

许伦辉,李 鹏,周 勇. 基于 ZigBee 和 GPRS 的农业区域气象环境远程监测系统设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):380-383.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.122

基于 ZigBee 和 GPRS 的农业区域气象环境 远程监测系统设计

许伦辉^{1,2}, 李 鹏¹, 周 勇²

(1. 江西理工大学电气工程与自动化学院,江西赣州 341000; 2. 华南理工大学土木与交通学院,广东广州 510640)

摘要:为应对当前农业区域气象环境监测的要求,设计了将 ZigBee 无线传感器网络与 GPRS 技术相结合的农业区域气象环境远程监测系统,实现了气象信息采集节点的规划部署、相关数据的远程传输和监测。凭借该系统,农业管理者可以实时、精确地获取同一地区不同农业区域内的气象环境信息,包括温湿度、浓度、光照度、风速风向等。系统可应用于温室、农田、农林等区域,有助于农业部门更加有效地预测农作物收成、提高农作物产量以及决策来年的农业布局。初步测试结果验证了该系统的合理性与实用性。

关键词:农业区域;气象环境监测;无线传感网络;气象信息采集;远程监控

中图分类号: TP732⁺.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0380-03

为应对农业的可持续发展,20 世纪 90 年代以来,发达国家将电子信息高新技术应用于农业领域,提出了精准农业的概念。精准农业是指根据作物生长的气象环境参数来调节对作物的投入,以最少的或最节省的投入达到同等收入或更高的收入并改善环境^[1]。要实现精准农业,必须建立一个实用、可靠、可长期监测的农业区域气象环境监测系统。在农业生产中,温湿度、光照、浓度、风速风向等气象环境因素影响着农作物的生长和产量。然而由于农业生产基地具有分散性、远距离性和区域性较强的特点,这给相关气象环境数据的采集和监测带来很大的不便^[2]。在传统的监测系统中,一般现场测试点到控制器的接线为点到点方式,接线复杂,布线困难,存在抗干扰能力差、工作不稳定和系统测试精度低等问题^[3]。针对当前农业区域气象环境监测中存在的上述问题,顺应农业现代化的发展趋势,设计了 1 套基于 ZigBee 和 GPRS(general packed radio service)网络的农业区域气象环境远程监测系统,满足了远距离条件下农业区域内气象环境信息监测的需要,采用此系统可以监测到不同农业区域内的相关气象环境数据,然后对农作物的生长进行动态分析,以便指导农业生产活动来提高农业产值^[4]。

1 系统框架

本设计采用 ZigBee 无线传感网络和 GPRS 相结合的技术。ZigBee 是 1 种高可靠的无线数传网络,使用 IEEE 802.15.4 协议,类似于 CDMA 和 GSM 网络,但是与移动通信的 CDMA 网或 GSM 网不同的是,ZigBee 网络主要是为工业现场自动化控制数据传输而建立^[5-6]。GPRS(general packed radio

service)通用分组无线业务,是在现有 GSM 系统上发展出来的 1 种无线数据传输业务,它应用于农业区域气象环境远程监测系统具有实时在线、接入范围广、数据传送效率高、支持 TCP/IP 协议和 X.25 协议、运行费用低等特点,并且能与 ZigBee 网络进行无缝对接^[7-8]。农业区域气象环境远程无线监测系统的整个网络由若干个传感器采集节点、网关节点、GPRS 网络和监测中心组成。对温湿度、光照度、风速风向、浓度等气象环境数据的采集均采用独立传感器节点进行,优点是可以根据不同农业区域对相关气象数据种类和精度的要求不同,进行传感器节点的选择布局及其后续更换,在达到测量要求的同时还不会造成资源的浪费;网关节点负责汇总处理由布局在农业区域内的各个传感器节点发送过来的数据信息,并利用 GPRS 模块通过 GPRS 网络将相关气象数据传送到监测中心;监测中心完成对远程农业区域气象环境数据的处理、备份和显示等功能。系统框架结构如图 1 所示。

2 硬件设计

2.1 传感器节点设计

传感器节点主要由传感器模块、处理器模块、射频通信模块和电源模块组成(图 2)。根据不同农业生产对需要采集的气象环境数据种类及其精度要求的不同,须要设计不同的传感器节点,一般包括温湿度传感器节点、光照度传感器节点、风速风向传感器节点及 CO₂ 传感器节点等。对温湿度采集选用 DHT11 数字温湿度传感器,它是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器,具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、性价比高等优点,供电电压为 3.3~5.5 V,测量范围为相对湿度 20%~90%、温度 0~50℃,具有数字式输出、免调试、免标定和免外围电路及全互换功能;测量 CO₂ 浓度选用 H-55 数字 CO₂ 传感器模块,检测范围为 0~50 000 mg/L,检测精度为 ±30 mg/L,具有 10 年以上的工作寿命;光照度的测量选用 GY30 数字光强度检测模块,采用 ROHM 原装 BH1750FVI 芯片供电电源 3~5 V,光照度范围

