

基于 WSN 与 TinyOS 技术的智能温室监控系统设计

王亚平¹, 张宝华¹, 董丽荣²

(1. 内蒙古科技大学信息工程学院, 内蒙古包头 014010; 2. 包头职业技术学院, 内蒙古包头 014030)

摘要:构建传统的温室监控系统需要大量的线缆,从而增加了造价,并给维护造成很大的困难。研究用无线传感网络技术实现前端温室信息的采集与远程监控,不但节省了造价,而且系统采用 TinyOS 技术,可以实现低功耗、高鲁棒性、数据快速传输。研究的系统在温室监控中有一定的实际应用价值。

关键词:WSN; TinyOS; 节点; 低功耗; 农业生产; 智能温室

中图分类号: TP277.2; S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0408-03

我国是一个农业大国,提高农作物产量对我国经济发展尤为重要。温室种植是我国现代化农业生产的重要手段之一,也是信息化农业生产的重要组成部分。利用先进的信息技术可以不受自然环境、季节等因素的制约而生产出高质量、反季节的新鲜水果与蔬菜,从而满足人们的需求,创造出更多的利润。传统的温室监控系统在温室内放置大量的传感器,对温室的光、空气温度、空气湿度、二氧化碳浓度等信息进行采集,而且传感器多采用有线的形式,需要铺设大量的线路,维护难度大。本系统设计的基于无线传感网络(wireless sensor network, WSN)与 TinyOS 技术的智能温室监控系统,在无线传感器节点设计上采用多传感融合技术采集光、空气温度、空气湿度、二氧化碳浓度等信息,并通过无线的形式将信息传送到监控终端^[1]。系统设计结构见图 1。

1 总体技术架构设计

本系统结合农业实际生产需求,利用设计的无线传感器节点将温室内的光、温度、湿度、二氧化碳等信息进行集中采集,再将信息发送给路由节点。路由节点在这个网络中起到中继的作用,将信息经过多次转发传送给 Sink 节点^[2]。Sink 节点会对信息进行汇总,可以通过 3G 网络或者 Internet 网络将信息发送给监控终端。监控终端对前端采集的信息能够进行实时监控,同时监控终端平台配置一台智能分析服务器和数据库服务器。智能分析服务器会对信息进行智能分析,以指导对前端温室环境的控制^[3]。数据库服务器对数据进行储存和管理,可以对指定的传感器进行查询与分析。系统总体技术架构见图 2。

同时,系统能够实现这些功能:(1)系统能够对前端采集的数据进行实时监控;(2)系统支持数据查询功能,即当监控人员要求对具体区域的节点进行查询时,能供监控人员使用;(3)系统支持故障检测功能,即当前端某个节点发生损坏时,能够通过节点编号查到节点的具体位置,维护人员可以根据提供的信息快速准确找到损坏节点的位置并更换节点,从而

