

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1802248

# 基于树莓派的环境监控小车设计与实现

陈锐 杨苏成 陈敏聪 刘嘉歆 苏畅

(南京工程学院 通信工程学院 南京 211167)

**摘要:**介绍了智能小车在环境监测和远程视频监控中的应用。基于树莓派核心板,通过温湿度传感器获取环境温度湿度数据,高清摄像头获取实时的视频图像数据,然后采用 WiFi 方式将视频图像数据传送到手机终端,手机终端通过蓝牙方式发出控制指令。小车接收指令后,通过直流电机芯片 TB6612FNG 驱动小车运动,达到远程的可移动式环境监控的目的。系统具有自动循迹和手动控制功能,自动循迹可以在设定路线进行巡线数据采集。实验结果表明,智能小车样机较好地实现了预期的环境数据和视频图像采集功能,实现了远程环境监控。

**关键词:**环境监测;视频监控;树莓派;自动循迹

**中图分类号:** TN79    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 510.10

## Design and implementation of environmental monitoring car based on Raspberry Pi

Chen Rui Yang Sucheng Chen Mincong Liu Jiaxin Su Chang

(Communication Engineering College of Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China)

**Abstract:** This paper introduces the application of smart car in environmental monitoring and remote video monitoring. Based on core Raspberries Pi, environmental temperature and humidity data obtained from the temperature and humidity sensor, real-time video image data obtained by high-definition cameras, and video image data delivered using WiFi mode to mobile terminal. The mobile terminal sends control instruction through Bluetooth mode. After receiving the instructions, the car is driven by dc motor chip TB6612FNG, thus the remote mobile environment monitoring is realized. The system has the functions of automatic tracking and manual controlling, and automatic tracking can be preset in the route for the data collection. The experimental results show that the intelligent prototype can exactly collect the expected environmental and video image data and implement the remote environmental monitoring function.

**Keywords:** environmental monitoring; video monitoring; Raspberry Pi; automatic tracking

## 0 引言

传统环境监测通常采用人工巡查方式,操作效率较低,无法实现实时数据采集。有些特殊环境条件下,人们无法手持设备进行环境监测<sup>[1]</sup>。可移动的环境监测小车很好的解决了上述问题。环境监测小车通常采用单片机作为核心板,考虑到单片机的低功耗和高性价比,从而降低系统的设计和运行成本<sup>[2]</sup>。

树莓派不仅具有单片机的低功耗和便携性等优点,同时其性能更加强大,资源丰富,开发简便,可以完成单片机无法完成的工作,自 2012 年问世以来得到了广泛的应用<sup>[3-4]</sup>。以树莓派为核心板,可以实现环境温度湿度数据采集的同时,完成实时视频图像采集,从而实现环境监控的功能。

## 1 系统的方案设计

环境监控小车采用树莓派 3B 控制器,对传感器获得的数据进行处理和转发。采用 DHT11 温湿度传感器采集环境温度湿度,传感器输出数据经过树莓派打包,通过蓝牙串口通信的方式传递给 Android 监控 APP。在小车前方安装上两组红外反射式光电传感器来进行循迹移动,用安装在车辆前方的超声波距离探测器 HC-SR04 检测障碍,可以使用提前贴上的黑色胶布来完成自动循迹检测环境。小车的另一项环境监控是视频监控,采用 USB 摄像头获取图像视频,经过正确配置之后,可通过 WiFi 信号传输视频图像,在 APP 上输入树莓派的 IP 地址和端口号就可以远程获取视频。系统框图如图 1 所示。

收稿日期:2018-10-25

\* 基金项目:南京工程学院大学生科技创新基金项目(TB201806061)资助

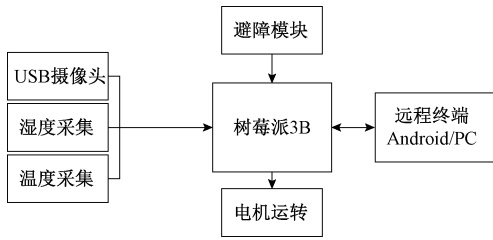


图 1 环境监测小车系统

## 2 硬件系统设计

### 2.1 主控模块

主控模块采用树莓派 3B 作为主控板,树莓派是一种只有卡片大小的微型计算机,具备较高性价比。树莓派 3B 是第 3 代产品,性能较前有了很大提升,基于 ARM Cortex-A53 高性能芯片,内置 WiFi 模块,1 GB RAM。这样的配置可以更好地实现环境监控小车的远程控制<sup>[5]</sup>。