收稿日期:2014-07-19

基金项目:国家自然科学基金(编号:61263024);江西省教育厅科技项目(编号:GJJ13428、GJJ13427)。

作者简介:许伦辉(1965—),男,江西南康人,博士,教授,博士生导师,主要从网络监控系统设计研究。E-mail:963195114@qq.com。

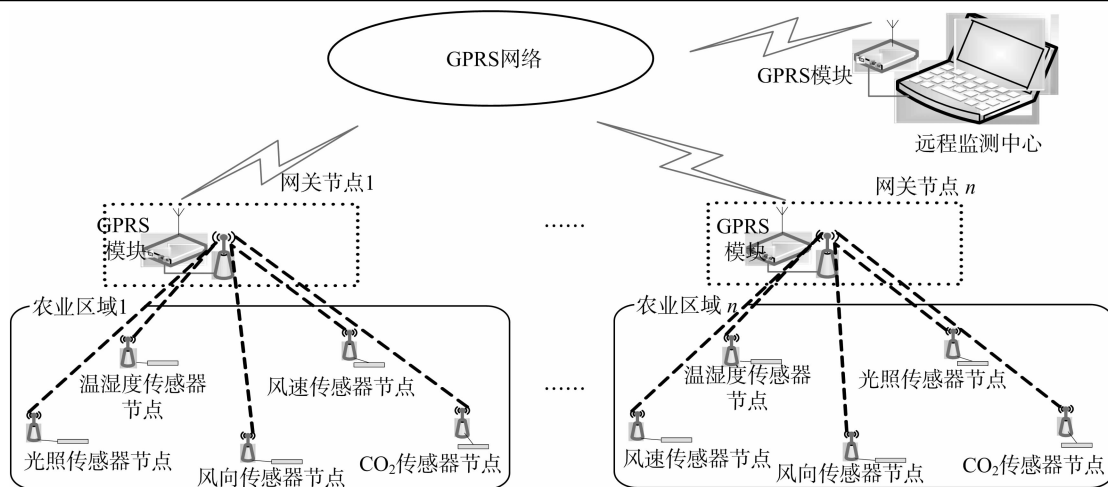


图1 系统总体结构示意图

0~65 535 lx,传感器内置 16bit AD 转换器直接数字输出,供给电流 20 μ A,测量精度 ± 50 lx,接口为 I^2C ;风速风向传感器选用 JY2-EC-9S(X) 数字风速(风向)传感器,测量范围 0~70 m/s 和 0°~360°,精确度 ± 0.3 m/s 和 $\pm 3^\circ$,分辨率 0.1 m/s 和 2.8°,输出信号形式脉冲(频率)7 位格雷码,工作电压直流电 5 V。

处理器模块和射频通信模块选择 TI 公司生产的 CC2530。CC2530 是 1 款具有 SOC(片上系统),支持 IEEE802.15.4、ZigBee、ZigBeePRO、ZigBeeRF-4CE 标准的芯片,集成了 2.4 GHz 直接序列扩频 RF 收发器、工业级增强型 8051 微处理核、高达 256 kB 闪存、8 kB RAM、8 通道 12 位 A/D 转换器、2 个 USART 接口、21 个通用接口 GPIO 等,4 种供电模式,具有较高的无线接收灵敏度和抗干扰性能,传输距离大于 75 m,最高传输速率 250 kb/s。CC2530 工作温度为 -40~125 $^\circ\text{C}$,工作电压 2.0~3.6 V,休眠时功耗电流可降低到 0.6 μ A。

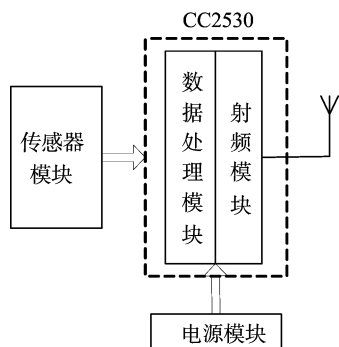


图2 传感器节点硬件组成

电源管理模块的功能是为系统其他各模块提供持续、稳定的能量供应,由于此监测终端为户外不间断工作,为降低功耗,电源管理模块加入低功耗的管理和控制,通过软件机制实现多种工作模式,当节点不工作时系统即进入休眠模式。考虑到系统将长期使用,可以通过外接电源或外接蓄电池和太阳能电池板以保证系统的持续供电^[9]。

