

# 农田环境监测系统在无线传感器网络中的技术分析

田荣明

(重庆化工职业学院, 重庆 401228)

**摘要:** 农田检测是及时了解农作物信息的现代技术, 传统的检测方式为有线检测, 但是就现场布置而言, 有线检测不仅工程量大, 操作不便, 并且维修困难, 不利于长久实施。本文提出一种将无线传感技术运用于农田检测的检测系统, 主要将 Zig Bee 与无线传感技术相结合, 实现便利的农田环境检测。本文主要研究该协议的硬件设计, 分析该协议网络的特点, 提出将该网络协议与无线传感器网络相结合的算法, 最终实现终端对农田环境的检测。结果表明该系统测量的实际温差为  $\pm 0.6$  °C, 测量的湿度实际误差为  $\pm 5\%$  RH。该检测系统具有可行性及可信性。

**关键词:** Zig Bee 技术; 农田监测; 无线传感器网络

中图分类号: S126

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)05-0117-05

## Technical Analysis of Farmland Environmental Monitoring System in Wireless Sensor Network

TIAN Rongming

(Chongqing Chemical Industry Vocational College, Chongqing 401228, China)

**Abstract:** Field detection is a modern technology for timely understanding of crop information, and the traditional detection method is wired detection, but as far as field layout is concerned, wired detection is not only large in engineering quantity, inconvenient in operation, and difficult in maintenance, which is not good for long-term implementation. Therefore, this paper proposes a detection system that combines the application of wireless sensing technology with field detection. It mainly combines Zig Bee with wireless sensing technology to realize convenient field environment detection. This paper mainly studies the hardware design of the protocol, analyzes the characteristics of the protocol network, and proposes the algorithm combining the network protocol and wireless sensor network, so as to realize the terminal detection of farmland environment. Through the application of the system, the results show that the actual temperature difference of the air measured by the system is  $\pm 0.6$  °C, and the actual error of the measured humidity is  $\pm 5\%$  RH. It can be seen from the data that this detection system has feasibility and credibility.

**Key words:** Zig Bee technology; Farmland monitoring; Wireless sensor network

中国作为传统农业大国, 农耕历史悠久。传统的农耕方式是农作物在大自然的天然生长下, 通过长时间的经验积累以及人力管理, 实现农作物的收成。为了提高农作物的产量, 各种增产原料、优质的化肥以及生产方式一直被尝试。虽然这些方式会有增产的效果, 但是对于人口大国而言, 这些增量还远远不够, 虽然可以改变农作物的原料、生长方式, 却无法改变对产量产生极大影响的恶劣环境, 因此, 提高农耕效率, 提高农作

物的单位面积产量问题仍需解决方法<sup>[1]</sup>。

为解决及时了解农作物生长环境, 减少因恶劣环境或其他不利因素对农作物生长产生影响的问题, 研究者做了不少努力。其中, 比较具有现代发展结果的有线网络检测是近几年一直使用的农田环境检测方式, 并且对这方面的研究也成为重点<sup>[2]</sup>。利用有限网络检测可以实现农田温度、湿度等农作物生长环境的检测, 从这些生长环境出发, 从生长源头出发, 以提高农作物的产量。虽然理论上有线网络检测是可行的, 但是实际运行过程中, 会有电线的布置以及维护增加难度等问题, 且长期操作不便利, 效率不高<sup>[3]</sup>。

针对有线网络检测实际操作不便的问题, 研究者研究出可以避免这些问题的无线网络检测系

收稿日期: 2019-06-28

基金项目: 重庆市科委技术创新与应用发展项目 (cstc2019jcx-msxm1016)

作者简介: 田荣明 (1974-), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事物联网、大数据和信息安全研究。

统。柯春艳等<sup>[1]</sup>研究一种有信息采集、数据传输以及终端实现监控的无线网络检测系统,在实际运行中,可以实现便利的数据采集而减少电线布置的难点,实现远程检测,提高农民的效率。蔡绍棠等<sup>[5]</sup>从全新的角度出发,设计一种无线网络检测系统。针对通信成本问题以及网络检测存在的一些弊端,提出一种全新的无线网络检测系统,在减少资源浪费、减少人力的情况下,实现农田的远程信息检测。张新聚等<sup>[6]</sup>设计一种基于农田的无线网络检测体系,可以实现农作物生长环境的温度、湿度、光照强度以及空气组分含量的信息采集,通过节点的数据传输,在计算机终端实现农田信息的远程及时的信息监控<sup>[7]</sup>。