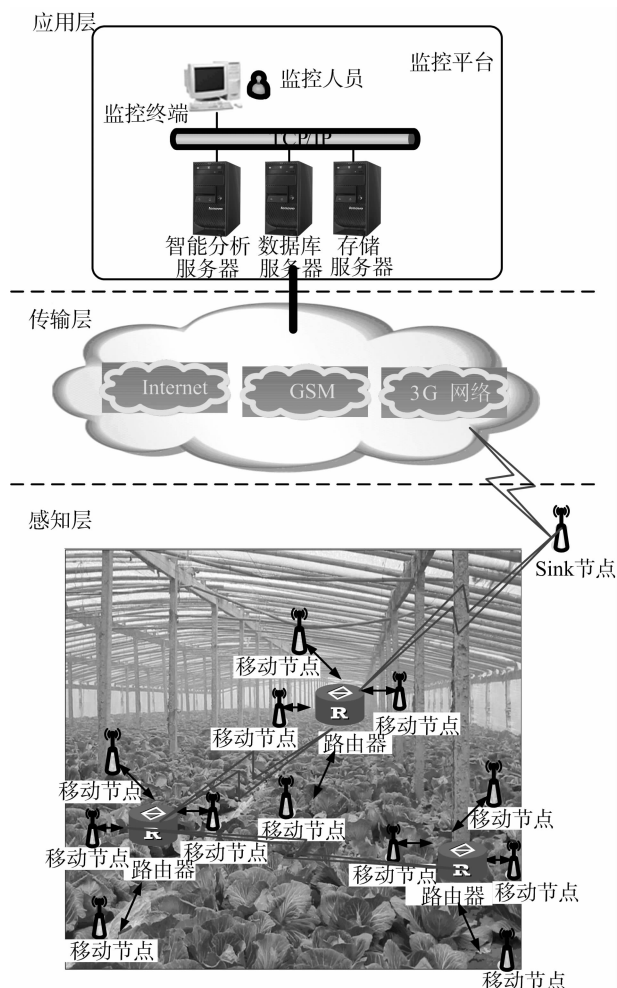


图1 系统设计结构

提高了系统的整体维护性;(4)系统具有联动功能,即能够根据对温室环境的实时监测,实现对温室内部通风、照明、温度、喷淋系统的自动调节。

2 硬件节点设计

无线传感器节点由传感器、无线传输模块、微处理器、电池 4 个部分组成。本系统传感器节点采用光传感器、空气温度传感器、湿度传感器、二氧化碳传感器等多种传感器。选用

收稿日期:2013-11-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:61261028)。

作者简介:王亚平(1979—),男,内蒙古丰镇人,硕士,讲师,研究方向为物联网与移动应用开发。E-mail:btwangyaping@163.com。

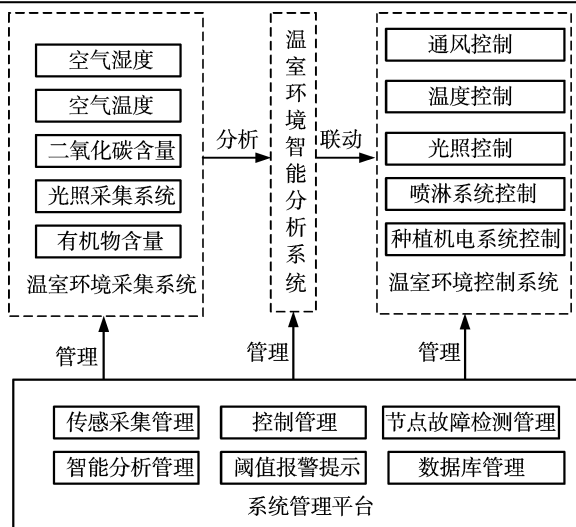


图2 系统总体技术架构

TI 公司的 CC2420 作为节点的无线通信模块,性能稳定且功耗较低,符合农业温室监控系统的需求^[4]。本节点 CC2420 外围电路设计见图 3。微处理器采用 MSP430 作为数据处理单位。MSP430 是由美国德州仪器公司开发的一种 16 位超低功耗的混合信号处理器,芯片采用 RISC 精简指令集。本节点由于是采用 TinyOS 技术开发而实现的,节点功耗低,纽扣电池即可满足供电需求^[5]。

智能温室监控系统的 Sink 节点主要负责将前端采集的温室信息进行汇聚融合,同时本系统设计的 Sink 节点嵌入多种网络协议,能够通过不同的外部网络接口实现 Internet、GSM、3G 网络等传输方式^[6]。Sink 节点的硬件架构见图 4。

3 软件设计

本系统采用 TinyOS 技术进行开发,采用组件层次结构,是一个基于事件的系统。完整的系统由一个调度器和一些组件组成,应用程序与组件一起编译成系统。底层的组件负责

