

孙红严,王茂林,马德新.基于 Raspberry Pi 的温室茶园智能监控系统[J].湖北农业科学,2019,58(14):134-137.

基于 Raspberry Pi 的温室茶园智能监控系统

孙红严¹,王茂林¹,马德新^{1,2,3}

(1.青岛农业大学动漫与传媒学院,山东 青岛 266109;2.山东省科学院计算中心,济南 250101;
3.山东大学计算机科学与技术学院,济南 250101)

摘要:在温室茶园中,温度、湿度、光照度、土壤含水量等是影响茶树生长与茶叶产量的关键因素,但这些环境因子难以监控与控制。该研究提出了一种基于低成本高性能的 Raspberry Pi,通过 ZigBee 技术组成的传感器网络模型,结合物联网来监控温室茶园环境的变量因素的系统。结果表明,该系统具有数据传输准确、监控数据稳定、使用方便简单等特点,实现了温室茶园智能监控,对促进茶树生长和茶叶产量提高具有重要的现实意义。

关键词:温室茶园;ZigBee;Raspberry Pi;传感器网络;智能监控

中图分类号:TP2 文献标识码:A

文章编号:0439-8114(2019)14-0134-04

DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2019.14.032

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Intelligent monitoring system of greenhouse tea plantation based on Raspberry Pi

SUN Hong-yan¹,WANG Mao-lin¹,MA De-xin^{1,2,3}

(1.School of Animation and Media,Qingdao Agricultural University,Qingdao 266109,Shandong,China;2.Shandong Computer Science Center,Shandong Academy of Sciences, Jinan 250101,China;3.School of Computer Science and Technology,Shandong University,Jinan 250101,China)

Abstract: In greenhouse tea plantation, temperature, humidity, light intensity, soil water content and so on are the key factors affecting the growth of tea tree and tea yield, but these environmental factors are difficult to monitor and control. Therefore, this paper proposes a low-cost and high-performance Raspberry Pi, a sensor network model composed of ZigBee technology, combined with the internet of things to measure the variable factors of greenhouse tea garden. In this system, tea farmers can use the mobile phone APP and PC side to monitor the tea plantation greenhouse environment information in real time, and adjust these factors. Experiments showed that the system has the characteristics of accurate data transmission, stable monitoring data, easy to use and simple, and has great practical significance for realizing the intelligent monitoring of greenhouse tea garden, promoting the growth of tea tree and improving the yield of tea.

Key words: greenhouse tea plantation; ZigBee; Raspberry Pi; wireless sensor networks; intelligent monitoring

茶树[*Camellia sinensis* (L.) O.Ktze]为山茶属,是重要的经济作物之一。茶树具有喜阴、耐温、喜湿的生长习性,主要分布在暖温带、亚热带和边缘热带,最早起源于中国西南部湿润多雨的原始森林^[1,2]。在茶树在实际的生长过程中,对温度、湿度、光照度、土壤湿度等影响因素要求较高,而目前中国茶园温室监控发展方面存在不足,所以实现温室茶园环境

实现智能监控是农业生产中的一个重要问题。

随着现代网络技术和集成电路的迅速发展,无线传感网路(WSN)技术在精准农业生产中具有广阔的应用前景,可以提高作物产量和质量,降低投入成本^[3]。Raspberry Pi(以下简称为 RPi)是一种低成本的 Linux 计算机,可使用 Python 进行编程,为使用者提供了一个良好的操作环境^[4]。本研究开发了基

收稿日期:2019-05-09

基金项目:青岛市民生科技计划项目(18-6-1-112-nsh);山东省高等学校科技计划项目(J17KA154)

作者简介:孙红严(1994-),男,河南周口人,硕士研究生,研究方向为农业信息化,(电话)18550868242(电子信箱)1036523836@qq.com;

通信作者:马德新(1977-),男,副教授,博士,主要从事农业物联网、水肥一体化研究,(电子信箱)madexin@163.com。

于 Raspberry Pi 的温室茶园智能监控系统,该系统以 RPi 为主要控制处理器,通过 ZigBee 技术组成的传感器网络模型结合物联网技术在青岛农业大学温室茶园种植基地中进行了小型试验,对相关环境因子进行远程监控和管理,取得了一些的实践经验 and 理论成果,对温室茶园智能监控的发展有一定的参考价值并提供技术支持。

