

# 基于 LoRa 技术的物联网智能监控系统设计

杨春雷

(南京机电职业技术学院 电子工程系,江苏 南京 211135)

**摘要:**设计一种基于 LoRa 技术的物联网智能监控系统,系统包括主控单元、ZigBee 网关、终端显示单元和电源模块等部分。采用嵌入式 STM32F030C8T6 为控制器,结合 LoRa 无线通信技术完成整个系统的软硬件设计;利用 SX1278 和 Wi-Fi 作为系统通信模块,采用 Tlink 云服务收集、分析、处理和存储来自监测节点传感器的传感器数据。以温室大棚智能监控为例,进行了系统的应用测试,结果表明该系统实用性能良好。

**关键词:**LoRa 技术;物联网;温室大棚;智能监控;系统设计

**中图分类号:**TH165 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2023)01-0215-04

## Design of Intelligent Monitoring System for Internet of Things Based on LoRa Technology

YANG Chunlei

(Department of Electronic Engineering, Nanjing Vocational Institute of Mechatronic Technology, Nanjing 211135, China)

**Abstract:** Based on LoRa technology, an intelligent monitoring system of internet of things consisting of main control unit, ZigBee gateway, terminal display unit and power module etc. is designed. The embedded STM32F030C8T6 is used as the controller and combined with LoRa wireless communication technology to complete the software and hardware design of the whole system. With SX1278 and Wi-Fi as the system communication module, Tlink cloud service is applied to collect, analyze, process and store the sensor data from the sensor of the monitoring node. With the intelligent monitoring of greenhouse as an example, application test is carried out, and its result shows that the system has favorable practical performance.

**Keywords:** LoRa technology; internet of things; greenhouse; intelligent monitoring; system design

## 0 引言

随着人们生活水平的日益改善,温室大棚的规模也与日俱增。由于气候和土壤等因素的影响,温室大棚种植物会出现一些问题,如农作物的生长发育缓慢、病虫害严重等。温室的效益取决于温室内植物的产量,这与温室所在环境的湿度和温度有密切的关系。因此,只有把温室内的湿度和温度控制在植物所需要的程度上,才能取得较好的经济效益<sup>[1]</sup>。

某地区的食用菌杏鲍菇栽培基地,分为三类培库,共有 80 家培库。为了确保菌种在高温高湿条件下正常生长,需要对这些培库分别实施人工控温与自动控制相结合的方法,以达到保质增效目的。目前该模式仍采用人工操作。员工每日对 80 个培库的湿度和温度进行检测并记录,并手工调整至低于标准的湿度和温度。严格控制水冷中央空调系统的温度,并喷水保证空气湿润。本文根据大棚环保调控控制与管理过程中出现的问题,设计了基于 LoRa 的物联网智能管理系统,利用计算机与手机网络实时监控温室大棚内的温度、相对湿度等重要技术参数,包括对温室内的水温监控、湿度调节设备进行控制,以实现科学、高效的生产目标。

## 1 整体设计

本产品由从机、服务器、云端、LoRa 模块从机与服务设备之间的数据通信、使用 Wi-Fi 模块的服务器设备与云端之间的数据通信等构成。从机能够按照使用者的需要调整温度和湿度,服务器可以成为从机上收集数据的终端,也能够集中展示所收集的数据,并且通过云端服务能够随时随地地了解从服务器上收集的数据。总体系统架构见图 1<sup>[2]</sup>。在该设计方案中,从机以 STM32F103ZET6 为核心控制器,NRF2401 芯片作为无线收发芯片实现对湿度以及温度等环境参数的实时监控,同时控制电机运行。该控制系统体积较小,但装置布置简洁,操作简单,应用性较强,能按照实际使用要求设定温湿度环境,并具备报警能力<sup>[3]</sup>。

该设计利用从机模块上的湿度感应器实时捕获大棚中的湿度和温度信息,并将其显示在从机上。同时根据温室内部的光照情况以及植物对光照条件的需求等因素计算出合适的光照时间,并将这些信息传递给控制器,从而控制空调的运行状态。当大棚的环境温度达到了植株生长发育的最高环境温度时,空调系统就会利用继电器关机进行降温处理;当气温降低至植株生长与发育的最好气温范围内时,继电器就会在此时间段断开,同时空调系统也

会暂停工作。而如果大棚中的空气相对湿度远小于植株生长与发育所需要的最好相对湿度范围时,则可由控制继电器和加湿器进行加湿处理,当相对湿度超过了植株的最好生长范围时,才能断开继电器,从而使加湿器系统暂停工作,让植株在良好的环境下生长与发育。

