

基于 ZigBee 技术的温室环境检测系统设计

王立岩, 杨世凤

(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

摘要: 针对现有温室环境检测装置的成本高, 安装维护难度大等缺点, 将短距离无线通信技术 ZigBee 引入到检测系统中, 设计了基于 ZigBee 技术的温室环境检测系统, 包括网关、路由节点和传感器节点的硬件和软件设计. 实验表明, 该检测系统能够对温室中温度、湿度、二氧化碳浓度和光照强度等参数进行快速、准确的检测.

关键词: ZigBee; 温室; 环境检测; LabVIEW

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2011)01-0060-04

Design of Greenhouse Environment Monitoring System Based on ZigBee Technology

WANG Li-yan, YANG Shi-feng

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Because of the high investment costs of greenhouse and the difficulty of installation and maintenance, a new short-distance wireless communication technology named ZigBee was used in the measurement system, including the design of hardware and software for gateway, routing node, sensor node. Experiments show that this system can get the parameter in greenhouse quickly and exactly about temperature, humidity, dioxide content, illumination intensity, etc.

Keywords: ZigBee; greenhouse; environment monitoring; LabVIEW

当前, 温室种植作为提高农业生产效率的重要手段, 应用日益广泛. 温室中作物种植环境的检测显得尤其重要. 为了达到检测温室环境参数的目的, 温室中布置了大量电子检测装置, 由此造成温室内线缆密布. 这种检测手段在提高温室投资成本的同时, 增加了安装维护的难度^[1].

ZigBee 是一种新兴的短距离、低速率无线网络技术, 主要用于近距离无线连接. 每个 ZigBee 网络节点不仅本身可以监控对象, 还可以自动中转由其他网络节点传过来的数据资料^[2]. ZigBee 技术具有以下几个特点: 低速率、低功耗、低成本、短时延、免许可无线通信频段^[3-5].

正是因为 ZigBee 的这些特点, 将其引入到温室检测系统中可以很大程度上解决温室监控的现有难题. 本文采用 USB 接口与上位机进行通信, 并可根

据需要增删路由节点, 从而使该系统应用更方便; 系统由 PC、网关、路由节点和传感器节点组成, 可以实现对温室各环境参数科学、准确的检测, 用户可以通过上位机界面看到检测数据和分析结果, 进而给出作物种植方法的判断.

1 系统总体框架

温室环境检测系统由 PC、网关、路由节点和传感器节点 4 部分组成, 系统总体框架如图 1 所示.

1.1 上位机

上位机 PC 用于接收网关数据和发送命令, 实现可视化、形象化人机界面. 使用 LabVIEW8.6 进行用户界面设计, 使得用户可以在 PC 上观察到温室环境参数的数值、变化情况以及相关数据分析.

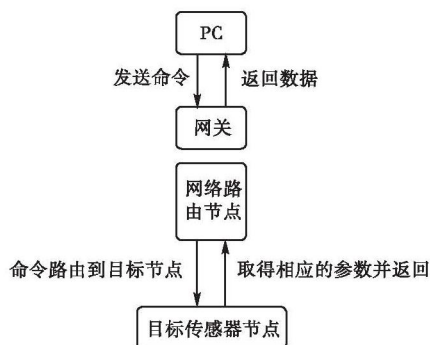
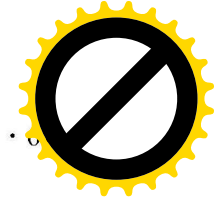
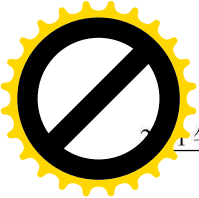


图1 系统总体框架

Fig.1 Overall framework of monitoring system

1.2 网关

根据计算机发送的指令发送/接收路由节点或传感器节点的数据,并将接收到的数据发送给计算机^[6].

1.3 路由节点

在网关不能与所有的传感器节点通信时,它作为一种中介使网关和传感器节点通信,实现路由通信功能,而且还具有普通传感器节点的数据采集功能.

1.4 传感器节点

传感器节点通过传感器进行数据采集后,ZigBee 模块的 CC2520 单片机对数据进行处理,然后与路由节点或网关进行无线通信.基于 ZigBee2007 协议栈的无线网络,在网络设备安装、架设过程中自动完成.完成网络架设后,用户可以由 PC 发出命令,读取网络中设备上连接传感器的数据.

2 硬件设计

2.1 传感器节点设计

传感器节点由传感器和 ZigBee 无线通信模块组成,传感器主要用于数据的采集,包括 DS18B20 温度传感器、HS1101 湿度传感器、ON9668 光照强度传感器、MG811 二氧化碳浓度传感器;ZigBee 无线通信模块采用成都无线龙生产的 CC2520.传感器节点结构框图如图 2 所示.