1 系统架构

1.1 系统总体结构

ZigBee 在 IEEE 802.15.4 MAC/PHY 标准之上工作,定义了支持可靠多跳无线通信的更高层,它的网络拓扑图根据需求可支持星型、树型和网状型,非常灵活多变,便于操作^[5]。基于 RPi 的温室茶园智能

监控系统结构如图 1 所示,系统主要由网络层、传输层、控制层、应用层四部分组成。在网络层中主要由 WiFi、GPRS、ZigBee 传感器节点、汇聚节点组成,在监控模块中传感器终端节点是关键核心部分,通过各种传感器采集茶园环境因子,并将采集到的数据传输至数据控制层。控制层主要有 RPi、风机、卷帘机、补光灯等组成,RPi 作为控制系统的核心处理部分,它与协调器节点进行连接,并上传至数据库,当达到警戒值时用户可以通过可视化界面进行操作,控制卷帘机、风扇等机器进行工作。应用层主要是指手机端、PC 端以及后台控制端组成,种植户可以通过它们去实时监控茶树生长情况以及茶园环境情况,保证茶树的正常生长,以提高经济效益。

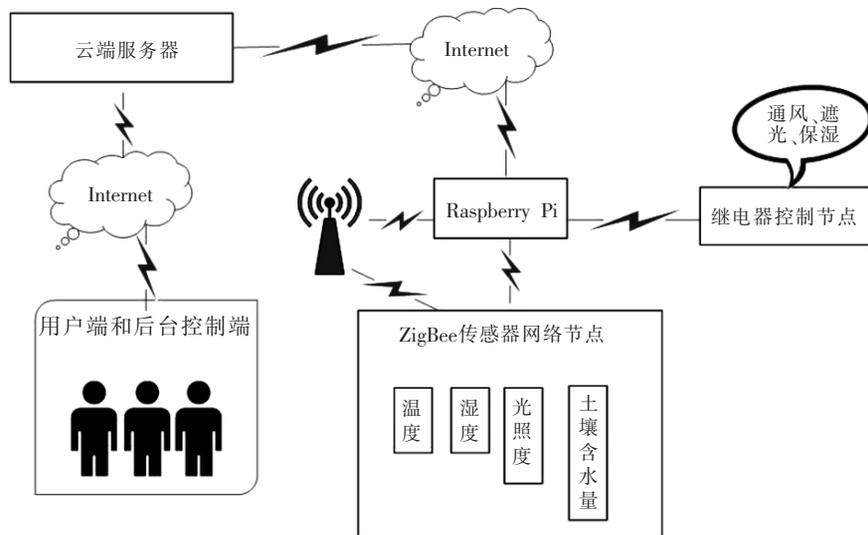


图 1 温室茶园智能监控系统结构

1.2 环境信息采集模块

环境信息采集模块主要是对各种传感器的采集信息控制,包括温湿度传感器、土壤水分传感器、光照度传感器、CO₂ 浓度传感器等。该模块中主要运用了 ZigBee 传感器网络技术,无线传感器网络节点结构如图 2 所示,传感器采集的数据上传至中心节点。传感器节点主要有四部分构成,分别是传感器单元、处理单元、通信单元以及电源。其中,传感器模块进

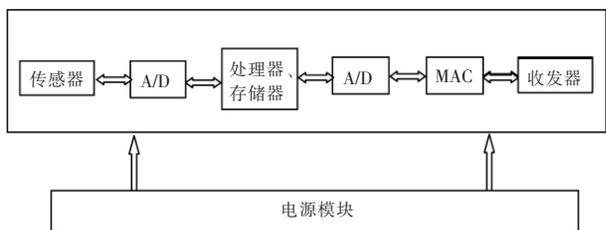


图 2 无线传感器网络节点结构

行温室内信息采集以及数据转换;处理模块负责全部传感器节点的运作、储存以及处理数据;通信模块则进行各节点之间的通信;电源模块提供传感器运行所需要的能量。在茶园温室的不同地方布置大量的无线传感器节点,这些节点通过网关(GPRS、WiFi)接入 Internet。