本课题以农作物生长环境为基础,通过借鉴前人的经验,设计基于无线网络的农田信息检测系统。首先对无线传感器网络的发展历程进行简单介绍,并对其发展现状进行概括。在充分了解对农田实现无线传感器网络的具体技术要求后,设计与所检测农田相适应的 Zig Bee 与无线传感器网络相结合的检测系统<sup>[8]</sup>。在设计的过程中,优化信息采集节点、数据传输节点,使整个检测系统的综合效率最佳。通过此无线传感器网络检测系统的构建,可以及时远程便利地实现农田信息的采集,为农民提供极大的便利。

## 1 研究方法

### 1.1 系统总体结构设计

本研究选择与无线传感器网络相结合的系统为 Zig Bee。本课题选用的 Zig Bee 有多个无线传感器节点,这些节点可分为三个部分,分别用于现场数据采集的采集节点、用于数据传输的调节器节点以及用于计算机终端显示的终端节点。这些节点的工作顺序为数据采集节点在采集完农田的现场数据后将数据输送到调节器节点;调节器节点通过数据打包,传送到终端节点,最终终端计算机接收到数据并显示。此外,这些节点具有各自相对应的模块,而这些模块大致可分为三类,分别为数据采集模块、数据传输模块以及数据检测模块,该系统的能耗主要由这些模块构成。

为了让终端接收到的数据查询更便利,本课题在终端计算机上安装网络服务器,这样,其他的电脑也可以通过网络连接查询到终端计算机接收到的数据,实现数据的多人查询。另外,为了保障数据的安全,利用检测系统查询的数据都只有只读功能,防止出现各种对数据修改的情况,

保障数据的真实性及可靠性。

此外,用户查询数据的连接方式使检测系统方式更加广泛、便利。除在监控系统可以实现农田信息及时监控的参数控制外,手机也可以通过连接方式对农田信息进行查询以及农田的实时参数进行相应的操作,可以真正实现农田信息的实时监控而不必人员坚守在监控室中。

### 1.2 子系统的设计

#### 1.2.1 数据采集子系统

数据采集的子系统为数据采集节点,采集节点由采集模块构成,采集模块分为各种传感器和连接传感器的电路。本课题选择多种传感器对不同农业信息进行采集。这些传感器接收到农田的信息后,将数据转化输出为模拟信号,而连接传感器的电线对这些信号进行处理,实现采集到的农田环境数据的正确性。之后采集节点将这些处理后的数据传输给调节器节点,进行下一步操作。

本课题使用的温湿度传感器为 DHT11,正常工作电压为 3 ~ 5.5 V,超出正常工作电压会出现信号的漂移。从图 1 可以看出,VCC、GND 为该传感器的电源引脚,也就是电源接口。DATA 主要用于 DT11 温湿度传感器与微处理器的信号的同步,确保数据的精确性。

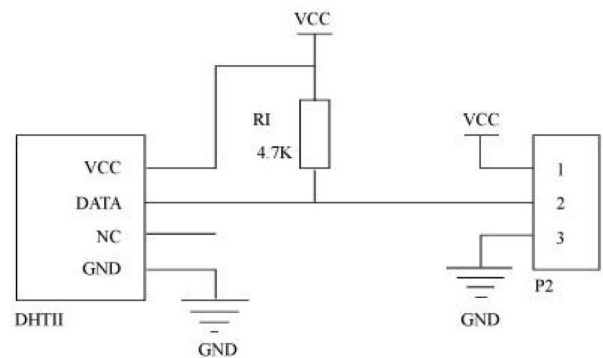


图 1 DHT11 的电路图

无线传感器网络系统使用的土壤湿度传感器为 YL-69,由于手机土壤湿度需要将传感器布置在土壤中,为了避免土壤的环境对传感器造成损害,影响检测效果,该传感器的表面镀有防锈的金属。传感器的正常工作电压为 3 V,通过传感器的信号转化,可以采集到农田的土壤湿度。

