

文章编号:2095-3046(2013)01-0070-04

基于无线传感器网络的温室智能监测系统研究

李时辉^{1,2}

(1.南京航空航天大学,南京 210026;2.义乌工商职业技术学院,浙江 义乌 322000)

摘要:温室大棚内使农作物反季节生长的核心要素即为温度及湿度,因而对温度及湿度进行监测是至关重要的。针对当前通过人工采集模式及通过有线控制网络监测模式检测温湿度中所存在的问题,结合温室环境变化特性及采集要求,提出了利用无线传感器网络改进监测系统的思想,设计实现了一种基于 ZigBee 的温室智能监测系统,该系统由 PC 管理机节点、温室基站节点及传感器节点三部分组成。实验结果表明,该系统具有检测精度高、误差小及可靠性高的优点。

关键词:无线传感器;温室;监测

中图分类号:TP212.9

文献标志码:A

The research on the intelligent greenhouse monitoring system based on wireless sensor network

LI Shi-hui^{1,2}

(1.Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210026, China;

2.Yiwu Industrial and Commercial College, Yiwu 322000, China)

Abstract: The key element for greenhouse to grow out-of-season fruit lies in specific temperature and humidity. So it is of great importance to read the temperature and humidity at the spot and to make adjustment accordingly. This research proposes a theory of using wireless sensor network to improve the monitoring system so as to solve the problems exiting in manual data collection mode and the mode of detecting temperature and humidity by wired control network. An intelligent greenhouse monitoring system based on ZigBee is designed, which is composed of three nodes at PC station, greenhouse base station and the sensor. The experimental results indicate that the system owns advantages of high detection precision, minimum error and high reliability.

Key words: wireless sensor; greenhouse; monitoring

0 引言

在我国,人们一年四季都可以吃到新鲜的蔬菜和瓜果,这一切在很大程度上要归功于温室大棚在我国各地特别是北方地区的普及。温室大棚就是

人为的模拟建立一个适合生物生长的气候条件,能使农作物在不适合生长的季节产出,部分或完全摆脱了对自然条件的依赖^[1]。温室大棚的核心功能即为农作物提供了与室外环境所不同的温度,因此,温室大棚内的温度监测将是至关重要的,直接影响着温室内农作物的生长。目前,温室的数据采集大多通过人工采集模式和有线采集模式进行,人工采

收稿日期:2012-12-13

基金项目:2012年度浙江省高等学校青年骨干教师访问工程师项目(浙教办高科[2012]152号);2012年浙江省教育技术研究规划课题(JB097)

作者简介:李时辉(1981-),男,讲师、高级技师,主要从事信号与信息处理及自动控制系统等方面的研究,E-mail: ywlsh@nuaa.edu.cn.

集模式的缺点相当明显,采集的工作量相当大,且数据的实时性和有效性都难以保障,而采用预先布线的有线采集方式技术相对成熟稳定,但也有投入大、安装维护工作量大、系统的可扩展性差及抗干扰能力差等缺点,不利于自动化和智能化的进一步提高^[2-4]。随着无线传感器网络技术^[5]的日益成熟,采用无线传感器网络构建温室智能监测系统已成为可能。

采用无线传感器网络技术设计完成了一种温室大棚智能检测系统,该系统能快速准确的检测温室内的温湿度,具有检测精度高、误差小及可靠性高的优点,有效克服了人工模式和有线数据采集模式的诸多缺点。

1 系统硬件设计

温室检测系统具有覆盖范围大、传输数据少、数据安全性相对较低等特点,系统采用树形拓扑结构,系统拓扑结构模型如图 1 所示。设计的检测系统主要由底层的传感器节点,中间层的网关及上层的 PC 监控层组成。底层传感器节点主要完成温室内各节点处温湿度数据的采集和数据转换,并将处理后的数据传输给网关。中间层网关,其功能是把各传感器节点所采集的数据通过以太网传输到 PC 上。顶层是 PC 组成,其任务是将传感器采集的数据保存到数据库中,并对数据进行分析,为管理员采取相关措施提供数据参考。