### 2.2 环境监测模块

采用 DHT11 来监测环境的温湿度,测量湿度时,范围为 20%RH~90%RH,精度为 $\pm 5\%$  RH,测量温度范围在 0℃~50℃,精度为 $\pm 2\%$ ℃,满足设备环境监控需求<sup>[6]</sup>。传感器输出数字信号,信号每次传输 40 位,包含 16 位温度、16 位湿度和 8 位校验位,通过树莓派的 GPIO 管脚输入进行分析就可以得到当前环境的温湿度,然后通过蓝牙将数据传递给远程终端。

### 2.3 电机驱动

环境监控小车的电机驱动采用 TB6612FNG, TB6612FNG 可以同时驱动两个电机,工作时只需外接滤波电容<sup>[7]</sup>。由 AIN1/AIN2, BIN1/BIN2, PWMA/PWM 接口来控制双路电机的转向和转速, TB6612FNG 的控制逻辑如表 1 所示。

表 1 TB6612FNG 控制逻辑表

AIN1	AIN2	BIN1	BIN2	PWMA	PWMB	AO1/AO2
1	0	1	0	1	1	正转
0	1	0	1	1	1	反转
1	1	1	1	1	1	刹车
0	0	0	0	1	1	自由停车
X	X	X	X	0	0	刹车

### 2.4 循迹与避障模块

循迹是安装在小车前面的两个红外反射式光电传感器,由发射管和接收管组成。发射管工作时向地面发射一定波长的红外线,接收管会接收由地面反射而来的红外线然后输出信号,树莓派的 GPIO 口检测到信号的变化,通过系统内处理进而控制小车的循迹移动<sup>[8]</sup>。避障模块采用超声波传感器 HC-SR04,通过检测反射超声波信号测距<sup>[9]</sup>。

### 2.5 USB 摄像头模块

树莓派采用 Linux 系统,系统支持外围接入 USB 设备,接入 USB 摄像头后可以在 /dev 发现接入的设备接口。Linux 系统本身具有多种支持库,libjpeg8-dev 是驱动 USB 摄像头的支持库,在系统中加载库文件就可以实现对摄像头的控制和使用。使用命令 #sudo apt-get install libjpeg8-dev,加载支持库,之后进入配置界面,选择 Enable Camera 然后选择 YES,之后重启进入系统即可。在远程控制终端上的浏览器界面或监控上输入 http://192.168.0.55:8080?action=stream,即可在远程控制终端上通过 WiFi 通信远程访问树莓派的动态视频,支持多个设备同时访问,本文使用 APP 上的 Web 界面访问视频信息<sup>[10]</sup>。

### 2.6 无线传输模块

设计中采用 WiFi+ 蓝牙的模式进行远程的监控和控制,树莓派是个集成的开发环境,内置了无线 WiFi,可以直接调用。由于树莓派板载的蓝牙功能未支持串口通信,所以外接蓝牙模块来连接,蓝牙的连接是一对一的,使用仅有的一台设备实现对环境监控小车的控制<sup>[11]</sup>。WiFi 则可以实现在多个终端上同时获取监控画面<sup>[12]</sup>。

## 3 软件系统设计

### 3.1 主程序设计

环境监控小车的工作模式分为自动循迹和手动控制。系统打开后,进行各模块的初始化,然后选择连接 APP,判断是否连接,未连接状态的小车将不会移动,连接上 APP 之后就可以设置小车的工作模式为自动循迹或手动控制,同时会将传感器收集数据通过蓝牙方式传递给手机控制端。

### 3.2 自动循迹模块软件设计

循迹过程的流程如图 2 所示。APP 发出循迹模式的指令之后,小车进入到循迹的状态。小车在移动的过程中会一直监测是否有新的指令到达,是否与前面的循迹相冲突,如果都没有,则继续循迹<sup>[13]</sup>。如果接收到状态改变的指令,则重新进入到模式选择界面。主要代码如下:

```

Left = digitalRead(LeftPin); //读取左右光电传感器的状态
Right = digitalRead(RightPin);
//两路循迹引脚电平状态图
//0 0 直行
//0 1 右转
//1 0 左转
//1 1 前进
if(Left == LOW & Right == LOW){
    run(255,255); //左右两轮以 255 速度前进
    delay(80); }
else if(Left == LOW & Right == HIGH){
    right(0,255); //左轮停止,右轮以 255 速度前进