#### 1.2.2 无线通信模块

与传统的有线网络不同,无线网络中电流的传播在没有电线作为桥梁的前提下,需要天线作为信号的传输桥梁。天线的主要工作原理为:将从连接天线处接收到的高频电流转换成电磁波,

传递给相应的检测农田区域,而农田区域的接收端天线在接收到电磁波后,仍然将电磁波转化为高频电流,让信号得以传输。每个区域的天线都有发射及接受电磁波的功能。

### 1.2.3 GPRS 传输子系统

GPRS 是指通用分组无线服务技术,是移动通信的一种移动数据业务。在无线传感器网络系统中,通过在 Zig Bee 协议中增加此分组无线服务技术,可以进行数据传输的监控以及数据接收,使无线网络下数据采集系统与数据接收的终端即监控系统实现空间的分离,实现无线监控。

GPRS 传输子系统在实际运用时,需要进行拨号上网,由于每次获得的 IP 地址都是变化的,监控系统需要通过短信将 IP 地址发送到采集系统中,在此过程中,短信输送可能会受到干扰,影响监控的瞬时性及精确性。因此,在使用过程中,在特殊情况下需要对此进行保护。

## 1.3 系统软硬件设计

### 1.3.1 Zig Bee 模块选型

Zig Bee 协议在检测系统功能的实现由 Zig Bee 协议的节点实现。Zig Bee 节点按照功能不同共分为两种:采集数据的数据采集节点和数据传输的调节器节点,即汇聚节点。节点本身的属性,各节点之间是没有差别的,节点功能与节点外围所连接的设备有关。当节点与串口相连接时,节点具有数据传输的功能;当节点与检测环境的传感器相连时,节点具有采集数据的功能。

构建系统的过程中,Zig Bee 的芯片是 TI 的 CC2530 芯片。此芯片系统稳定,开发系统时难度较小,利于无线传感器网络检测系统的实现。

### 1.3.2 Zig Bee 节点与外接部分硬件设计

选择 CC2530 芯片后对硬件进行设计。由于芯片功能较多,设计较简单,只需将其与简单的外围电路相连接就可运行。从图 2 可知,将 CC2530 芯片与无线模块、晶振模块以及电源模块相连接就可实现节点的运行。

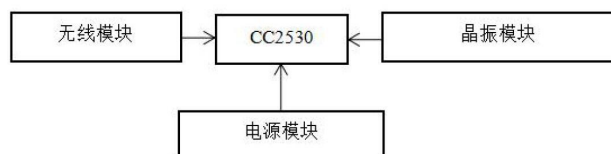


图 2 CC2530 硬件设计

### 1.3.3 Zig Bee 节点通信部分软件设计

Zig Bee 系统的开发需要使用可编译及调试编程软件编写传输的应用程序,其使用的主要软

件为 IAR 公司开发的 EW 集成环境。在使用之前,需要在终端计算机安装此软件,安装过程简单。安装完成后,继续安装 Zig Bee 协议以及所需要的其他辅助程序。安装完成所有必需的软件程序后,搭建开发环境平台就可以进行后续的系统开发。打开 EW 软件以及其他所需工程文件,进行相应的编译工作,之后将文件下载,进行程序的烧写,方可运行程序。

### 1.3.4 Zig Bee 数据采集节点软件设计

Zig Bee 数据采集节点的主要功能就是接收农田现场不同传感器采集到的信息,信息经过中间接收然后传送给最后的终端。进行数据采集时,需要确认节点之间的连接。如果没有就重新进行扫描。之后确认是否信息接收正常,在到达所需的采集次数后停止扫描。若没有接收到采集数据的指令,则检测节点是否正常工作,首先向调节器发送确定指令确认检测节点确定再工作,若此项没有效果,检测节点电量,向调节器发送电量存在指令。

### 1.3.5 PC 端检测软件设计

监测终端计算机监测平台构建是监测环境的最后保障,监测终端的重要功能就是接收汇聚节点传输过来的数据并显示这些数据,因此需要上位机来观察这些数据。上位机显示传感器采集到的数据并将其保存至数据库中,方便快捷。