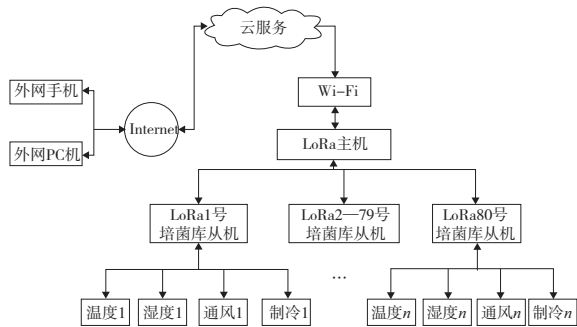


图1 系统整体框架

设备上有3个按键,可以调整植物需要的温度;按键1可以调整相对湿度;按键2提高1℃或1%的相对湿度;按键3可以降低1℃或1%的相对湿度。由于数据清晰,操控简单,能够通过从机LCD屏显示棚内的相对湿度,定制温度,定制相对湿度,并且能够通过计算机的LoRa模块传输信息给主机。本系统是以单片机为控制核心的智能控制系统,实现对植物生长环境进行远程监控与管理。LoRa模块的工作距离很远,可以安装大量的设备,也可用来处理大面积的大棚栽培。

主机还能够抽取在设备中所采集到的温度和湿度,并将其呈现于主机上的液晶显示器。从主机中获取信号后,它还需要检查从机的ID号码、主机查询次数、从主机中获得数据以及所接受到的温、湿度。将主机与Wi-Fi模块连接,由Wi-Fi模块将所接收到的湿度和温度上传给云端,将在云端的数据信息和所设定的接收格式进行对比,并在通过后进行接收。同时也能把温、湿度传输给云服务器进行存储,然后再发送给其他用户终端,如PC或者智能手机等。本系统具有操作简单,成本低等特点。温度和湿度图可显示到计算机和手机上,更方便于查看温室大棚。

该控制系统除具备温湿度指示与调控功能之外,还具备报警功能。该设计主要包括了智能控制终端模块和云服务模块。其中智能控制终端模块是基于STM32单片机开发出来的,可以对整个设备进行智能化的管理。报警信号利用绿色和蓝色的LED灯光表现出来。当环境温度达到定制温度时,将采用车载的绿色LED灯光照射地面;当相对湿度达到定制湿度时,则使用车载蓝色LED灯照明。另外,还可在云端中增加报警功能,并进行短信提醒和公众号提醒等提示。如果整个云端已被设定好,当警报值到达时,将自动报警。

## 2 系统硬件整体设计

系统硬件部分主要由从机、下一个服务器和Wi-Fi模组共4个模组所构成。服务器与服务器相互之间利用LoRa模块实现了通信。将从机接收到的数据信息由LoRa模组上传给服务器,由服务器经Wi-Fi上传给云端,

而云端则能够将数据传送回从机,并监控着设备的运动<sup>[4]</sup>。

### 2.1 嵌入式 ARM

系统使用以嵌装式STM32F030C8T6为内核的控制元件。本文在介绍系统总体结构和硬件电路之后,详细阐述基于ARMCortex-M微处理器软件平台的开发过程及实现方法。ARMCortex-M032是一种高性能的核心单片式微型计算机,工作电压为3.3V,低功耗。处理器设计既能适应整个系统的工作要求,又不浪费资源,并且价格相对低廉,提高了整个系统的成本控制能力。

### 2.2 无线传感器网络

LoRa是LongRange的缩写,是低功率广域网路通信技术,它具有覆盖面较广、功耗小、组网灵活等优点。LoRa被广泛应用到多个方面。物联网已经是世界上的一个热点领域,而物联网技术在产业中的实际运用也正在进一步的研发当中,本系统选择了安卓SX1278的SX1278LoRa技术系统作为通信模块。

### 2.3 温湿度传感器

温湿度传感器使用HTU20D,直接提供通过校正后的数字信息,标准为I<sup>2</sup>C形式,具备质量好,响应速度快,抗干扰力强,耗电量极低,市场性价比高等优点。

## 3 主机软件整体设计

主机首先收到来自计算机的数据信息,并经过集中处理,然后再把数据信息上传给云端。在云平台中,对接收到的指令经过分析保存下来,并经过互联网传送给终端用户。当主机收到从机发来的命令,根据命令执行相应操作,没有成功则停止。同时,接收云端的命令将在接收后发送到相应的从机,实施一系列作业。