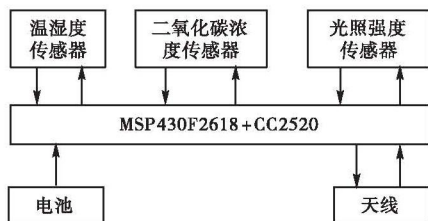


图2 传感器节点结构框图

Fig.2 Block diagram of sensor nodes

CC2520 是 TI 公司第二代的 ZigBee/IEEE 802.15.4RF 收发器,主要用于 2.4 GHz 的 ISM 频段. CC2520 可提供较好的灵敏度和共存性能,有较好的连接性能,并可低电压工作. CC2520 支持数据包处理、数据缓冲、突发传输、数据加密、数据鉴权、空闲通道检测、连接质量显示以及数据包定时信息等,从而降低了主控制器的加载.

2.2 网关设计

系统网关的硬件设计相对简单,因为网关没有连接传感器,只需要组织管理网络和收集传感器节点的传感器信息并发送给 PC,或是接收 PC 的命令进行无线数据采集.

控制器 MSP430F2618 和芯片 CC2520 均采用 SPI 串行接口^[7],新型 PC 无法与 SPI 口直接相连,因此,采用了 USB 转串口芯片将 USB 端口扩展为 SPI 口使用.

传感器节点在对传感器测得的数据进行处理后,与作为路由节点的模块和网关组建 ZigBee 网络,通过无线通信方式把检测数据传送至网关,网关与上位机相连,把相关信息传送到上位机.

3 软件设计

3.1 网络通信

通信过程是:PC 通过 USB 接口发送命令到网关,可以是采集数据命令,也可以是读取网络状态命令;网关利用物理地址查找出节点的网络地址后,以一定的数据格式通过无线通信把命令传送到节点;节点完成采集或控制命令后,通过无线通信把传感器数据或应答信号返回给网关;网关收到采集节点的数据后,把数据以同样的格式返回给 PC.

网关开始工作时,它首先初始化协议栈,然后进行能量检测,选择合适的信道,启动网关;此后即可允许 ZigBee 设备与其相连,接受它们传输的各节点传感器的检测值,并将其传送给 PC,网关工作程序流程如图 3 所示.传感器节点开始工作时首先进行信道扫描,寻找网关,然后与网关建立连接.连接成功后,它即通过网关发送的信标与网关实现同步,开始按周期采集本节点处的环境参数值,并将测量值传送给网关,传感器节点工作程序流程如图 4 所示.

3.2 用户界面

用户界面采用 LabVIEW8.6 开发,利用其丰富的外设驱动和强大的编程功能,可以实现对温室环境参数的分析处理,并实现与下位机的通信与交互^[8].

用户界面可以实现实时显示环境参数测量值、设置采样频率、数据查询等功能;此外,在停止测量时界面会弹出 Excel 表格,将本次测量值进行相应的统计和运算,把结果与农作物生长最适宜的环境参数相比较,向农户通报环境改善建议。

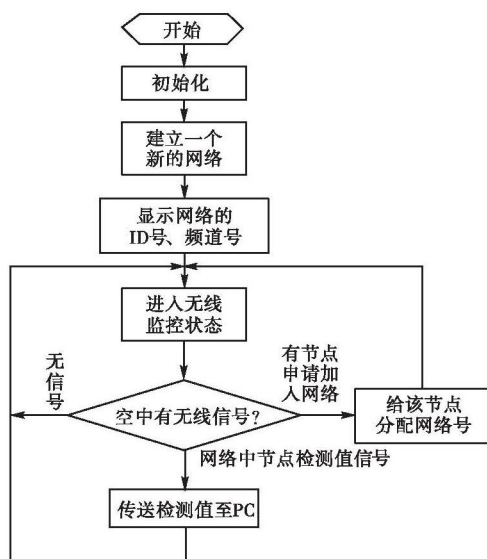


图3 网关工作程序流程图
Fig.3 Flow chart of gateway process

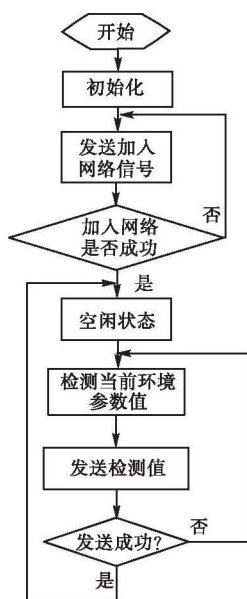


图4 传感器节点工作程序流程图
Fig.4 Flow chart of sensor node program

4 实验

选取农业示范种植基地进行系统测试,为了测试系统的稳定性和上位机界面的用户可用功能,选取靠近控制室的任意3个温室进行实验。在3个温室中

各放置1个传感器节点(连接温湿度传感器、二氧化碳浓度传感器、光照强度传感器),并各用两节五号电池给 ZigBee 模块供电。在控制室内网关与 PC 相连,由用户界面发出指令,对温室环境参数进行采集。其中一个温室检测的用户界面如图5所示。