## 2 系统测试分析

### 2.1 系统采集功能测试

监测终端上位机主要通过和汇聚节点相连接来接收采集的数据,连接方式主要为将汇聚节点通过串口连接到计算机。在实际监测农田环境前,需要对整个通信进行检验。

本文选择特定性能传感器对农田相关信息进行采集及数据的测试。选择连续 24 h 在测试农田中采集的温度、湿度以及光照强度的数据进行测试。传感器收集到数据后传输到数据采集节点,数据采集节点将数据传输到汇聚节点,汇聚节点又将数据传输到监测终端节点,最后采集到的数据通过终端计算机进行显示。

### 2.2 传感器精度测试

为了测试 DHT11 温湿度传感器的精度,通过数据实际值与传感器采集的测量值相比较。首先 DHT11 温湿度传感器的工作环境为室内,工作电压为 5 V,利用公式计算出测量值,与由农田内的空气温湿度表测量出的实际值相比较。本实验选

择2个模块进行测量值与实际值的对比。具体的数据比较如表1、表2所示。

从表1可以看出,DHT11温湿度传感器采集到的数据与测量到的实际值相当接近,温差为 $\pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

而湿度的实际误差为 $\pm 5\%\text{RH}$ 。该误差内作物的生长变化很小可以忽略,因此,该传感器具有测量的精度。

表1 空气温湿度的测量值与实际值之间的对比表

测量时间	10:30	11:30	12:30	13:30	15:30	16:30	17:30	18:30
实际的温度( $^{\circ}\text{C}$ )	20.5	21.0	21.3	20.9	21.4	21.2	21.3	20.9
测量的温度( $^{\circ}\text{C}$ )	20.9	21.6	20.9	21.5	21.8	21.0	21.0	21.2
实际湿度(%RH)	64	63	60	62	63	64	65	62
测量湿度(%RH)	69	66	64	65	68	65	66	65

表2 Zig Bee的通信测试表

节点接收/发送状态	次数	次数	次数	次数
D发送	10	30	60	100
B丢失	0	1	1	2
B接收错误	0	0	1	1
B正确接收	10	29	58	97
A丢失	0	0	1	1
A接收错误	0	0	0	1
A正确接收	10	29	57	95
C丢失	0	1	2	2
C接收错误	0	0	0	1
C正确接收	10	29	58	97
A丢失	0	0	1	1
A接收错误	0	0	1	2
A正确接收	10	29	56	94

### 2.3 Zig Bee模块的通信稳定性的测试

为了确保系统在运行过程中的稳定性,防止通信不正常造成的监测不到位情况,需要对系统进行稳定性的测试。测试的主要内容就是数据采集节点与汇聚节点之间的通信情况以及汇聚节点与终端接收节点的通信情况。确保系统运行时可以进行有效的数据传输。

由于所有节点的测试工作量较大,因此采取随机选择的方式,检测少量的节点。本实验共随机选择具有3种功能的4个节点,分别为A、B、C、D。其中A为协调器节点,B和C为路由器节点,D为终端接收节点。测试的主要过程为:通过终端节点D向路由器节点B和C发送字符,并经路由器节点发送给协调器节点A,A通过数据发送地址确定数据来源(B或C)。在此过程中,在终端节点将字符发送给B和C节点后,B、C节点通过比较数据,确定数据的正确性,如果对比数据正确,路由器节点上的LED灯亮;如果数据出现错误,则LED灯闪烁;如果没有接收到数据,则LED

灯没有反应,说明数据丢失。A上LED灯的显示情况也是同样的道理。此外相邻节点间距离10 m。测试的具体情况如表2所示。

从表2可以看出,终端节点D发送字符到路由器节点B和C的次数为200。这些字符平均分配给路由器节点B和C,之后B和C将字符传送给协调器节点A。计算表中数据发现,数据在路由器节点B和C的丢失率都在2%以内,错误率都在1%以内,将数据传输给协调器节点A的正确率分别为95%和94%。从这些数据可以看出,该系统的数据传送成功率非常高,具有可靠性及可实施性。因此推测整个系统的传感器节点之间的通信正常稳定性高,可正常使用。