### 3.1 主机软件设计

服务器从LoRa模块发出指令,并向机器号和云端发出特定的命令。当接收到来自云服务器的数据时,NC通过该信息来监控主机上的湿度感应器和温度传感器工作情况,得到相应于服务器上的湿度和温度信息,并将此数据传输至LoRa网络中。接收到从机器1到机器Z的指令后,再进行匹配,如和从机号中的一致,则进行云命令,并把所接收到的湿度和温度信息发送给主机。

### 3.2 主机实现技术

主代码开始运行,首先初始化操作系统,接着初始化LoRa功能,向云服务器发送指令,并唤醒云服务器平台的配置设备。启动循环,并继续从机器中获取能量数据。在LCD画面下方显示采集的日期,然后分别查询收集到的数据,最后再在主屏幕上方显示收集到的手机号和温、湿度数据。如果有新信息出现就会自动刷新当前时间。通过以上操作可以完成对云服务器进行远程监控,对从机温度和湿度等参数进行实时监测,并根据监测数据做出相应处

理。关键的实现代码包括:

```
int main( void)
{
    int a;
    uint8_t temp=0;
    System_Initializes();//系统初始化
    Radio=RadioDriverInit();//无线射频模块函数定义
    temp=Radio->Init();//无线射频模块初始化
    initial_lcd();//LED 灯初始化
    clear_screen();//LCD 清屏
    OLED_Displys_Main_Screen(2);//LCD 显示框架
    printf(“OQQ28PIZNW18M2X4”);//唤醒 Tlink 设备,
    while(1)
    {
        OLED_Display_Time_Interval(3200);//LCD 屏幕显示时间
        a=LoraGateWayPoll();//获取主机轮询的返回值
        if(a==0)//ID 0 对应从机 1 号如果 ID 为 0 则显示为 1 号从机
        {
            a=1;
        }
        OLED_Display_Node_Interval(350,a);//显示接收到的从机数据
    }
}
```

### 3.3 从机软件设计

主机负责采集温、湿度,当从机匹配主机的查询指令时把所采集到的温度和湿度信息传给主机。主机收到从机发送来的消息,根据预先设定好的算法和程序对数据进行处理后返回给从机。从机会自动显示出当前的温、湿度值并保存。从机也可由用户自行设定,当装置采集到的环境温度 and 用户设定的环境温度一样时,报警与监控装置就能够正常工作。

温度和相对湿度由使用者在主机接通后首先确定。达到设定工作温度后,绿灯点亮,由继电器 1 控制的装置开始工作;同理,湿度由继电器 2 控制。采集到的温度和湿度,最终由 LoRa 模块上传给主机。图 2 为从机整个工作过程。

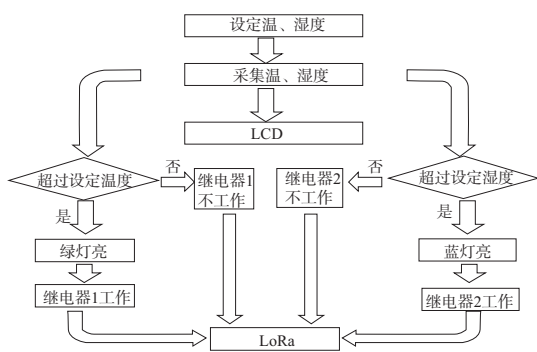


图 2 从机运行流程图

### 3.4 Tlink 云端软件设计

在 Tlink 官网,先选择控制台,然后单击 Add Devices 进入云端数据显示设置。先对设备进行命名,接着将设备

名称设置为监控温、湿度,连接协议为选择 TCP,将掉线延迟设置为自定义值 180。在设定好参数后打开 Wi-Fi,将配置信息通过网络传输到服务器上,同时启动数据库,对相关参数做相应处理并保存于数据库中。最后完成所有操作。此外,因为在测试中已经用到了原机器上的 4 个感应器,所以还将在新增感应器中添加了 8 个数值式感应器和 8 个开关式感应器。每台从机都将匹配 2 个指示温度和湿度的数值式感应器,另外还有 2 个控制从机是否运作的开关式感应器。

