

基于 ZigBee 协议的气象监测系统设计与实现

林雪梅 许泰源

(广东松山职业技术学院 广东 韶关 512126)

摘要 针对局域气象环境监测的需求,文中设计了一种基于 Zigbee 无线传感网络技术的气象监测系统,实现了气象信息数据的无线传输和监测。该系统可以实时、精确地采集局部地区的气象环境信息,包括温湿度、粉尘浓度、气压、风速风向等,并通过实验证明了该系统的合理性和有效性。

关键词: Zigbee 无线传感网络;气象监测系统;数据采集

中图分类号 TP311.5

Design and Implementation of Meteorological Monitoring System Based on ZigBee Protocol

LIN Xuemei and XU Taiyuan

(Guangdong Songshan Vocational and Technical College, Shaoguan, Guangdong 512126, China)

Abstract Aiming at the needs of local meteorological environment monitoring, a meteorological monitoring system based on Zigbee wireless sensor network technology is designed in this paper, which realizes the wireless transmission and monitoring of meteorological information data. The system can collect local meteorological environment information in real time and accurately, including temperature and humidity, dust concentration, air pressure, wind speed and direction, etc. The rationality and effectiveness of the system are proved by experiments.

Key words Zigbee wireless sensor network, Meteorological monitoring system, Data acquisition

0 引言

针对小型气象监测平台开发复杂且成本较高的情况^[1],本文基于 ZigBee 技术设计了一种气象监测平台。该平台开发成本低且能准确、实时地采集温度、相对湿度、风速、气压等信息,可利用上位机 LabVIEW 软件平台对采集到的数据进行分析、处理和存储,并利用主机来远程监测或查询气象指标数据^[2]。当监测到不利气象条件时,其还能动态调整应对措施和预案,从而降低损失。

1 气象监测系统的总体设计

本文的目标是设计一种基于 Zigbee 技术的无线传感器网络,实现气象数据的实时采集及监测,并准确、高效地获取气象报警信息,预防灾害天气。该设计包括硬件和软件两个部分。硬件部分由 Arduino 核心模块、传感器模块、内嵌 ZigBee 协议的 Xbee 模块等组成;软件部分由 XCTU^[3]、Arduino IDE、LabVIEW 软件平台组成。传感器节点采集模块可以采集空气湿度、温度、粉尘浓度、气压等环境参数,并通过 Zigbee 等协议将信息传输到核心模块。传感器核心模块接收到环境参数后将数据传输到上位机,实现气象数据远程监测的可视化显示、分析及存储。系统整体框架如

图 1 所示。

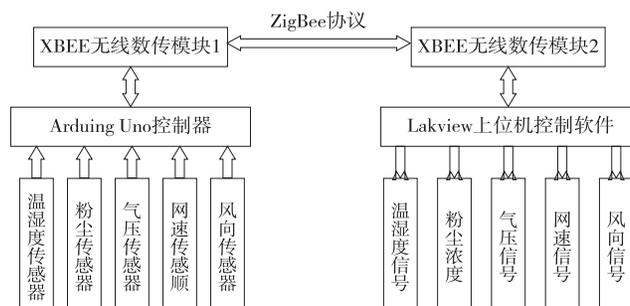


图 1 系统框架

2 系统硬件设计

2.1 气象监测信号采集

2.1.1 温湿度信号

适宜的温度和湿度有助于促进农作物的生长。空气相对湿度的增加能增强农作物的光合作用,而空气相对湿度低于 30% 则不利于农作物的生长。温湿度信号采集模块使用 DHT11 温湿度传感器。其是一款集成了温度和湿度测量功能的数字传感器,包括一个电阻式感湿元件和一个 NTC 测温元件,并与一个高性能 8 位单片机连接^[4]。DHT11 使用一个

基金项目:韶关市科技计划支持科研工作者项目:基于 ZigBee 协议的气象监测系统的设计与实现(210722214532527)

作者简介:林雪梅(1975—),本科,讲师,研究方向为检测技术。

负温度系数(NTC)热敏电阻来测量温度。当温度上升时,电阻值下降;当温度下降时,电阻值上升。DHT11通过测量热敏电阻的电阻值变化来计算环境的温度,使用一种薄膜电容湿度传感材料来测量湿度(薄膜电容湿度传感材料的电容值会随着湿度的增加而增加)。DHT11通过测量湿度传感材料的电容值变化来计算环境的湿度,其温度测量范围为0~50℃,误差为±2℃;湿度的测量范围为20%~90%RH,误差为±5%RH。DHT11的供电电压为3~5.5V。信号输出引脚DATA采用单总线协议与单片机通信,输出为40 bit数据,数据格式如下,即8 bit湿度整数数据+8 bit湿度小数数据+8 bit温度整数数据+8 bit温度小数数据+8 bit校验和。