2.2 网关节点设计

网关节点硬件组成如图 3 所示,CC2530 射频模块与 GPRS 模块 SIM900A 进行有线的串口通信,CC2530 射频模块

接收农业区域内由不同传感器节点采集的气象环境数据,对其进行地址分类和处理,通过 RS-232 异步串行通信接口进行数据传输,CC2530 射频模块可以发送 AT 指令对 GPRS 模块 SIM900A 进行控制,设置发送模式,进行数据传输。可以快速、安全、可靠地实现系统方案中的数据通信。

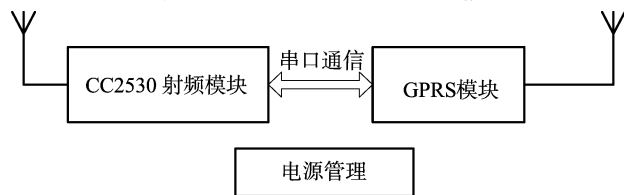


图3 网关节点硬件组成

3 软件设计

3.1 传感器节点程序设计

在设计中,考虑到各个传感器节点之间进行通信的意义不大,且增加网络结构的复杂性,因此,系统的网络拓扑采用星形网络结构,通过对多个监测节点发送的数据进行分析可以判断气象环境监测区域的状态。该结构由 1 个网关节点和多个传感器节点构成。传感器节点只能与网关节点直接进行通信,而各个传感器节点之间不进行通信。对于传感器节点,其流程较简单,设置好定时器中断,每隔一定时间读取传感器数据,并将其发送至网关节点,发送完后便进入待机状态,以减少能量损耗,直到定时中断的再次到来。请求加入 ZigBee 网络,网关节点负责组建网络,当加入网络成功后,传感器节点进入数据收发段,如果监测收到相关气象环境数据,便将数据发送至网关节点。传感器节点的流程如图 4 所示。

3.2 网关节点程序设计

网关节点由 CC2530 射频模块和 GPRS 模块组成,模块之间采用 RS232 串口通信。该节点不直接参与农业区域气象数据的采集,只负责相关数据的汇聚、处理和传送,在系统中起到组网和数据传输的作用。它与监测区域内的传感器节点组成 ZigBee 无线传感器网络。组网成功后,CC2530 射频模块等待接收农业区域内传感器节点发送的气象数据,然后将收到的相关气象数据汇总处理,通过串口传送给 GPRS 模块,最后 GPRS 模块通过 GPRS 网络将处理后的气象数据发送给