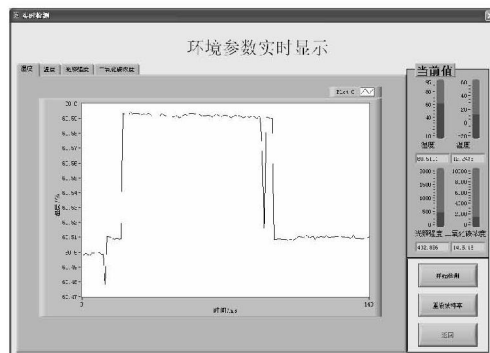
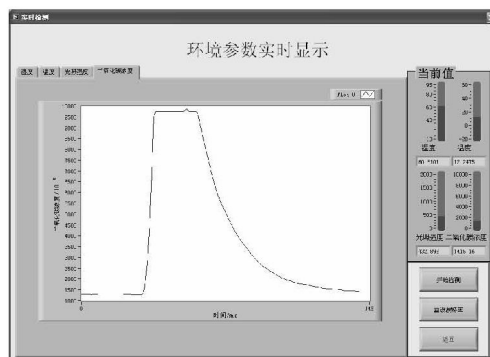
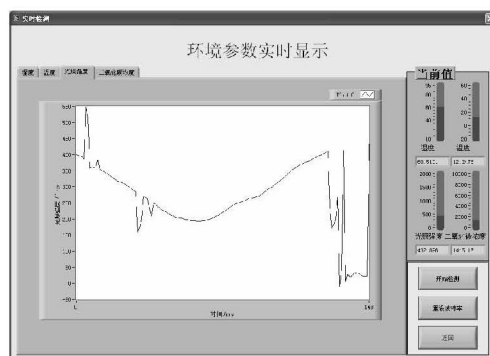


图5 用户界面
Fig.5 User interface

人为检查系统检测的灵敏度,向二氧化碳浓度传感器吹气,控制室内该温室用户界面的二氧化碳浓度曲线如图6(a)所示;人为挡住光照强度传感器,控制室内该温室用户界面的光照强度曲线如图6(b)所示,系统可在 ZigBee 网络覆盖范围内实时采集传感器数据。



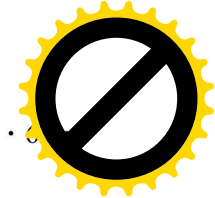
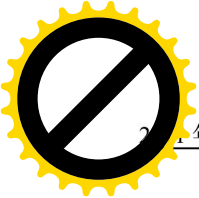
(a) 二氧化碳检测



(b) 光照强度检测

图6 二氧化碳和光照强度检测结果

Fig.6 Measure results of CO₂ and illumination



5 结 语

本文实现了一种基于 ZigBee 技术的温室环境检测系统,能够采集温室环境参数,包括温度、湿度、二氧化碳浓度、光照强度等参数. 系统的节点可以根据需要自由配置,在路由节点覆盖范围内增减网络节点,还可以通过增加路由节点的数目扩大无线通信网络的覆盖范围,可为复杂温室环境检测的应用场合提供参考.

参考文献:

- [1] Timmons N F, Scanlon W G. Analysis of the performance of IEEE 802.15.4 for medical sensor body area networking[J]. IEEE Wireless Communication, 2004, 26(8):16-24.
- [2] 瞿雷,刘盛德,胡咸斌. ZigBee 技术及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [3] 张平,康桂霞,田辉. 甚低功耗无线通信技术[J]. 中兴通讯技术,2006,12(4):21-25.
- [4] 辛颖,谢光忠,蒋亚东. 基于 ZigBee 协议的温度湿度无线传感器网络[J]. 传感器与微系统,2006,25(7):82-84.
- [5] 姚传安,邹彩虹. 基于无线传感器网络的温室监测系统[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2008,23(1):104-107.
- [6] 王贺. 基于 IEEE802.15.4/Zigbee 的无线传感器网络的研究[D]. 哈尔滨:黑龙江大学电子工程学院,2008.
- [7] 李文仲,段朝玉. ZigBee2007/PRO 协议栈实验与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [8] 王磊,陶梅. 精通 LabVIEW8.X[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [6] Hynninen A P, Thijssen J H J, Vermolen E C M, et al. Self-assembly route for photonic crystals with a bandgap in the visible region[J]. Nature Materials, 2007, 6:202-205.
- [7] Zheng Z, Liu X, Luo Y, et al. Pressure controlled self-assembly of high quality three-dimensional colloidal photonic crystals[J]. Applied Physics Letters, 2007, 90(5):051910.
- [8] Stöber W, Fink A, Bohn E. Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 1968, 26(1):62-69.
- [9] Míguez H, Meseguer F, López C, et al. Evidence of FCC crystallization of SiO₂ nanospheres[J]. Langmuir, 1997, 13(23):6009-6011.
- [10] Woodcock L V. Entropy difference between the face-centred cubic and hexagonal close-packed crystal structures[J]. Nature, 1997, 385:141-143.
- [11] Gu Z Z, Hayami S, Kubo S, et al. Fabrication of structured porous film by electrophoresis[J]. Journal of the American Chemical Society, 2001, 123(1):175-176.

(上接第 42 页)