

武汉大学 2020 年电子创意设计大赛 结题报告

项目名称：智能无线体温信息监测门禁系统

所在院系：电子信息学院

所在专业：电子信息类

队伍名称：想不到什么名字队

项目成员：曾鹏宇、郭晏银、王中旭

2020 年 4 月 29 日

郑重声明

本项目组呈交的结题报告，是在相关老师或学长学姐的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，所有数据、图片资料真实可靠。尽我们所知，除文中已经注明引用的内容外，本报告的研究成果不包含他人享有著作权的内容。对本报告所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确的方式标明。本报告的知识产权归属于培养单位。

项目组签名：曾鹏宇 郭晏银 王忠旭

日期：二〇二〇年四月二十九日

摘 要

在当前国内疫情高峰期已过，防控重点已是内防扩散、外防输入的情况下，体温监测成为防控中的重点。在各种公共场所，都需要人工手持体温枪来进行体温测量。

这种方式繁琐、效率较低，并且需要大量人工，例如在学校中，进入饭堂、宿舍楼、教学楼前都需要人工测量体温，则容易引起人员聚集，反而提高了感染的风险；同时无法储存每位被测量者的体温、被测量的具体位置等信息，无法起到防控所需要的信息跟踪功能，无法在疫情发生后回溯感染者的活动轨迹与感染前的身体状况以交叉比对出传染源。

基于此疫情防控需要，我们提出了一种智能无线体温信息检测门禁系统。该系统可以实现在某一出入口进行自动体温测量，出入人员在出入口处刷 IC 卡（例如校园卡）后测量体温，系统通过无线（蓝牙）模块将个人信息、体温信息、位置时间信息等上传至终端，同时通过 OLED 显示屏模块与蜂鸣器模块直接反馈信息给出入人员，若体温正常，则予以放行。

关键词：防疫，体温，门禁，无线

目录

第一章 绪论	5
第二章 项目方案	6
第三章 最终成果	11
第四章 经验总结	22
第五章 其他	23
第六章 参考文献	24

第一章 绪论

1.1 设计背景

在当前国内疫情高峰期已过，防控重点已是内防扩散、外防输入的情况下，体温监测成为防控中的重点。在各种公共场所，都需要人工手持体温枪来进行体温测量。

这种方式繁琐、效率较低，并且需要大量人工，例如在学校中，进入饭堂、宿舍楼、教学楼前都需要人工测量体温，则容易引起人员聚集，反而提高了感染的风险；同时无法储存每位被测量者的体温、被测量的具体位置等信息，无法起到防控所需要的信息跟踪功能，无法在疫情发生后回溯感染者的活动轨迹与感染前的身体状况以交叉比对出传染源。

1.2 研究意义

基于此疫情防控需要，我们提出了一种智能无线体温信息检测门禁系统。该系统可以实现在某一出入口进行自动体温测量，出入人员在出入口处刷 IC 卡（例如校园卡）后测量体温，系统通过无线（蓝牙）模块将个人信息、体温信息、位置时间信息等上传至终端，同时通过 OLED 模块与蜂鸣器模块直接反馈信息给出入人员，若体温正常，则予以放行。

此系统的主要功能有：测量体温、对比 IC 卡 ID、上传进出者访问出入口时的体温信息、个人信息（如姓名、学号、房间号）。为防疫提供了准确可靠的信息。当发现感染者后，可以根据此信息准确地追踪轨迹，并确定部分密切接触者。极大地提高了防疫工作的效率。

第二章 项目方案

2.1 方案设计

(1) 作品主要模块：

1. 体温测量模块（GY-906 红外人体温度传感器模块）
2. IC 卡感应模块（MFRC-522 RFID 射频模块）
3. 无线传输模块（HC-06 蓝牙模块）
4. 信息交互模块（1206A LCD 液晶屏或 12864OLED 液晶屏以及蜂鸣器模块）
5. 信息储存模块（SD 卡读写模块）
6. 主控制模块（Arduino Uno R3 单片机）
7. 上位机（即 PC 机或移动端，以及其搭载的软件）

