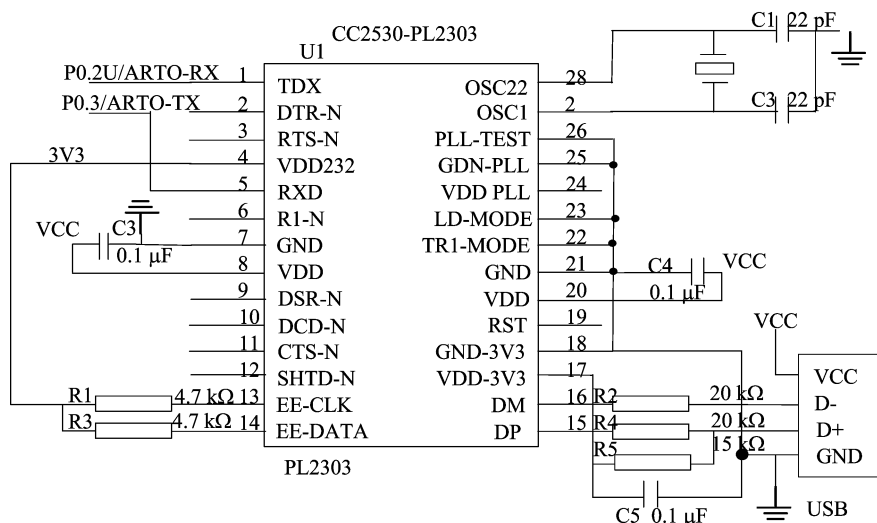


图4 ZigBee模块接口电路

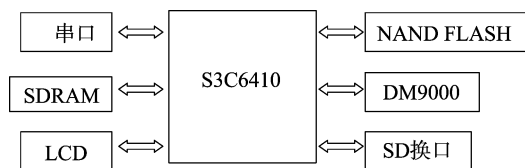


图5 网络服务中心核心组件

### 3 系统软件设计与实现

#### 3.1 无线传感器网络节点程序设计

无线传感器网络系统由传感器末梢节点和汇聚节点组成<sup>[7]</sup>。大量传感器末梢节点随机部署在监测区域内,通过 ZigBee 自组网技术构成网络,每个末梢节点都分配 1 个唯一的节点地址。传感器采集的各种参数数据沿着末梢节点逐跳传输,经过多跳后路由到汇聚节点,最后通过互联网或移动通信网络到达网络服务中心。无线传感网络具体工作过程是,在系统上电后,节点进行初始化,开始按照事先约定的协议进行数据采集和传送<sup>[8]</sup>。如果接收到网络中心的指令,末梢节点就对数据进行解析处理,并按要求修改相关配置。汇聚节点的功能是联通末梢节点与网络中心之间的数据传输路径,同时监管 ZigBee 模块和 PC 机串口通信模块,确保两模块间的通信畅通。

#### 3.2 网络服务中心程序设计

网络服务中心程序设计详见图 6。

#### 3.3 客户端手机监测端软件设计

客户端手机检测端软件设计详见图 7。

### 4 系统测试

#### 4.1 实物原型

数据采集节点和主机通信模块分别如图 8、图 9 所示。

#### 4.2 节点测试

利用串口调试软件对各传感器节点的数据采集、传输情况进行测试。(1)将测试程序代码分别下载到末梢节点和基站节点,末梢节点的默认上传周期为 1 s。(2)将基站节点与 PC 机的串口相连,打开串口调试工具,并将波特率设置为 9 600。(3)运行程序就可以看到串口收到基站节点发送的数

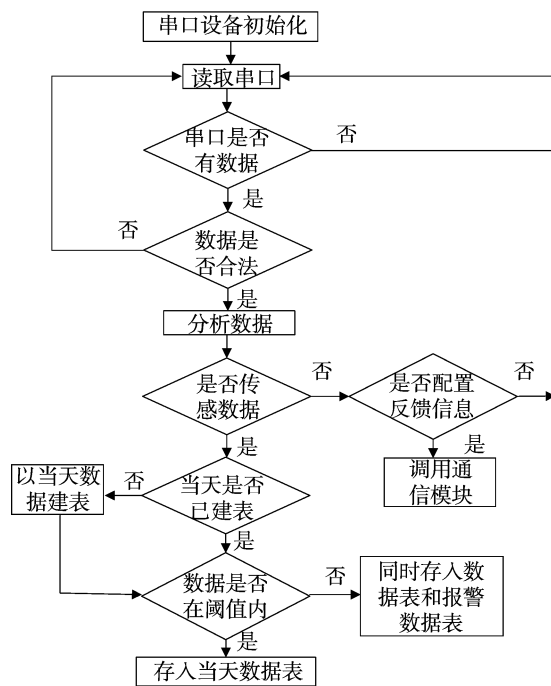


图6 网络服务程序流程

据,如图 10 所示。基站节点有数据写入了串口设备,其中前 2 条指令为指令 1:01 01 26 28 04 13 14 7B 和指令 2:01 02 04 26 32 13 1E 8F。末梢节点与基站节点的通信协议为:指令码 + 节点地址 + 数据长度 + 数据 + 验证码。指令 1 表示节点 1 采集到的温度为 19.2℃,湿度为 38.4%,指令 2 表示节点 2 当前的温度为 19.3℃,湿度为 38.5%。基部节点的数据更新速度为 1 s。以上测试说明,无线传感器网络的节点数据采集及传输运行正常。