2.1.2 风速风向信号

风速信号采集模块选用SN-3000-FSJT型号的风速传感器,其内部顺滑的轴承系统能确保信息采集的精确性,可以输出0~5V模拟量信号。该传感器被广泛应用于环境保护领域,风速测量范围0~70 m/s,精确度为±0.2 m/s,分辨率为0.1 m/s,信号稳定、应用广泛、布置成本较低。风向信号采集模块选用SN-3000-FXJT05-V*-360型号的风向传感器,其量程为0~359.9°,采用5V电源供电,具备防接反保护、防过压保护等功能,并能以电压信号(0~5V)进行数据输出,精度为±1°。

2.1.3 粉尘浓度传感器信号

粉尘浓度传感器是一种用于检测空气中粉尘浓度的装置,本文采用GP2Y1014AU光学灰尘传感器。该传感器采用光散射法进行工作,通过发射一束光线到空气中,再通过测量散射光(当光线与空气中的粉尘颗粒发生碰撞时,会产生散射光)的强度来判断空气中的粉尘浓度。该传感器的供电电压为5V,可以输出为一个模拟电压正比于所测粉尘浓度,灵敏度为0.5 V/(0.1 mg/m³),被广泛应用于工业区、交通枢纽、建筑工地等场景。

2.1.4 气压传感器信号

气压信号采集模块选用BMP180气压传感器,这是一种数字式的温度、压力传感器,可实现高精度、长期稳定的温度和压力测量,并通过标准的I²C/SPI接口进行通信。BMP180的测量范围为0.1~1.0 atm,分辨率可以达到0.01 hPa(0.1 m),可以满足系统对大气压力测量精度的要求。压力测量范围为300~1 100 hPa(海拔9 000 m~-500 m),电源供电电压为1.8~3.6 V。

2.2 控制器

本文采用Arduino UNO R3微处理器,该微处理器有14个数字I/O端口,6个模拟输入端口,工作时由计算机的USB接口向Arduino开发板供电,由Arduino UNO板的5V电源向传感器供电。Arduino与各传感器引脚连接,如温湿度传感器输出引脚连至数字输入管脚D3端口;粉尘传感器输出引脚连至模拟输入A0端口;气压传感器与Arduino采用I²C通信,需将SDA(数据线)引脚连至模拟输入A4端口;SCL(时钟线)连至模拟输入A5口;风向传感器输出信号连至模

拟输入A2端口。XBEE模块、温湿度模块DHT11、气压模块与发送端的Arduino控制器连接如图2所示。

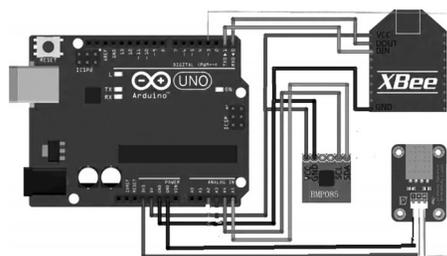


图2 XBEE模块、温湿度模块、气压模块与发送端控制器连接图

2.3 协调器硬件设计

协调器硬件由两块XBEE模块、XBEE模块适配器、Arduino Xbee扩展板、Arduino控制器组成。XBEE模块是一种基于ZigBee技术的无线数据传输模块,本文采用的XBEE S2C模块的工作频段为2.4 GHz,发射功率范围为6.3 mW,传输距离可达到1.2 km。无线通信技术具有成本低、寿命长、组网能力强、传输距离远、低功耗的特点。在使用XBEE模块之前,需使用XCTU软件对其进行配置,设置其工作模式(协调器、路由器或终端设备)。配置完成后,该模块可以与Arduino等单片机设备结合使用,通过串口进行通信和数据传输,以快速地将设备接入ZigBee网络。XBEE模块与Arduino控制器的串口通信有Transparent和API两种操作模式,其中本系统使用了Transparent模式。Arduino控制器直接通过串口将需要传输的数据发给设置成协调器模式的XBEE模块;XBEE模块按照ZigBee协议通过无线网络将数据发给设置成终端设备的XBEE模块;XBEE模块再通过串口及扩展板将信息发给Arduino控制器并在上位机进行信号处理。通信原理如图3所示。

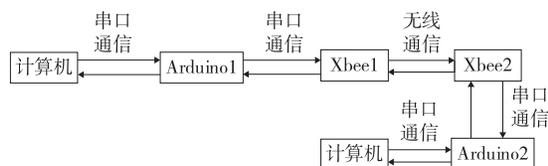


图3 气象监测系统通信原理图

本系统需配置两个XBEE模块,其中一个XBEE主模块可设置成协调器模式用来发送消息;另一个XBEE子模块需设置成终端设备,用以接收消息。将XBEE模块插在XBEE适配器上,与电脑连接。(1)主模块。插上USB与电脑连接后,打开XCTU软件界面上的+号来导入XBEE;选择XBEE对应的串口,并设置Baud Rate波特率(波特率越大传输速率越快),本系统的波特率为115 200。(2)子模块。通过USB将子模块接入PC,并打开XCTU,选择对应串口;设置子模块参数DH和DL(波特率为115 200)。