(2) 作品主要功能：

1. 个人信息识别（通过 IC 卡与 SD 卡模块实现）
2. 体温测量（通过测温模块实现）
3. 信息传输（通过蓝牙模块实现）
4. 信息交互（通过 LCD 或 OLED 屏幕与蜂鸣器实现）
5. 门禁功能（通过体温判断是否异常、是否开放闸机实现）

(3) 作品系统架构图

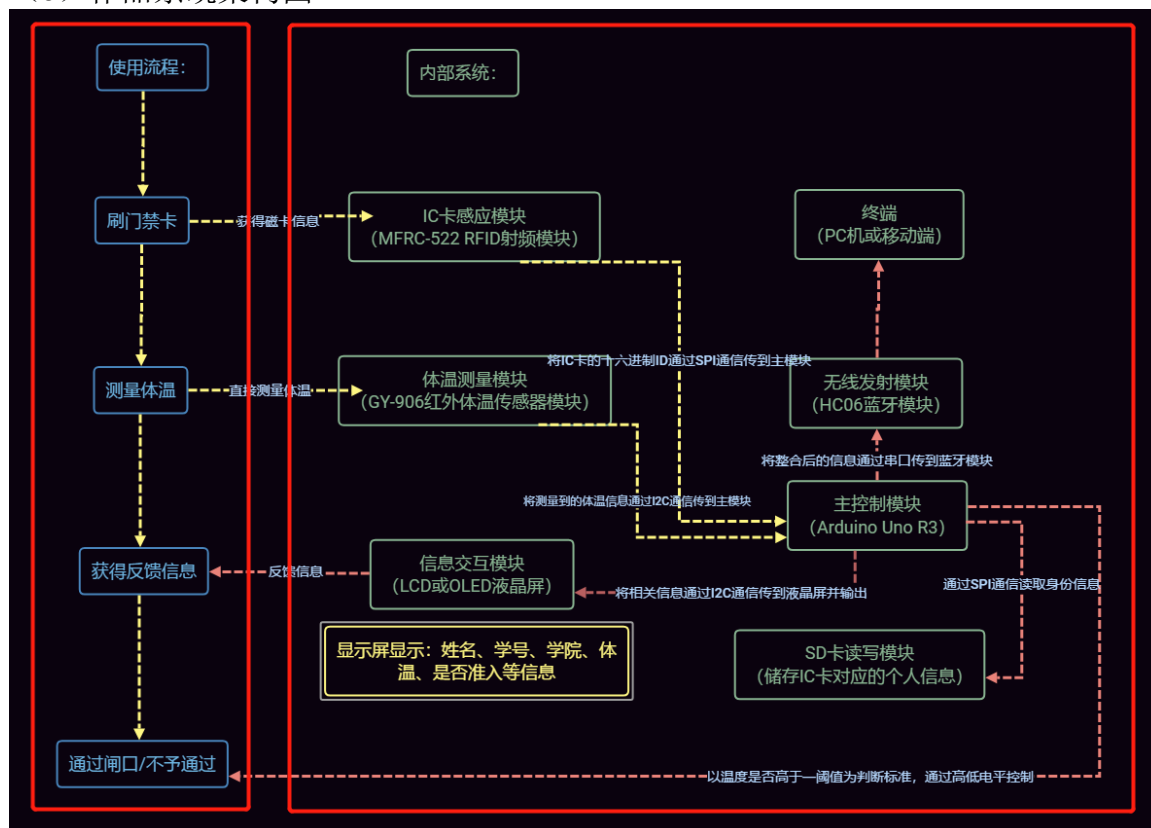


图 1：作品系统架构图

(4) 作品概念图

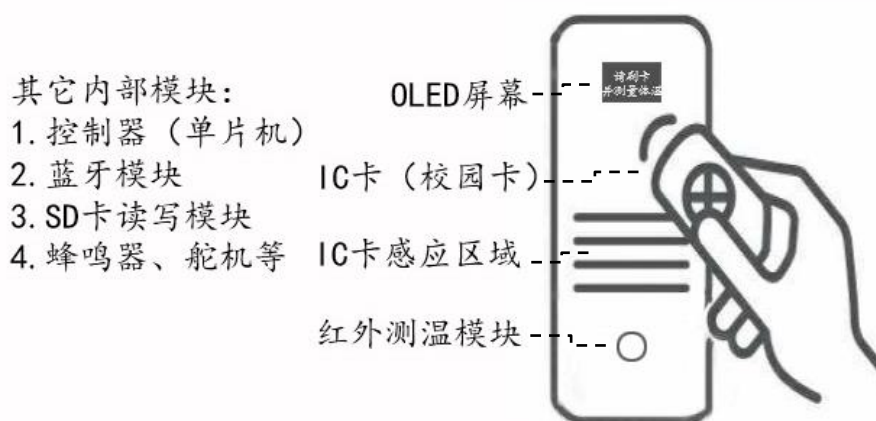


图 2：作品概念图

2.2 原理分析

在我们的前期调查中,发现我们的设备中有两个外设需要使用 SPI 串行通信,即 SD 卡模块与 MFRC 模块;两个外设使用 I2C 串行通信,即 OLED 模块与测温模块。而 Arduino Uno R3 单片机只有一组 I2C 与 SPI 通信接口。但在我们查找资料后发现,多个使用 SPI 的设备可以通过片选引脚电位的改变来选择工作的外设,多个使用 I2C 的设备可以通过外设的地址来选择工作的设备,因此我们的方案是可行的。此外,通过资料我们了解到 Arduino Uno R3 的 EEPROM 只有 1k 不到的储存空间,因此我们方案中使用 SD 卡模块来储存大量学生信息的选择是合适的。以下是对各模块的原理与技术分析。

(1) 主控制模块 (Arduino Uno R3 单片机):

Arduino 是一块单板的微控制器和一整套开发软件,它的硬件包含一个以 ATME8LAVR 单片机为核心的开发板和其它各种 I/O 板;软件包括一个标准编程语言开发环境和在开发板上运行的烧录程序。Arduino Uno 是基于 ATmega328P 的单片机开发板,有 14 个数字输入/输出引脚(有 6 个可用作 PWM 输出)、6 个模拟输入引脚、16 MHz 晶振。