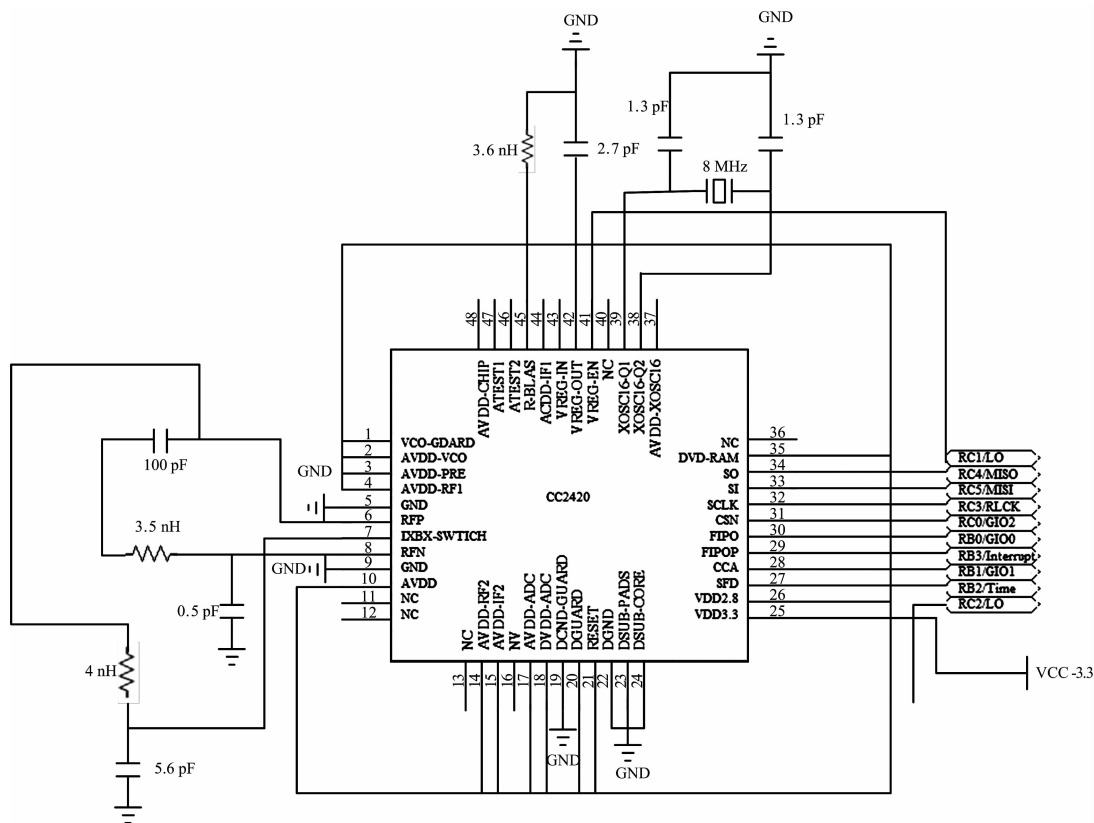


图3 节点CC2420外围电路

接收和发送数据,高层的组件负责对数据进行编码、解码、路由、传输等功能^[7]。

TinyOS 操作系统可以突破传感器功耗高、处理速度慢、存储小的瓶颈。通过提供一系列的组件,接口可以将组件进行连接,采用一种模块化开发方法。本系统对传感器节点数据采集、Sink 节点汇聚进行软件设计。

(1)数据采集设计。在数据采集模块 SenseC 的编写中,首先应对其配件进行设置,其配置 SenseAppC 的内容如下:

```
configuration SenseAppC
```

```
{
}

implementation {
  components
    SenseC, MainC, CC2420C, TimerMilliC();
    SenseC. Boot -> MainC;
    SenseC. Timer -> TimerMilliC;
    SenseC. AMsend -> CC2420C;}
```

然后通过 Read 接口读取数据,在 Read.readSense 事件中

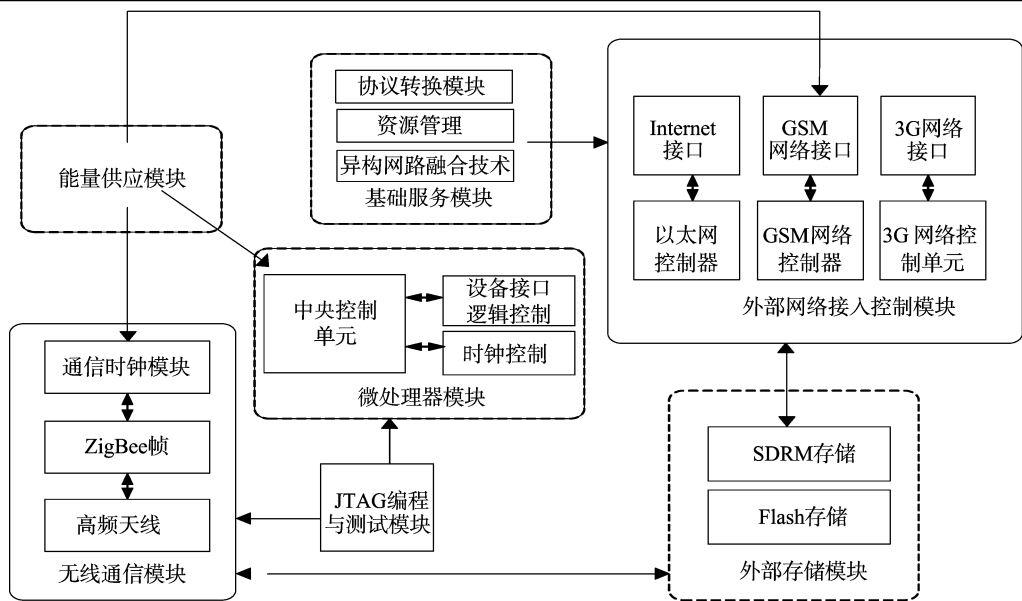


图4 Sink节点的硬件架构

获取采集的数据。

```
interface Read < val_t > {  
    command error_t read();  
    event void ReadSense( error_t result, val_t val );  
}
```