```

```

delay(80); }
else if(Left == HIGH & Right == LOW){
    left(255,0); //右轮停止,左轮以 255 速度前进
    delay(80); }
else{
    run(255,255); //两轮以 255 速度前进
    delay(80); }

```

电机的前进和后退均由 TB6612FNG 控制, TB6612FNG 可以通过控制接口的使能来让电机达到不同运动的效果,逻辑如表 1 所示,不同的转向在代码上只需要使能不同的接口,给出前进的代码如下所示:

```

void run(int left_speed, int right_speed){
//左电机前进
digitalWrite(Left_go, HIGH); //左电机前进使能
digitalWrite(Left_back, LOW); //左电机后退禁止
softPwmWrite(Left_pwm, left_speed);
//右电机前进
digitalWrite(Right_go, HIGH); //右电机前进使能
digitalWrite(Right_back, LOW); //右电机后退禁止
softPwmWrite(Right_pwm, right_speed); }

```

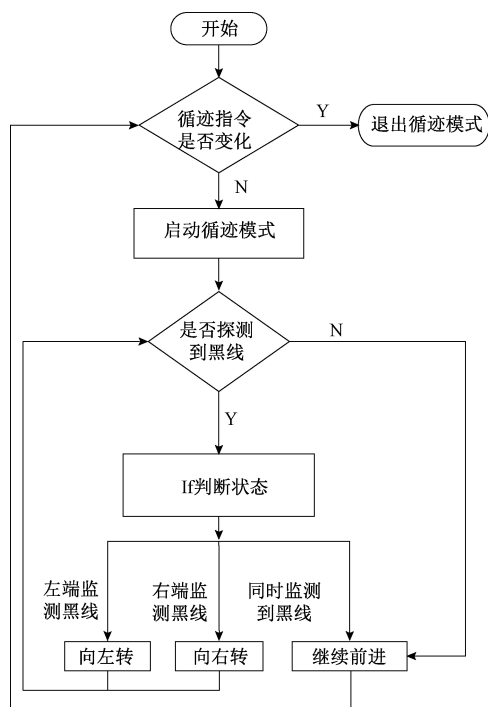


图2 自动循迹流程

### 3.3 遥控模块设计

环境监控小车的控制是采用蓝牙串口通信的方式来实现的<sup>[14]</sup>。通信过程为:打开串口设置波特率→接收数据,进行数据解包→对解包数据进行处理→将指令传递给树莓派执行→巡线模式下,每毫秒将数据写入串口中传递给手机终端→关闭串口。蓝牙的通信是建立在数据交互的基础

上的,对于传感器的数据采集放在参数中,经由 serial\_data\_postback(fd)函数,将数据传递到手机端。主要代码如下:

```

if((fd=serialOpen("/dev/ttyAMA0",9600))<0){ //
打开串口设备,设置波特率为 9 600
    fprintf(stderr, " Open serial device failed: %s\n",
strerror(errno));
    return -1; }
while(1){
    serialEvent(); //调用串口解包函数
    if(NewLineReceived){
        printf(" serialdata: %s\n", InputString);
        serial_data_parse (); //调用串口解析函数
        NewLineReceived=0; //清楚串口标志位
        switch(g_modeSelect){ //切换不同功能模式
            case 1: Tracking_Mode(); break; //巡线
            case 2: Control_Mode(); break; //手动
        }
        if(g_modeSelect == 1){ //让串口发送采集的数据 //
        据给上位机
            serial_data_postback(fd); //串口发送数据
            usleep(1000);
            serialClose(fd); //关闭串口

```

## 4 手机控制终端演示

手机控制界面采用 Eclipse for Android 实现,实现了蓝牙串口通信和 Web 界面显示视频<sup>[15]</sup>。界面如图 3 所示,左边为选择连接蓝牙设备界面图,蓝牙设备连接成功后,可以操控蓝牙控制界面,包括前、后、左、右、停 5 个按钮和显示监测数据的显示窗,右边为显示视频监控的 Web 界面,可以实时显示监控视频。