### 2.4 运行结果显示

系统运行结果主要通过终端计算机进行存储显示。技术人员可以通过分析曲线走向,对农田环境进行分析,并作出相应总结。

## 3 结论

3.1 DHT11温湿度传感器采集到的数据与测量到的实际值相当接近,温差为 $\pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,而湿度的实际误差为 $\pm 5\%\text{RH}$ 。因此,该传感器具有测量的精度。

3.2 数据在路由器节点B和C的丢失率都在2%以内,错误率都在1%以内,将数据传输给协调器节点A的正确率分别为95%和94%。从这些数据可以看出,该系统的数数据传送成功率非常高,具有可靠性以及可实施性。因此,整个系统的传感器节点之间的通信正常稳定性高,可正常使用。

3.3 系统运行结果主要通过终端计算机存储显示。技术人员可以通过分析曲线走向,对农田环境进行分析,并作出相应总结。

### 参考文献:

[1] 张鹏,全志民,王明,等.基于二维码的稻田环境监测

系统[J].黑龙江科技信息,2017(13):73.

[ 2 ] 梁 卫,袁静超,张洪喜,等.东北地区玉米秸秆还田培肥机理及相关技术研究进展[J].东北农业科学,2016,41(2):44-49.

[ 3 ] 李小平,王 学,孙艳春.基于物联网的农田环境监测系统设计[J].农业工程,2018,8(10):19-23.

[ 4 ] 柯春艳,安 思.农田信息监测系统的设计[J].现代计算机(专业版),2018(22):63-66.

[ 5 ] 蔡绍堂,麻硕琪,乐英高,等.一种农田环境远程监测系统设计与实现方法[J].四川理工学院学报(自然科学版),2018,31(2):69-74.

[ 6 ] 张新聚,李 凯,岳彦芳,等.基于无线网络的农田信息远程监测系统的设计与开发[J].科技通报,2017,33(6):156-158,233.

[ 7 ] 王能辉,胡国强.基于NB-IoT的农田远程监测系统的设计[J].陕西农业科学,2017,63(12):82-85.

[ 8 ] 王崇红,陈冬生,王 燕.山东省农业产业结构调整的经济效益分析[J].东北农业科学,2019,44(5):82-87.

(责任编辑:王 昱)



## 欢迎订阅 2022 年《北方园艺》

中文核心期刊(1992-2020) 中国农业核心期刊 中国农林核心期刊  
美国化学文摘社(CAS)收录期刊 2015、2016、2018 年期刊数字影响力 100 强

《北方园艺》是由黑龙江省农业科学院主管、主办的园艺类综合性学术期刊。创刊以来,《北方园艺》始终与时代同频,策划新栏目,报道行业热点,不断推出具有创新价值、学术价值和实用价值的科研成果,在全国园艺类核心期刊中排名第三;在新时代背景下,《北方园艺》积极推动传统媒体与新兴媒体的融合发展,探索新型出版模式,设有专属投稿网站和微信公众号,学术传播力不断提升。2020 年获得农林领域高质量科技期刊 T2 行列。

为增加文章的可读性和更好的体现研究成果,本刊增加了内文和封二新品种彩版宣传;作者也可将团队试验成果以音视频形式在本刊微信公众号传播,具体事宜联系编辑部。

栏目设置: 研究论文、研究简报、设施园艺、园林花卉、资源环境生态、贮藏加工检测、中草药、食用菌、专题综述、产业论坛、农业信息技术、农业经济、农业经纬、实用技术、新品种(彩版封二)。

**国际标准刊号:**ISSN 1001-0009 **国内统一刊号:**CN 23-1247/S  
**邮发代号:**14-150 半月刊 每月 15、30 日出版 **单价:**35.00 元 **全年:**840.00 元  
全国各地邮局均可订阅,或直接向编辑部汇款订阅。**投稿网址:**www.haasep.cn



**地址:**黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部 **邮编:**150086  
**电话:**0451-86694145 **E-mail:** bfybjb@vip.163.com