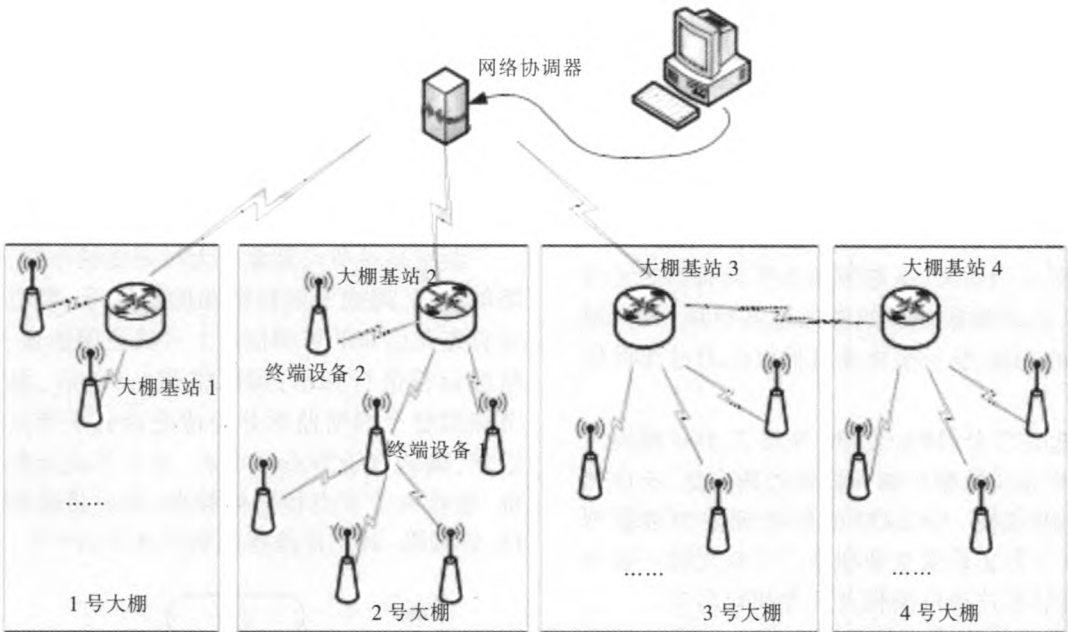


图 1 系统拓扑结构模型

1) 传感器节点

传感器节点负责温室内温湿度的检测和上传,系统设计的传感器节点结构如图 2 所示,包含有负责数据处理的微处理器、负责数据传输的无线通信模块、负责数据采集的各类传感器模块和相应的电源模块。

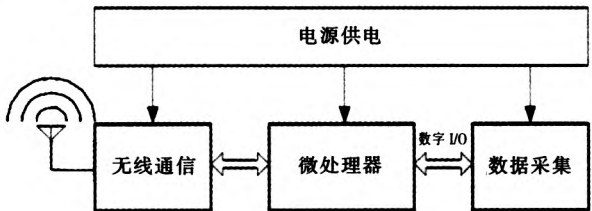


图 2 传感器节点结构模型

微处理器 CC2430^[9]内部设有 14 路 A/D 转换器,其中一路为温度传感器输入,该传感器存在测量温度偏差高的弊端,测量温差高达 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,无法满足系统内大棚温度的测量精度要求。瑞士 Sensirion 公司生产的 SHT11 数字温湿度传感器^[6],温度测量误差仅为 $\pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度测量相对误差也仅为 $\pm 3.0\text{ }\%$ RH,且测量范围较宽,检测温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 123\text{ }^{\circ}\text{C}$,检测相对湿度为 $0\sim 100\text{ }\%$ RH,可完全满足温室系统检测需求。此外,该传感器还具有极高的可靠性、稳定性与抗干扰性,系统的温湿度数据采集模块选用 SHT11 数字温湿度传感器。

CC2430 作为测量节点的主控芯片,与 SHT11

之间通过 I2C 标准总线通信,所设计的 CC2430 与 SHTT11 的接口电路如图 3 所示,需测量时 CC2430 与发出启动信号即可. 接口电路中 DATA 为数据线,数据线外接上拉电阻,上拉电阻阻值为 10 kΩ,数据线主要是将 SHIT11 传感器采集的数据传送给微处理器 CC2430 处理;SCK 为时钟线,工作电压高于 4.5V 时,最高频率可达 10MHz,时钟线主要用于 CC2430 芯片与 SHIT11 传感器芯片之间的通信同步.

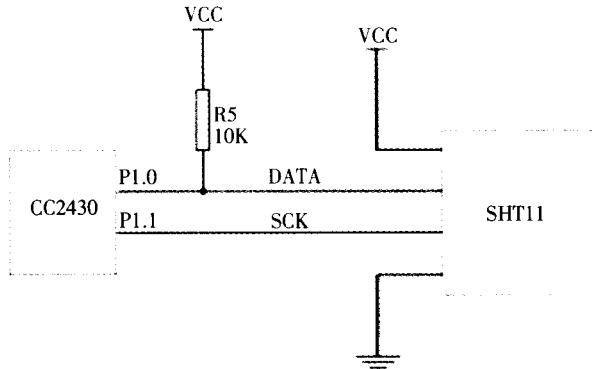


图 3 CC2430 与 SHTT11 的接口电路

2)温室基站节点

温室基站节点设于温室内,是联接传感器节点与上位机节点的桥梁,基站节点由负责通信的无线通信模块、负责数据处理的微处理器模块、负责温湿度显示的 LCD 显示模块及负责供电的电源模块组成.