1.3 Raspberry Pi 处理模块

系统采用 RPi3b+,在刚开机时启动上传、存储、监控、控制 4 个主程序。上传的数据是由安装在温室内的各种传感器收集的,传感器全部采用 RS485 串行通信接口,RS485 采用二线差分平衡传输,具有传输速率高、抗干扰能力强、兼容性高等优点。在传感器与 RPi 之间使用 Modbus 通信协议,是 Modicon 公司(现在的施耐德电气 Schneider Electric 公司)在 1979 年为使用可编程逻辑控制器(PLC)通信而发表,现

在已成为工业领域通信协议的业界标准(De facto)^[6]。

Modbus 通信协议具有以下优点:①没有版权方面的要求;②部署简单,容易操作;③修改移动比特节无更多限制^[7]。RPI 与控制箱之间采用通用串行总线进行连接,具体实物如图 3 所示。



图 3 RPI 与传感器采用通用串行总线连接

RPI 存储主要采用外部插入的 SD 卡进行读取和存储,由于 SD 储存数据量有限,所以需要上传至上位机,RPI 通过连接本地 MySQL 只进行短时间内的存储。RPI 读取传感器数据的主要程序如下(以 CO₂ 传感器为例),程序主要使用 C 语言进行编程,程序代码如下:

```
int co2()
{
    int fd;
    fd=serialopen("/dev/ttyUSB0"9600);
    char a[8]={0x09,0x03,0x00,0x00,0x00,0x01,
    0x85,0x42};
    write (fd,a,8);
    char x[8];
    read (fd,x,8);
    serialclose (fd);
    int data_a=x[3];
    int data_b=x[4];
    int data_c;
    data_c=data_a*256+data_b;
    return data_c;
}
```

通过 RPI 的 GPIO 接口实现温度、湿度、土壤含水量以及 CO₂ 浓度的监控,每个传感器都有其监测的范围区间,并设定好需要报警的数值,当达到该数值时系统会进行反馈,种植户或工作人员可以及时

调整。

RPI 控制单元,通过提前设定的传感器区间范围控制风扇、卷帘机等进行工作。以控制风扇启动停止进行通风降温为例的主程序为:

```
int fan()
{
    while(temperature>30)
    {
        digitalWrite(GPIO_PIN,1);
        delay(5000);
    }
    digitalWrite(GPIO_PIN,0);
    delay(5000);
    return 0;
}
```

2 Web 服务器与应用端

2.1 Web 服务器设计与实现

租用阿里云数据库与服务器,在云端服务器安装 MySQL 数据库,可以开放云盾 3036 端口,这样能够远程连接数据库实现信息共享。在 RPI 上 server.py,在云服务器上运行 server.py,服务器监听链接请求,server.py 中包含数据库操作代码,客户端链接和断开都会插入数据,可通过查询数据库的方式将客户端链接情况显示在 Web 上,RPI 通过传感器所采集的实时数据都会上传至云端,通过应用端被用户读取,这样就解决了 RPI 存储数据有限的问题,也方便了用户操作。

2.2 移动端应用功能结构设计

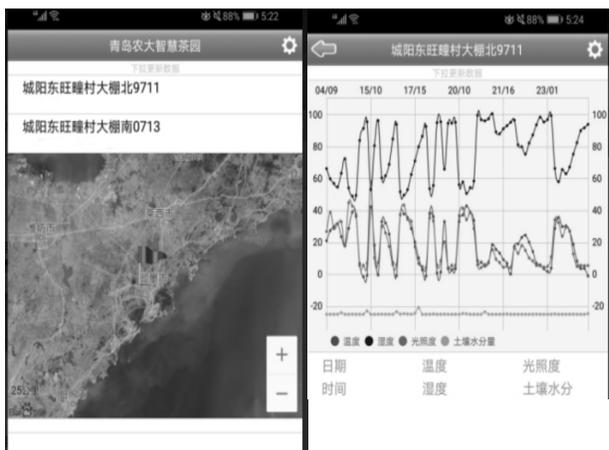
移动端 APP 具有操作简单方便、界面人性化、具备数据统计功能等优势,能够提高用户体验^[8]。选择 AppMaker 为制作平台进行 APP 端的开发,基于 Raspberry Pi 的温室茶园智能监控系统在移动端 APP 登录后,主页面如图 4a 所示,点击城阳东旺瞳村大棚北 9711 页面,如图 4b 所示。用户可操作主要包括以下模块:

1)用户管理:可以查看用户数据、修改、添加、删除信息。

2)数据查询模块:查看温室内环境因子的实时信息,查询历史纪录,并且可以表格与折线图相互切换,数据清晰明了。

3)控制模块:根据数据信息控制温室内设备进行工作。

4)互动交流平台:用户可以在该 APP 应用上与茶园专业技术工作人员进行交流,以获得更好的管



a.APP 登录主页面 b.城阳东旺瞳村大棚北页面
图 4 基于 Raspberry Pi 的温室茶园智能监控系统

理技术与经验。

2.3 PC 端网站设计

该系统主要使用 Eclipse 进行开发,Java Web 技术搭建网站,采用 MySQL 数据库进行数据存储。Web 的后台制作主要使用了 Java 语言、C 语言,

jQuery、ajax 技术主要被使用在 Web 的前端,用来实时显示被测数据^[9]。具体主页面如图 5 所示,点击地图模块如图 6 所示。

3 小结

本研究提出一种基于 Raspberry Pi 的温室茶园智能监控系统,主要使用了 ZigBee 传感器网络技术、物联网技术等。该系统实现了对温室茶园内温湿度、土壤含水量以及 CO₂ 浓度等环境因子的监测,而且使用 RPi 进行参数设定,当这些环境因素达到或者接近于此值时会反馈一个警报给用户,用户可以通过 APP 端和 PC 端调节温室内风扇、自动卷帘机、手动开启施肥灌水机器设备进行工作,为茶树生长提供一个良好的环境。该系统在青岛农业大学两处小面积温室茶园内进行了试验,并能成功运行。采用 RPi 能够节省成本、易于操作、提质增产,为茶园温室监控技术开拓了新的方法,具有一定的应用前景。

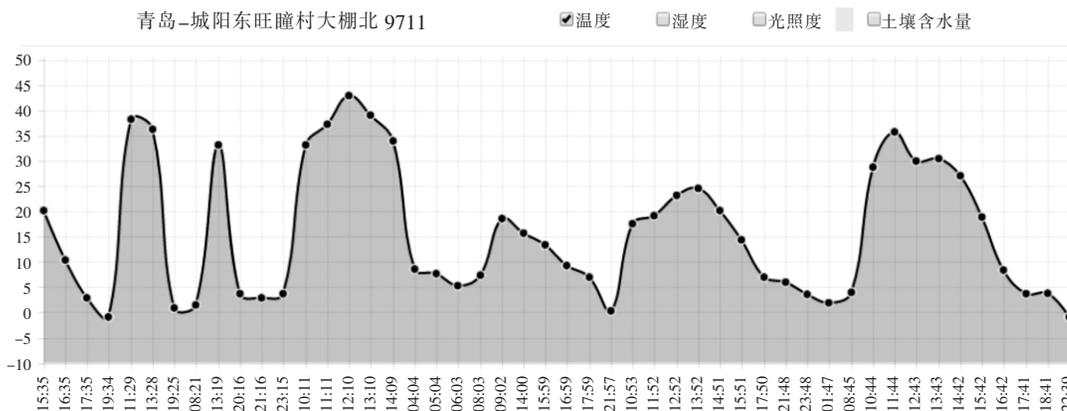


图 5 网站主页面



图 6 点击地图模块主页面

参考文献:

[1] 陈学林.现代茶叶产业技术[M].北京:中国农业大学出版社,2014.
[2] 曾 贞.茶树种质资源的收集鉴定与利用[J].茶叶通讯,2004(3):14-19.

[3] DAVID L N,AZIZI H, FITRI M R,et al. Wireless sensor network coverage measurement and planning in mixed crop farming[J]. Computers and electronics in agriculture,2014,105:83-94.
[4] NEWMARCH J,RASPERRY P. In:Linux Sound Programming [M].Apress,Berkeley,CA,2017.
[5] KIM S H,CHONG P K,KIM T,et al. Performance study of routing protocols in ZigBee wireless mesh networks[J].Wireless personal communications,2017,95(2):1829-1853.
[6] DRURY B. Control techniques drives and controls handbook[M]. 2nd. Institution of Engineering and Technology,2009.
[7] SCHNEIDER -ELECTRIC.Modicon modbus protocol reference guide[R].1996.
[8] 赵廷辉.智能手机 APP 应用前景及发展瓶颈探析[J].中国新通信,2018,20(19):98.
[9] 宋凌霄.基于网站制作的 Web 前端开发设计[J].计算机产品与流通,2019(1):41.