数据采集模块首先通过 Boot 接口进行系统初始化,再进行周期定时,通过 Read 接口读取数据,等待 ReadSense 事件触发,在 Read.readSense 事件中得到采集的数据。数据采集软件流程见图 5。

(2) Sink 节点软件设计。Sink 节点软件设计包括对系统的初始化、数据传输汇聚^[8]。在节点初始化后,会向其他传感器节点发送同步信标帧和确认帧,然后进行接收监听,当传感数据发送过来后,若成功收到数据,进行协议转换,通过串口境数据发送至 Internet、GSM、3G 网络接口,完成整个流程。Sink 节点软件流程见图 6。

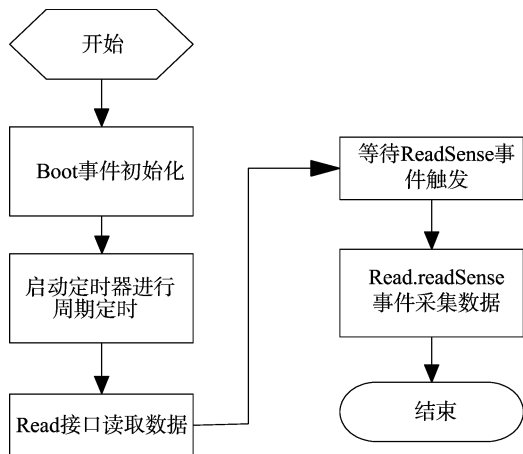


图5 数据采集软件流程

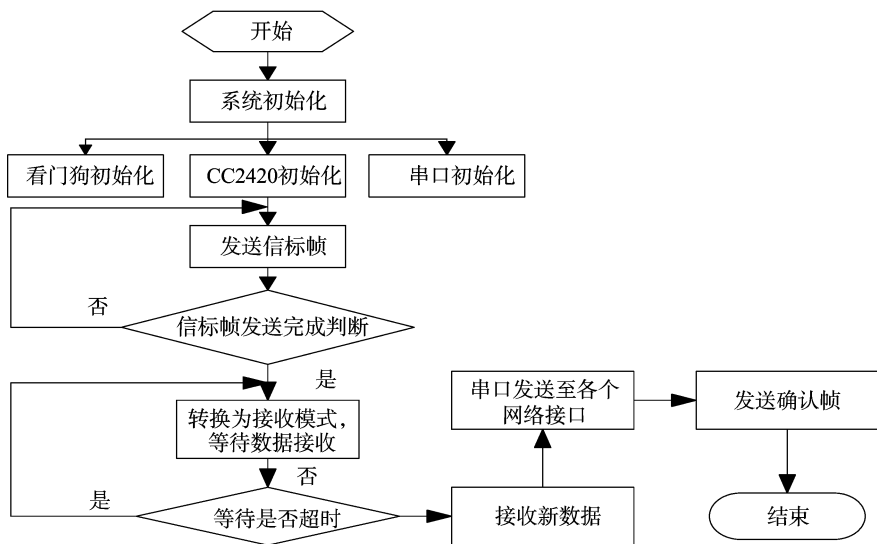


图6 Sink节点软件流程

则网络无法正常工作。针对渭南市智慧农业无线传感器网络的实际情况,对多个地区的 $QoS_{DPE}[P(V_s, V_d)]$ 值进行综合测试,结果如图 8 所示,由图 8 可以看出,渭南市智慧农业无线传感器网络基本能够满足农业传感及农情控制的基本需求,个别地区的网络(第 8、第 16、第 23 批次地区的网络)有待进一步优化。

$$QoS_{DPE}[P(V_s, V_d)] = \frac{\sum_{i=1}^k Delay[P(V_s, V_d)]}{k \times Delay_{max}} \times \frac{\sum_{i=1}^k LOSS[P(V_s, V_d)]}{k \times LOSS_{max}} \times \frac{\sum_{i=1}^k P(V_s, V_d)}{k \times (P_{all})_{max}} \quad (5)$$

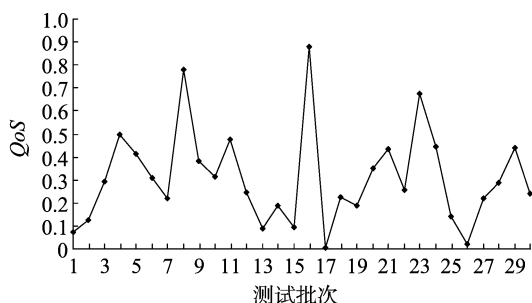


图8 渭南市各地区无线传感器网络 Qos 比较

3 当前的应用情况及应用展望

渭南市智慧农业经过几年的建设已形成一定的规模,但通过一段时间的应用后发现以下几个方面的问题:网络对于数据较为密集的地区丢包率高;对于分布于较为偏远地区的网络在传输过程中带宽成本相对较高;由于建设过程中缺乏统一标准,不同地区多种网络数据格式不统一,给个别地区接入大网造成一定困难。针对以上几方面的问题,以良好的环境适应性、较低的成本、降低网络节点功率消耗、标准化设施