系统选用 TI 公司的 CC2430 开发 ZigBee 模块^[7],该模块具有无线数据传输和数据处理功能,有成熟的 ZigBee 协议栈,CC2430 的微处理器为增强型 8051,是至今为止最受欢迎和最广为一使用的一款单片机,利用该芯片进行编程及开发相对简单.

显示模块用于直观的显示温室内的当前温湿度,其中显示文字"当前温度"及所测温度值各一行,文字"当前湿度"及所测湿度值各一行,系统选用了图形点阵液晶模块 OCM4X8C. 该模块为 128×64 点阵,可显示 4 行、每行 8 个汉字,可满足系统显示需求^[8].

3)PC 管理机节点

PC 管理机节点通过与温室基站进行通信,收集温室内各传感器的检测数据,PC 管理机节点包含有负责数据处理的微处理器、负责 PC 机与无线模块联接的串口模块、负责与温室基站节点的无线通信模块和相应的电源模块.

2 软件系统设计

软件系统的实现包括三个部分:传感器节点、温室基站节点和 PC 管理机节点.

传感器节点作为子节点负责温室环境数据的采集、AD 转换及发送,同时还兼备有路由功能,可转发其它传感器节点的检测数据. 为节约能耗,当传感器节点未进行数据收发时,往往处于休眠工作模式. 其流程图如图 4 所示.

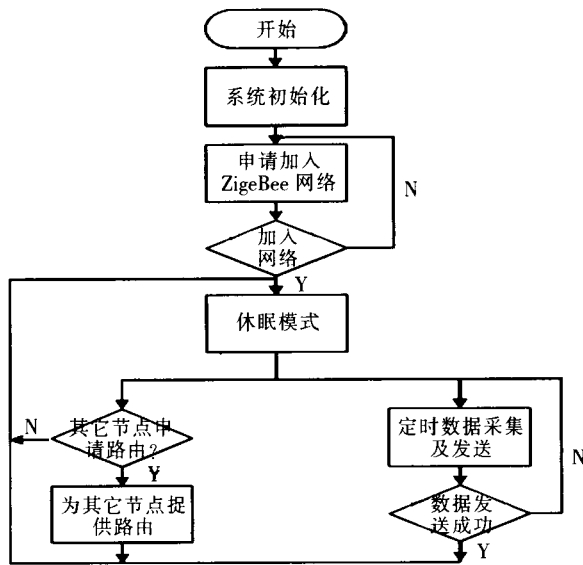


图 4 传感器节点流程图

温室基站节点是整个无线网络的枢纽,负责网络的组成、路由及通信链路的建立等. 温室基站节点首先在已知的可用信道上寻找空闲信道,并用网络标示符进行标示,即网络建立. 随后,温室基站节点对整个网络监听并等待是否有子节点的入网请求,确认有子节点请求后,为子节点分配网络地址,接收由子节点传送的数据,最后将数据传送到 PC 管理机. 其工作流程图如图 5 所示^[10-12].

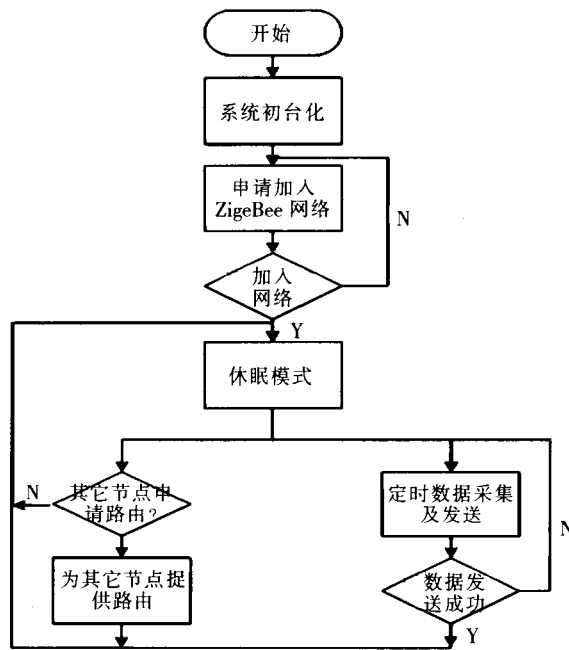


图 5 温室基站节点软件流程图

PC 管理机节点软件为上位机软件, 监测系统的上位机平台采用 Nokia 的 Qt 开发环境编写而成^[13], 系统采用了基于 C/S 结构的 SQL 数据库管理系统 MySQL 构建数据库, 为使系统能适用于各个温室 内所种植的花卉等植物品种不一或改变的情况, 数据库采用多表结构设计, 分别是: 种类、名称、建议 湿度、建议湿度及植物生长阶段, 并采用了第三方的类 QExtSerialPort 来解决 Qt 自身没有串口类的 问题. 为使设计的系统更美观、更具有友好性, 采用 QDesigner 设计将系统采集的信息直观的显 示出来. 通过对系统的测试结果表明, 系统能准确的显示、保存及查询温室内的温湿度, 显示效果清 晰、明了, 能自动将所采集的温室温湿度及植物品种相结合与数据库内的数据进行对比分析, 当采集 的温湿度有异常时, 系统能自动报警并提出整改方案.