#### 4.3 嵌入式网络中心通信测试

嵌入式网络中心的任务是为远程客户端提供应用服务,进行数据传输,具备远程网络通信的能力。(1)将嵌入式网络中心连接到路由器上,并通过 PC + 串口终端的方式对其进行操作。(2)修改 eth0 - setting 文件中的网络设置,并重新启动网卡设备。(3)开启同一路由器的 PC 的通信软件,设定

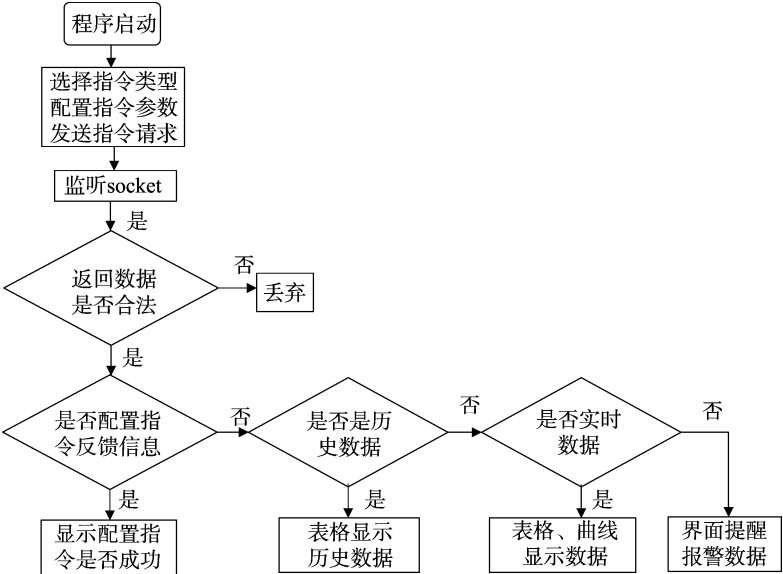


图7 客户端程序流程

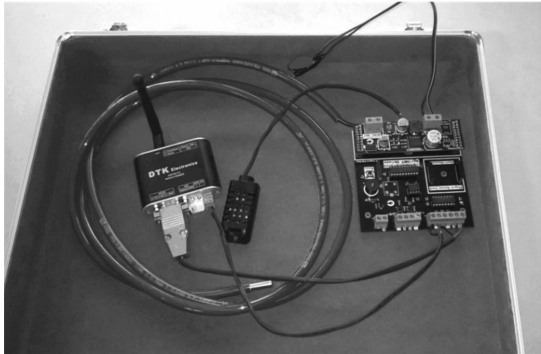


图8 数据采集节点



图10 传感器节点测试

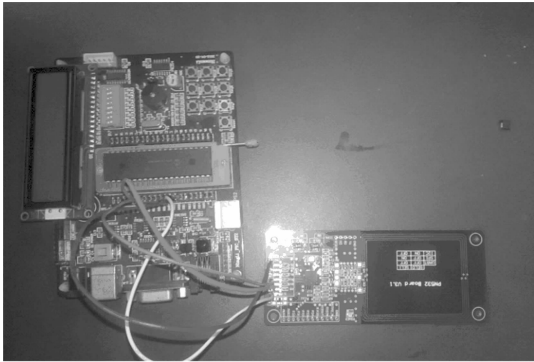


图9 主机通信模块

服务器地址和端口以及通信方式。(4)输入测试内容“hello”，并发送，嵌入式网络中心的通信界面如图 11 所示，网络中心成功接收到了局域网的客户端的数据。该模块通过监听 UDP SOCKET 的方式，获取了客户端发送的测试信息，并成功地解析和显示了数据和客户端的 IP 地址和通信端口。

4.4 客户端通信测试

通过系统软硬件的设计，移动智能设备即可以查看各数据采集节点采集回的数据，如图 12 为移动终端收到来自其中一个节点的传感数据。

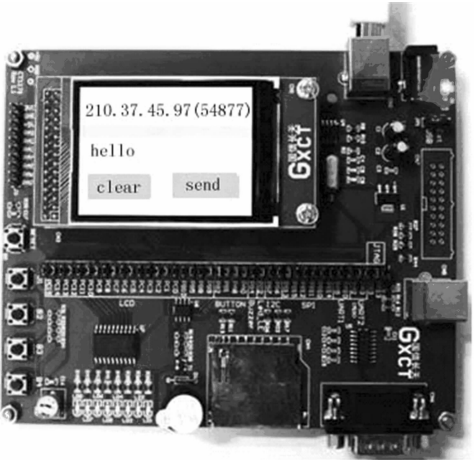


图11 网络中心通信测试

5 结论

通过对系统传感器节点、网络中心以及客户端进行测试，说明该系统软硬件的设计合理，系统的基本功能都得以实现。

赵文星,吴至境,刘德力,等. 基于农业物联网的果园环境智能监测系统[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):391-394.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.114