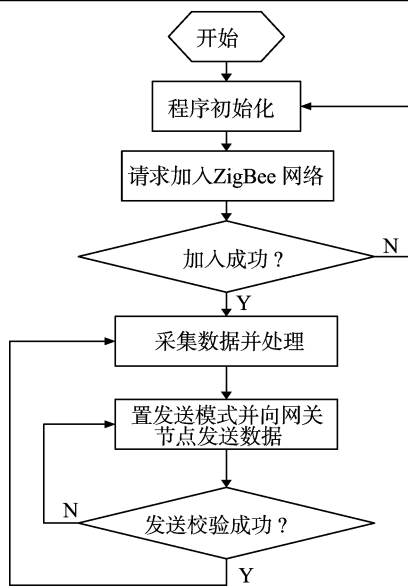


图4 传感器采集节点软件流程

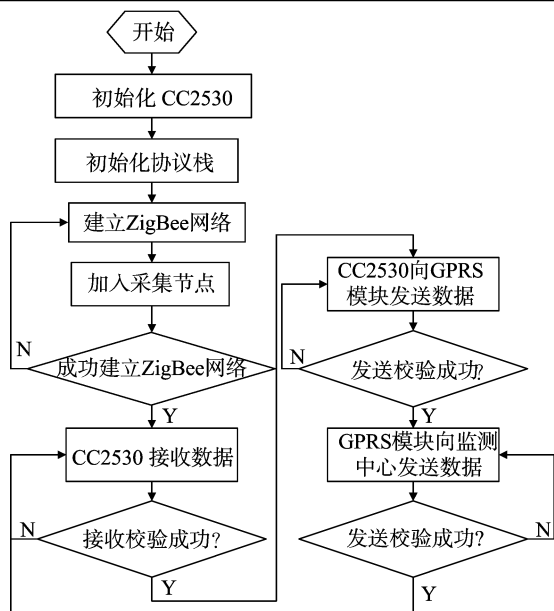


图5 网关节点软件流程

监测中心。当 GPRS 模块发送数据失败,便返回 1 个发送失败信号,并要求重新发送,直至发送成功。网关节点的程序流程如图 5 所示。

4 远程监测中心设计与监测试验

4.1 监测中心设计

在监测中心,GPRS 模块接收通过 GPRS 网络传来的远程农业区域气象环境信息,GPRS 模块与监测微机进行串口通信,将接收到的相关气象环境信息发送给监测微机,在监测微机上运行的监测软件采用 VC++6.0 和 Access 2010 数据库开发工具结合设计。主要功能是将接收到的相关气象环境信息进行处理显示,并对数据进行存储,以便进行后续查询和分析。该监测软件包括用户登录管理模块、数据接收模块、数据

库存储模块、数据处理显示模块。

4.2 监测试验

选择郊区 1 块农田作为试验区域,通过在该区域安放温湿度传感器节点、浓度传感器节点、光照度传感器节点、风速风向传感器节点以及网关节点构建无线传感器网络,实时采集该区域的气象环境信息,并通过 GPRS 网络传输到远程监测中心存储、处理以及进行实时和历史数据图形化显示,农业区域气象环境信息监测中心界面如图 6 所示。试验结果表明,系统性能稳定,并能实现对农业区域内气象环境信息的实时监测,且可以实现对历史气象环境信息的检索和分析。

5 结语

作为现今流行的交叉学科的研究,无线传感器网络在很

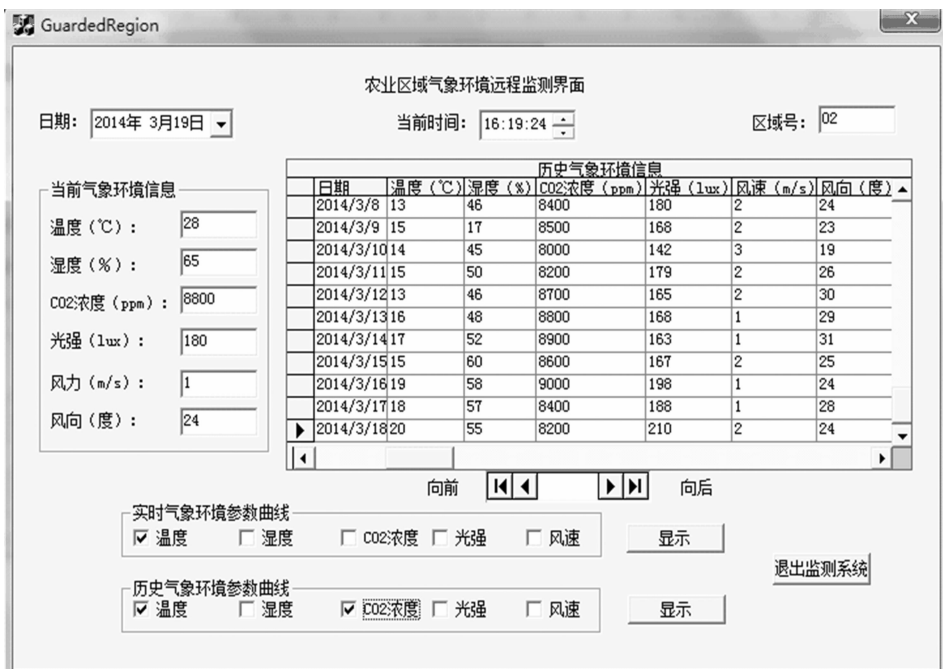


图6 远程监测中心界面

贾艳玲,刘思远. 基于 ZigBee 技术的葡萄园智能灌溉系统设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):383-385.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.123

基于 ZigBee 技术的葡萄园智能灌溉系统设计

贾艳玲¹, 刘思远²

(1. 宁夏大学物理电气信息学院/宁夏信息感知与智能沙漠重点实验室,宁夏银川 750021;

2. 宁夏大学发展规划与学科建设处,宁夏银川 750021)

摘要:为了提高葡萄园用水效率,提出了一种基于 ZigBee 技术的葡萄园智能灌溉系统设计方案,主要对传感器节点的硬件进行设计,详细讨论了各个模块的元器件选择,给出了汇聚节点及传感器节点的软件设计流程,对自动灌溉实现过程进行分析,最终实现了由传感器节点、汇聚节点、电控阀门及上位机等组成的智能灌溉系统。结果证明,该系统性能稳定、可靠,对葡萄园实施智能灌溉具有一定的参考价值。