3 测试结果及分析

为验证检测系统的监测性能, 进行了如下实 验, 实验中用 1 个温室基站节点与 PC 机相连, 选 取了温室大棚四个角及中心位置共 5 个传感器节 点组网, 安排 5 名工作人员同时进行人工测试, 1 名工作人员通过系统进行测试, 共测试三次取平均 值, 监测结果如表 1 所示. 从测试结果看, 数据丢 失率为 0 %, 监测数据误差小于 1 %, 表明监测系 统具有极高的准确性和可靠性.

表 1 实验数据对比表

节点编号	检测数据 /℃	实测数据 /℃	误差 /℃
1	25.3	25.0	-0.3
2	25.4	25.4	0
3	24.4	24.5	+0.1
4	24.5	24.5	0
5	24.7	24.6	-0.1

4 结 论

农业生产工厂化必将成为农业可持续发展的 热门领域, 而温室自动化生产监控技术必定是工厂

化的其核心. 本文结合最新的 ZigBee 技术, 设计开 发了一套无线传感器网络温室监控系统: 系统通过 在温室大棚内布置 SHT11 传感器, 对温室内的温 度及湿度进行检测, 检测的数据经 CC2430 完成 AD 转换处理后通过无线网络传送给温室基站节 点, 再由温室基站节点通过无线网络传送给 PC 管 理机, PC 管理机系统对接收到的数据进行保存及 处理. 管理员可通过系统处理结果诊断作物的长 势和产量在空间上差异的原因, 并针对性的做出控 制决策从而最大限度地提高生产效益. 系统具有 检测精度高、误差小及可靠性高的优点, 还适用于 智能家居、仓库环境监测等应用场合, 具有较大的 推广价值和广阔的市场前景.

参考文献:

[1] 赵 凯, 杨淑连. 温室大棚环境参数无线监控系统[J]. 山东理工 大学学报: 自然科学版, 2010, 24(2): 93-96.

[2] 万 力, 王 鹏. 基于 ZigBee 技术的温湿度监测网络设计与实现[J]. 低 压电器, 2010(20): 30-33.

[3] 王荣辉, 沈佐锐. 基于短信息的温室生态健康呼叫系统[J]. 农业 工程学报, 2004, 20(3): 226-228.

[4] 吴文波, 张书慧, 李雪飞, 等. 基于 PDA/GPS/GIS 的精确农业空 间信息采集方法及其数据应用 [J]. 吉林大学学报: 工学版, 2005, 35(3): 323-328.

[5] 李晓维. 无线传感器网络技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007: 241-246.

[6] 姜 源. 基于 WSN 的现代大棚智能控制系统[D]. 镇江: 江苏科技 大学, 2011.

[7] 张佐经, 张海辉, 翟长远, 等. 设施农业环境因子无线监测及预警 系统设计[J]. 农机化研究, 2010(11): 78-82.

[8] 中国制造交易网. OCM4X8C 型的图形点阵液晶模块具有什么 样的性能特点 [EB/OL]. (2012-10-25)[2012-12-08]. <http://bbs.c-c.com/showtopic-317263.html>

[9] 陈华凌, 陈岁生, 张仁政. 基于 Zigbee 无线传感器网络的水环境 监测系统[J]. 仪表技术与传感器, 2012(1): 71-73.

[10] 高相铭, 杨世凤, 胡 瑜. ZigBee 技术在城市管网监测系统中的 应用[J]. 电气传动, 2012(1): 49-52.

[11] 陈晓燕, 庞 涛, 何 通. ZigBee 的温湿度测控系统设计[J]. 中国 农机化, 2012(2): 148-150.

[12] 杨 顺, 章 毅, 陶 康. 基于 ZigBee 和以太网的无线网关设计[J]. 计算机系统应用, 2010, 19(1): 194-197.

[13] 姜 源, 郑玉丽. 基于无线传感器网络的智能大棚控制系统[J]. 现代电子技术, 2011, 34(11): 136-138.

基于无线传感器网络的温室智能监测系统研究

作者: 李时辉, [LI Shi-hui](#)
作者单位: [南京航空航天大学, 南京210026; 义乌工商职业技术学院, 浙江义乌322000](#)
刊名: [江西理工大学学报](#) 
英文刊名: [Journal of Jiangxi University of Science and Technology](#)
年, 卷(期): 2013, 34(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nfyjxyxb201301015.aspx