Arduino 可以通过面包板或者其他扩展板与发光二极管 (Light Emitting Diode, LED)、液晶显示屏 (Liquid Crystal Display, LCD)、有机发光显示屏 (Organic Light Emitting Diode, OLED)、按钮、直流电机、步进电机、舵机、温湿度传感器、距离传感器、压力传感器或其他能够输出数据或被控制的任何东西相连,也可以通过蓝牙、WiFi、Zigbee、NB-IoT 等无线通信模块与其他设备进行无线连接,或者接入互联网^[1]。可以通过串口、I2C、SPI 等通信方式控制各种模块。

(2) 无线传输模块 (HC-06 蓝牙模块)

[1]秦士力. 入学编程的三种 Arduino 开发板(一)[N]. 电子报, 2019-11-24(009)

[2]薛果. 基于 HC-06 模块的手机遥控玩具设计[J]. 企业技术开发, 2015, 34(08): 7-8.

这款模块的基础参数描述如下:芯片为蓝牙 V2.0 协议标准的 CSR 主流蓝牙芯片,核心模块尺寸为:28×15×2.35 mm。波特率为用户可设置的 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200。(默认值基本为 9 600),串口模块工作电压为 3.3 V、工作电流:40 MA,休眠电流<1 MA。可以与蓝牙笔记本电脑、电脑加蓝牙适配器、PDA 等设备进行无缝连接²。

该模块有四个引脚:VCC 接 3.3V, GND 接地, TX 与 RX 为串口通信引脚, 分别接 Arduino 的软串口, 即 RX (D0) 与 TX (D1) 引脚。

(3) 体温测量模块 (GY-906 红外人体温度传感器模块)

模块型号: GY-906 使用芯片:MLX90614ESF 供电电源:3-5V (内部低压差稳压) 通信方式:标准 IIC 通信协议。

该系列模块的温度解析度可达 0.01° C, 体积小巧, 被测目标和环境温度能通过单通道 (由 MLX90302 内的状态机控制) 输出, 有两种输出方式: PWM 输出、可编程 SMBus 输出, 适于多种应用环境³。