(上接第 410 页)

4 结论

智能温室种植已经成为我国农业科学种植中所用到的重要方法之一。本系统设计的基于 WSN 与 TinyOS 技术的智能温室监控系统,采用 WSN 技术通过无线感知的形式对数据进行采集,同时系统通过智能分析服务器对前端采集的数据进行分析,并可联动温室环境控制系统。系统的故障检测能对损坏的节点进行迅速查找,减轻维护人员的维护难度。本系统在硬件设计上采用低功耗设计,在软件上利用 TinyOS 系统进行软件开发,保证了传感器节点的相应速度与高稳定性。经实际测试,本系统运行稳定,对 WSN 技术实际应用于今后智能温室监控系统中具有指导作用^[9]。

参考文献:

[1] 李晓维,任丰原. 无线传感器网络技术[M]. 北京:北京理工大

建设为设计目标,对渭南市农业物联网信息平台进行了优化,采用光载无线交换技术、无线传感器网络压缩传感技术对现有的智慧农业工程平台进行进一步的优化设计,并且制定无线传感器网络 QoS 综合服务质量评价指标体系。

虽然通过以上优化设计解决该地区智慧农业信息平台中的一些问题,但随着我国智慧农业的不断发展以及农业物联网工程方面的研究不断深入,无线传感器网络技术也在不断发展,本研究拟在后续进行以下方面的研究与改进,以满足区域智慧农业工程的发展:改进无线传感器网络中的压缩传感算法,使节点能量消耗更低;进行智能服务平台的开发,以适应智慧农业对农情管理的需求;建立云平台智慧农业专家库信息系统为地区农业生产提供更多的技术服务。

参考文献:

- [1] 邢伟伟,白瑞林. IEEE 1588 时间同步在 ZigBee 低功耗中的应用[J]. 自动化仪表,2012,33(11):27-30.
- [2] 韦佳,何磊,顾晓峰,等. ZigBee 无线多区域监测系统[J]. 自动化仪表,2012,33(11):39-41.
- [3] 周益明. 基于无线传感器网络的温室群监测与控制系统的键技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2009:56-78.
- [4] 杜治高,王玉斌,冒亚明,等. 基于物联网的油库安全管理信息系统研究[J]. 微型机与应用,2012,31(22):7-9.
- [5] 王伟. 无线传感器网络若干关键技术研究[D]. 武汉:华中科技大学,2011:87-99.
- [6] 李玉凯. 无线传感器网络高效可靠数据传输理论及应用研究[D]. 北京:华北电力大学,2011:12-26.
- [7] 陶为戈,朱映华,钱志文,等. 基于 ZigBee 有源电子标签和 Internet 的区域定位系统[J]. 制造业自动化,2012,34(23):61-63.
- [8] 朱创录. SNMP 管理模型下的网络流量监视与控制[J]. 计算机技术与发展,2013,4(8):223-226.
- [9] 学出版社,2007:11-21.
- [2] 江朝晖,焦俊,潘炜,等. 基于 ZigBee 的农业通用无线监测系统[J]. 安徽农业科学,2010,38(6):3149-3151.
- [3] 孙超,张世庆,张西良,等. 无线传感器网络在温室环境监测中的应用[J]. 农机化研究,2006(9):194-195.
- [4] 刘强,崔莉,陈海明. 物联网关键技术与应用[J]. 计算机科学,2010,37(6):1-4,10.
- [5] 刘洋,杨维. 基于物联网的农田环境监测无线传感器网络的管理[J]. 中国农学通报,2011,27(30):297-302.
- [6] 张长利,沈维政. 物联网在农业中的应用[J]. 东北农业大学学报,2011,42(5):1-5.
- [7] 瞿雷. 一种新的无线网络通信技术 Zigbee[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2006(1):12-14.
- [8] 石为人,张杰,唐云建,等. 无线传感器网络嵌入式网关的设计与实现[J]. 计算机应用,2006,26(11):2525-2527,2535.
- [9] 陈珊. 嵌入式 WEB 服务器网关系统的研究与实现[D]. 大连:大连理工大学,2006.