3 软件设计

软件系统由Arduino IDE、XCOM V2.0以及Labview202

3Q1组成。(1)在 Arduino IDE 上分别编写发送端和接收端的通信程序。将发送和接收程序分别烧录到两块 Arduino 控制板上,此时 Arduino 控制板上不能接 XBee,否则会占用串口导致无法上传。烧录成功后,将 XBee 模块装到 Arduino Xbee 扩展板,再将 Arduino Xbee 扩展板装到 Arduino 控制板上。其中,需将发送(TX)程序的 Arduino 板和核心模块装到一起,将接收(TX)程序的 Arduino 板和子模块装到一起,两块扩展板的 RX 端口应分别与 Arduino 的 RX 端口对应,TX 端口需与 Arduino 的 TX 端口对应。(2)XCOM V2.0 是一种串口调试工具,它提供了详细的设置方案,支持多种调试方案和发送设置,可以编辑发送的进制数据和设置通信协议。本系统采用 XCOM V2.0 完成串口调试功能。串口调试成功后,将串口数据温湿度等节点信号由 Arduino 控制板发送至上位机 Labview 软件采集,Labview 软件可以编写 VI 函数,实时显示温度、湿度、粉尘、气压、风速、风向等信号,具体流程如图 4 所示。

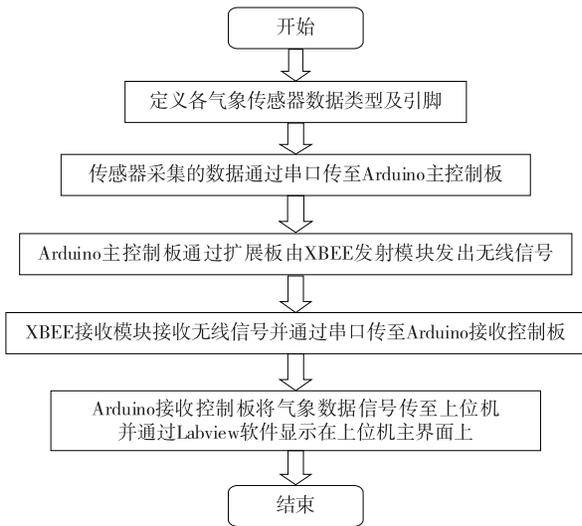


图4 气象监测系统流程图

4 调试

该监测系统经调试后能准确地获取气象信息数据,并在上位机显示及存储数据。气象监测系统探测到的温度、湿度等传感数据能顺利上传至 Arduino 的主控制器,以实现监测系统的采集功能。上位机 Labview 主界面能正确显示、记录和存储实时气象信息数据,验证了系统的有效性。(1)气

象数据远程监测功能。对气象无线传输系统进行数据采集测试,Arduino 子控制器能连续接收主控制器发送的气象信息数据,在 100 米以内(无遮挡)都能正常获取数据。此外,为方便查看监管区域的气象数据,本系统还提供了数据显示界面,用于实时展示气象信息的数据变化。(2)气象指标预警功能。在极端天气下,农作物损失会变严重。因此,系统应具备气象指标预警功能。通过及时预警,及时发现异常,采取手段进行干预。该系统会在温度低于 0℃ 时进行低温报警,相对湿度低于 30% 时进行低湿报警,在粉尘浓度高于 10 mg/m³ 时进行粉尘浓度过报警,在风速高于 10.8 m/s 时进行风速报警。(3)数据存储功能。在气象监测工作中,需要以充分、准确的数据来支撑气象评估和分析。该系统具有数据存储功能,可以确保气象数据的可靠性,提高天气预测的准确性。(4)历史数据查询功能。在气象监测过程中,需准确分析气象环境指标数据的历史变化、规律及状况,以揭示气候变化的趋势和特征,为评估气候变化的影响、制定应对策略和预测未来气候变化提供依据。因此,气象环境指标数据的收集、整理和分析可以为应对气候变化提供有力的数据支持。通过分析气象环境指标数据,可以为农业和能源规划提供有力支持,制定相应的应对策略。

5 结语

本文以 Arduino 为开发平台,利用传感器、XBee 无线模块构建了一个气象监测系统,实现了气象数据的采集及实时无线传输。本文构建的系统重点解决了 ZigBee 无线传感网络点对点通信过程中的信号采集及传输问题,利用 ZigBee 无线协议进行信息传输,实现了远程监控,验证了系统的实用性和有效性。

参考文献

- [1] 陈天树.ZigBee 无线通信技术在高标准农田中的应用[J].电脑编程技巧与维护,2024(1):72-74,103.
- [2] 李旷琦,黄梓钊,蔡志岗.基于 Arduino 的 XBee 与 Yeelink 结合的温湿度监控网络的搭建[J].现代电子技术,2017(6):140-143.
- [3] 崔丽珍,徐锦涛,丁福星,等.基于物联网的农业大棚气象数据监测系统的设计[J].测控技术与仪器仪表,2018(12):73-75,80.
- [4] 刘娜,周杰.基于无线传感网的移动气象平台的设计[J].现代电子技术,2018(18):6-11.