GY-906 模块共有四个引脚:VCC 接 Arduino 的 3.3V, GND 接地, SDA 接 A4/SDA, SCL 接 A5/SCL。传回单片机的数据类型为 byte。

(4) 信息交互模块 (12864 LCD 液晶屏或 OLED 液晶屏)

该模块工作温度为-40°C~+70°C, 内部自带升压电路, 分辨率为 128×64 像素, 采用 SSD1306 驱动芯片, 仅需 3.3V 供电即可。该模块支持 8 位 6800 并口、8 位 8080 并口、I2C 总线、4 线 SPI 总线等 4 种通信接口方式, 该设计用的是 I2C 总线接口, 我们程序中使用的是模拟 I2C。OLED 屏与液晶屏类似, 在应用前都需要进行初始化。整个初始化工作作为一系列显示控制芯片的设置工作, 主要包括关闭显示、设置时钟分频因子、设置显示偏移、设置内存地址、行列起始地址等。输入 OLED 模块的数据之所以能显示到屏幕上, 是因为内部有一个显存, 该显存与模块屏幕上的像素点是一一对应的关系。只要把数据送到显存对应的地址上, 就会按显存的地址显示到屏幕上⁴。

本方案前期采用 1602A LCD 模块进行测试, 后期使用 12864 OLED 模块, 采用 I2C 串行通信方式。

(5) IC 卡感应模块 (MFRC-522 RFID 射频模块)

射频读写芯片 MFRC522 是 NXP 推出的一款低功耗、封装小、高度集成的非接触式 (13.56MHz) 读写卡芯片, 它利用调制和解调的原理, 完全集成了在 13.56MHz 下所有类型的被动非接触式通信方式和协议。支持 ISO14443A 的多层应用。其内部发送器部分可驱动读写器天线与 ISO14443A/MIFARE 卡和应答机的通信, 无需其他的电路。接收器部分提供一个坚固而有的解调和解码电路, 用于处理 ISO14443A 兼容的应答器信号。数字电路部分处理 ISO14443A 帧和错误检测 (奇偶&CRC)。此外, 它还支持快 CRYPTO1 加密算法, 用于验证 MIFARE 系列产品。MFRC522 支持 MIFARE 系列更高速的非接触式通信, 双向数据传输速率高

[3] 曾德志 (南京航空航天大学). MLX90614 系列红外测温原理及应用.

[4] 杨裴裴, 李胜岚, 石恒瑞. 基于 STM32 和 Onenet 的智能健康管家的设计与实现[J]. 电子产品世界, 2019, 26(08):60-64.

达 424kbit/s. 它与主机间的通信采用连线较少的串行通信, 且可根据用户的不同需求, 选取 SPI、I2C 或串行 UART(类似 RS232) 模式之一, 有利于减少电路连接, 缩小 PCB 板体积, 降低成本⁵。

该模块有八个引脚: GND 接 GND, 3.3V 接 3.3V, SDA 片选信号接 D4, MISO 信号输出端接 D12, RST 引脚接 D3, MOSI 信号输入端接 D11, SCK 时钟信号接 D13, IRQ 空置。

(6) 信息储存模块 (SD 卡读写模块)

SD 卡是一种低电压的 flash 闪存产品, 有标准的 MMC/SPI 两种操作模块。对于 MMC 操作模式, 读写速度快, 控制信号线多, 操作复杂, 对于 SPI 操作模块, 速度慢, 线少, 操作相对简单。

SD 卡读写模块内置文件系统、可直接进行文件读写的 SD 卡模块, 适用于单片机系统实现大容量存储方案。单片机使用模块, 可直接进行目录遍历、目录创建、目录删除、文件创建、文件删除、文件修改、卡格式化等标准文件系统操作, 无需了解 SD 卡内部存储结构及文件系统实现细节⁶。

该模块有 6 个引脚: GND 接 GND, VCC 接 5V, MISO 信号输出端接 D12, MOSI 信号输入端接 D11, SCK 时钟信号接 D13, CS 芯片选择端接 D2。