关键词:葡萄园;智能灌溉系统;ZigBee 技术

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0383-03

经过多年发展,葡萄产业已经成为宁夏回族自治区最重要的特色产业之一。宁夏葡萄产业主要集中在贺兰山东麓地区,该地区位于 37°43'~39°23'N、105°45'~106°47'E,处于世界葡萄种植的黄金地带,即南北纬 30°~40°之间,贺兰山东麓也因此成为我国葡萄栽培的十大产区之一。但该地区大部分老基地的灌溉方式较落后,仍以明渠、人工漫灌为主,不仅妨碍了葡萄的生长、影响了葡萄的产量,且严重浪费了水资源。葡萄的根系主要分布在 40~50 cm 深的土层中,土壤水分是其吸收水分的主要来源,无论是土壤湿度过低造成葡萄

根系吸水困难,还是土壤湿度过高造成葡萄根系腐烂,都会严重影响葡萄的品质与产量。因此,建立可实时对葡萄园环境及土壤墒情(别称土壤水分)信息进行采集与分析,判断葡萄树是否缺水,并可自动进行合理灌溉的低成本葡萄园智能灌溉系统势在必行。传统的基于有线方式的灌溉控制系统在老基地葡萄园环境中应用存在明显的不足,一方面,老基地葡萄园种植时间长,要改造灌溉用渠道难度大、成本高;另一方面,葡萄园土壤酸碱性较高,易导致通信电缆老化,使系统可靠性降低^[1]。ZigBee 技术是一种短距离、低功耗的无线通信技术,具有低复杂度、自组织、高数据速率等特点,满足无线传感器网络的组网要求^[2-6],可有效避免基于有线方式系统的不足,适合老基地现有葡萄园智能灌溉系统设计。因此,本研究利用 ZigBee 技术提出了一种采用无线传感器网络架构的葡萄园智能灌溉系统设计方案,首先对采集节点的硬件进行设计,包括硬件结构图及各个模块的元器件选择,其次对节点的软件进行设计,然后对根据环境参数如何实现自动灌溉进行

收稿日期:2014-07-16

基金项目:国家自然科学基金(编号:61301145);宁夏高等学校科学研究项目(编号:NGY2014049)。

作者简介:贾艳玲(1980—),女,宁夏银川人,硕士,讲师,主要从事无线通信及信号处理研究。Tel:(0951)2061004;E-mail:jia_yl@nxu.edu.cn。

多方面都有着广阔的研究和应用前景,而在农业方面的应用就是目前热点问题之一,这种新技术的出现为精准农业从示范走向实用的研究搭建了一个不可多得的技术平台,将使传统农业模式逐渐转变为以信息网络为中心的生产模式,让农田的耕种更加自动化、网络化、智能化。本研究将 ZigBee 无线传感器网络和 GPRS 通信技术相结合应用于农业区域气象环境监测,对农作物现场信息进行收集。这种无线监测的方式具有网络组建简单、灵活性强、扩展性强的特点。该系统解决了农业区域现场气象环境信息的自动获取、远程传输、数据库存储、进行实时和历史数据分析等问题,为农业管理者提供了方便,节省了大量的人力物力,经试验验证,该系统设计有效可行。

参考文献:

[1] 刘广林,汪秉文,唐旋来. 基于 ZigBee 无线传感器网络的农业环境监测系统设计[J]. 计算机与数字工程,2010,38(10):57-60,71.

- [2] 安森东. 区域性农业信息化建设模式研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2011.
- [3] 李莉,刘刚. 基于蓝牙技术的温室环境监测系统设计[J]. 农业机械学报,2006,37(10):97-100.
- [4] 李立扬,王华斌,白凤山. 基于 ZigBee 和 GPRS 网络的温室大棚无线监测系统[J]. 计算机测量与控制,2012,20(12):3148-3150.
- [5] 顾端红,张宏科. 基于 ZigBee 的无线网络技术及其应用[J]. 电子技术应用,2005,31(6):1-3.
- [6] 庞娜,程德福. 基于 ZigBee 无线传感器网络的温室监测系统[J]. 吉林大学学报:信息科学版,2010,28(1):55-60.
- [7] 张涵. 基于 GPRS 网络的无线数据通信设备的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2009.
- [8] 陈琦,韩冰,秦伟俊,等. 基于 ZigBee/GPRS 物联网网关系统的设计与实现[J]. 计算机研究与发展,2011,48(增刊):367-372.
- [9] 徐志国. 基于无线传感器网络的农业环境监测系统设计[J]. 软件导刊,2013,12(3):82-83.