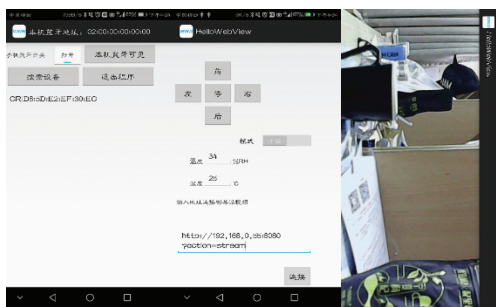


图3 手机控制界面

## 5 结 论

设计基于树莓派为核心的环境监控小车,结合了 DHT11 温湿度采集、USB 摄像头视频采集、自动循迹等功能。实现了小车对环境智能化监控,在无人操控的时候可以自动循迹并采集环境数据,也可以选择通过远程操控小车将视频数据传送到手机终端显示,从而实现环境监控。

实验发现,环境温湿度数据采集正确,小车的手动控制和自动循迹模式功能正常,视频图像数据可以实时传送到手机界面显示。设计主要缺陷在于采用蓝牙方式控制小车运动对距离有限制,后期可以采用 WiFi 或者服务器的方式实现手机对小车的远程操控。

采用树莓派作为核心板,使环境监控小车的性价比更高,更加智能化,在不同的环境监控场景中有一定的应用价值。

## 参考文献

- [1] 王建新,杨世凤,史永江,等.远程监控技术的发展现状和趋势[J].国外电子测量技术,2005(4):9-12.
- [2] 罗刘敏,王明霞,郭艳花,等.基于单片机的智能小车控制系统设计[J].仪表技术与传感器,2018(1):123-126.
- [3] 靳祺楨,刍议树莓派在物联网技术中的应用[J].电子技术与软件工程,2016(11):19.
- [4] 李肃义,王宁,樊蒙璇,等.无线遥控视频监控小车的设计[J].吉林大学学报(信息科学版),2017,35(2):146-152.
- [5] 薛海彬,彭小苗,颜锦奎.基于树莓派的频率合成器系统设计[J].电子测量技术,2018,41(16):125-131.
- [6] 张瑾,周彬,朱文艺.基于 SHT10 与单片机技术的温室监测系统[J].电子测量技术,2013,36(10):67-71.
- [7] 王建平,卢杉,武欢欢.TB6612FNG 在直流电机控制设计中的应用[J].电子设计工程,2010,18(6):65-67.
- [8] 张镡,李世光,朱晓莉,等.基于 STM32 的智能巡线小车[J].电子测量技术,2012,35(2):105-107.
- [9] 郑昆,侯卫国,姚婧,等.基于 STM32 的 RS485 总线多路超声波测距系统[J].仪表技术与传感器,2018(6):79-82.

- [10] 何光锋,王凌云,徐加鹏.基于模块化控制的多功能智能小车设计[J].现代电子技术,2013,36(16):137-139,142.
- [11] 刘少军,王瑜瑜.基于 Android 手机蓝牙控制的智能小车设计与实现[J].电子测量技术,2016,39(9):114-117.
- [12] 杨泽平,文赓,蔡好婕,等.支持蓝牙通信的智能昆虫机器人的设计与实现[J].实验室研究与探索,2018,37(2):93-97.
- [13] 帅盼,张海宁,白福,等.基于超声波测距的汽车倒车避障系统设计[J].国外电子测量技术,2016,35(10):54-57.
- [14] 吴波涛,孔金平,王湘.基于 Arduino 和树莓派的智能小车的设计与实现[J].电子设计工程,2017,25(15):58-61.
- [15] 黄明月.基于安卓系统的 APP 开发技术[J].电子技术与软件工程,2018(8):56.

## 作者简介

**陈锐**,本科生,主要研究方向为信息处理。

E-mail:15195866500@163.com

**杨苏成**,本科生,主要研究方向为信息处理。

E-mail: yangsucheng@foxmail.com

**陈敏聪**,博士、讲师,主要研究方向为数字信号处理。

E-mail: chenmc@njit.edu.cn

**刘嘉歆**,本科生,主要研究方向为数字信号处理。

E-mail: xinxinyaaa@gmail.com

**苏畅**,本科生,主要研究方向为数字信号处理。

E-mail:1607758420@qq.com