通过 TCP 协议进行云端与服务器间的通信,然后再按照感应器的数量加载数值型传感器,每组 2 个感应器可以提供所收集到的温度和相对湿度。为避免向主机传送无效的信息,云必须设置为协议格式。在数据传输中,需要对不同类型的传感器进行分类处理。为了区分不同种类的传感器,云端采用了 3 种方式来记录信息,即命令式、解析式和标记式。云端只能当主机以固定格式发送数据时,才会识别数据。协议标签以“#”开始,以“#”结束。在发送过程中需要对命令进行解析才能获得命令信息,否则会导致错误。解析命令要先从中间节点读取并写入协议标签。安装完毕后,点击“保存协议”。当计算机用这种方式传递数据后,云就会识别数据,所收集的数据只能在和格式集配对后才会显示。下位机运行的关键程序为:

```
printf(“OQQ28PIZNW18M2X4”); //唤醒 Tlink 设备
if(index_ID == 0) //接收从机 1 的温、湿度
{
    sj[0]= wendu; //温度
    sj[1]= shidu; //湿度
    printf(“#%. 1f,%. 1f,%. 1f,%. 1f,%. 1f,%. 1f,%. 1f,%. 1f,%. 1f#”,s[0],sj[1],sj[2],sj[3],sj[4],sj[5],sj[6],sj[7]); //向云端发送
}
.....
```

## 4 测试

### 4.1 LoRa 组网通信测试

LoRa 测试有一个串口调试助手的帮助,服务器和 PC 分别可以从 USB 连线到 TTL 连线。接着启动串口调试助手,进行校验位、波特率设计、端口号以及数据位的设计,再按下电源开关后启动计算机即可开始工作。开机后,先进行数据读取。首先把主叫号码输入到数据库里,并保存下来,然后根据需要设置相关参数。最后进入测试阶段。由于主、从机的资料传输都为 16 进制,可选用 16 进制显示器。计算机发出如图 3 所示的指令测试,而从计算机收到如图 4 所示的指令测试。

### 4.2 多点通信

测试环境可以选择由 4 个收集节点与 1 组汇集节点共同组成的无线传感器网络系统,收集节点将全部数据同步送到汇集节点,将数据包大小设定为 15 字节,向每个节点传输 1 000 次。通过实验对整个系统进行了性能评估。测试结果见表 1。



图 3 发出的测试指令



图 4 收到的测试指令

表 1 测试结果

| 通信距离/m | 接收到数据包 |      |      |      | 丢包率/% |      |      |      |
|--------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|
|        | 节点 1   | 节点 2 | 节点 3 | 节点 4 | 节点 1  | 节点 2 | 节点 3 | 节点 4 |
| 500    | 996    | 988  | 990  | 992  | 0.4   | 1.2  | 1.0  | 0.8  |
| 1 000  | 985    | 981  | 979  | 989  | 1.5   | 1.9  | 2.1  | 1.1  |
| 1 500  | 972    | 953  | 964  | 969  | 2.8   | 4.7  | 3.6  | 3.1  |
| 2 000  | 947    | 922  | 917  | 923  | 5.3   | 7.8  | 8.3  | 7.7  |
| 2 500  | 933    | 887  | 892  | 917  | 6.7   | 11.3 | 10.8 | 8.3  |
| 3 000  | 878    | 871  | 873  | 875  | 12.2  | 12.9 | 12.7 | 12.5 |

## 5 结语

本文重点剖析了某杏鲍菇大棚环境监测的技术特征与实际需求,设置了使用 LoRa 技术的无线传感器网络,并

以嵌入式 STM32F030C8T6 系统作为内核监控元件。该软件通过模块化程序设计,使用 Tlink 物联网的云端平台作服务器,使终端用户能够在手机或 PC 机上更远程、更真实地监测温度、相对湿度。该控制系统已通过调试检验。实验结果显示:该系统工作平稳安全,达到了实际使用要求。

### 参考文献:

- [1] 周万禹,胡乃瑞,杨美琪,等. 温室大棚环境监测及控制系统的设计[J]. 电子测试,2020(5):45-47.
- [2] 范立南,刘洲,武刚,等. 智能物联网温室自动监控系统设计与实现[J]. 仪器仪表用户,2019,26(1):6-9.
- [3] 贺广博,承晓. 基于 STM32F030F4 的护眼台灯的设计[J]. 科技广场,2017(1):80-83.
- [4] 李攀,陈平,刘秋菊. 云数据中心能效可靠的虚拟机部署[J]. 计算机应用与软件,2021,38(3):51-58.

收稿日期:2022-05-06