# 基于农业物联网的果园环境智能监测系统设计

赵文星<sup>1,2,3</sup>, 吴至境<sup>1,2</sup>, 刘德力<sup>4</sup>, 刘燕德<sup>1,2</sup>

(1. 华东交通大学机电工程学院,江西南昌 330013; 2. 光电技术及应用研究所,江西南昌 330013;

3. 中铁上海设计院集团有限公司,上海 200070; 4. 江西省兴国县农业和粮食局,江西兴国 342400)

**摘要:**针对果园环境智能监测的需求,设计了一种基于农业物联网果园环境监测系统。该系统由网络高清红外智能球、土壤节点、环境节点、网关节点和远程控制中心组成,能够对果园农场内土壤温湿度、叶面湿度、空气温湿度、风速风向、太阳辐射、紫外线辐射、雨量、大气压力等进行实时在线监测,并转发给控制中心,控制中心对数据进行处理并用各种图表格式显示出来。经过 2 年多的稳定运行,系统具有操作简单、方便直观、配置灵活、功耗低、网络容量大等优点。

**关键词:**果园环境监测;农业物联网;智能监测

**中图分类号:** S126;TP277

**文献标志码:** A

**文章编号:**1002-1302(2016)05-0391-04

物联网作为一个新经济增长点的战略新兴产业,具有良好的市场效益,广泛地应用于农业生产上,能够有效地控制农作物的生长,提高农作物产量和品质,实现农作物的高产、高效、优质、生态、安全<sup>[1-2]</sup>。农业物联网是物联网技术在农业生产、经营、管理和服务中的具体应用,就是运用各类传感器、RFID、视觉采集终端等感知设备,广泛地采集大田种植、设施

收稿日期:2015-04-24

基金项目:国家“863”计划(编号:2012AA101904、2012AA101906);江西省主要学科学术和技术带头人培养对象计划资助项目(编号:2009DD00700);江西省光电检测工程技术研究中心资助项目(编号:赣科发财字[2012]155号)。

作者简介:赵文星(1988—),男,江西永丰人,硕士,研究方向为农业物联网、果园数字化。E-mail:wexing0301@126.com。

通信作者:刘燕德,博士,教授,研究方向为农业精准管理与数字化研究。E-mail:jxliuyd@163.com。

园艺、畜禽养殖、水产养殖、农产品物流等领域的现场信息;通过建立数据传输和格式转换方法,充分利用无线传感器网络、电信网和互联网等多种现代信息传输通道,实现农业信息的多尺度的可靠传输;最后将获取的海量农业信息进行融合、处理,并通过智能化操作终端实现农业的自动化生产、最优化控制、智能化管理、系统化物流、电子化交易,进而实现农业集约、高产、优质、高效、生态和安全的目标<sup>[3]</sup>。在现代果园农场中,实现果园数字化、信息化是未来发展的趋势,实现果园环境智能监测有利于增强柑橘产业决策和管理能力<sup>[4]</sup>,对环境、土壤和果树信息进行智能监测预测具有重要的意义。

## 1 果园环境智能监测系统总体结构

系统应用于全国首家果园精准生产示范基地,即江西千里山(通津)种植基地。果园智能监测系统的拓扑结构<sup>[5]</sup>如图 1 所示,包括 5 个部分:网络高清红外智能球、土壤节点、环

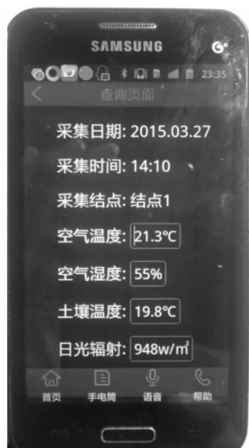


图12 移动智能端通信测试

## 参考文献:

[1] 孙彦景,丁晓慧,于满,等. 基于物联网的农业信息化系统研究

与设计[J]. 计算机研究与发展,2011,48(增刊2):326-331.

[2] 柳平增,毕树生,薛新宇,等. 基于物联网的农业生产过程智能控制系统研究[J]. 计算机测量与控制,2011,19(9):2154-2156.

[3] He X C, Yung N H. Curvature scale space corner detector with adaptive threshold and dynamic region of support[C]. Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition, 2004: 791-794.

[4] 田立勤,林闯,张琪,等. 物联网监测拓扑可靠性设计与优化分析[J]. 软件学报,2014,25(8):1625-1639.

[5] 王浩,李玉,秘明睿,等. 一种基于监督机制的工业物联网安全数据融合方法[J]. 仪器仪表学报,2013,34(4):817-824.

[6] 韩丽英. 基于 NFC 系统的 SWP 接口设计与实现[D]. 北京:北京邮电大学,2010:145-179.

[7] 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.

[8] 刘洋,张钢,韩璐. 基于物联网与云计算服务的农业温室智能化平台研究与应用[J]. 计算机应用研究,2013,30(11):3331-3335.