(7) 其他辅助模块

包括舵机 (用于开放闸门)、一组 LED 小灯、一个蜂鸣器。

(8) 作品接线图

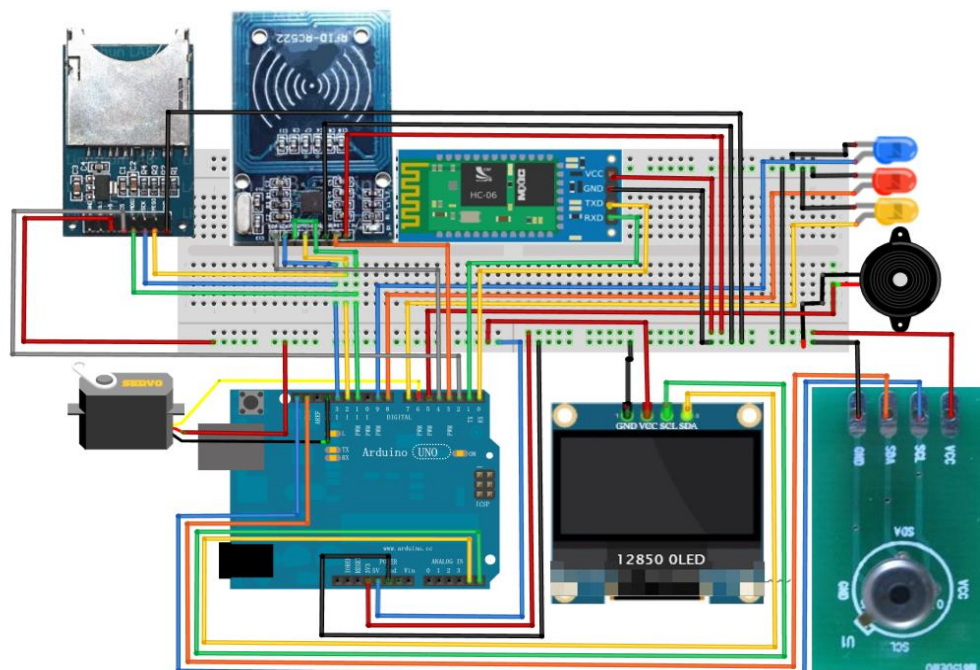


图 3: 作品实物接线图

[5]张洁, 刘苹, 冉会中. 智能门禁控制器的设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2012, 35(14): 14 — 15.

[6]基于 SD 卡的 BMS 海量历史数据存储系统设计与实现 [J]. 吴建建, 齐铂金, 李巧平. 电子设计工程. 2011(01)

2.3 研究过程

(1) 明确分工，采购所需物资。每位成员各自购买了一块 Arduino Uno R3 单片机，并各自购买了自己负责部分的传感器模块。

(2) 学习各自负责模块的原理，学习基本的 Arduino 知识以及各种通讯协议。确定各模块对应的 Arduino 上的 IO 口数量与类型，对 IO 口进行合理分配。

(3) 确定各模块传输回单片机的信号类型（模拟信号或者数字信号）与数据类型（byte 或者字符串等），从而将每个人负责的模块相互联系。

(4) 各自搭建模块，并进行实际验证。保存库文件、代码与参考文献，保存成果图并录制实操视频。并相互交流经验与问题。完成中期报告，准备中期答辩。

(5) 将所有模块进行整合，做最后的实际验证。

(6) 完成结题报告。

第三章 最终成果

3.1 实现功能

1. 个人信息识别功能，已经可以实现 IC 卡的识别，能读入 IC 卡的 ID；SD 卡中能以 TXT 文档形式储存 IC 卡的 ID 对应的个性信息。并能在单片机中读取 SD 卡中的信息，进行匹配。
2. 管理员卡设置、临时卡读入功能，此功能主要用于临时出入人员的授权。
3. 体温测量功能，已经可以通过红外测温模块测量体温。
4. 信息传输功能，已经可以通过蓝牙模块将匹配到的个人信息、时间信息等传输到 PC 机或者智能手机。
5. 门禁功能，能通过体温是否异常来判断是否开放闸机。
6. 信息交互功能，能通过 OLED 与

总体而言，我们已经能实现该系统的功能。

3.2 成果展示

成果如下图所示：

（一）第一部分

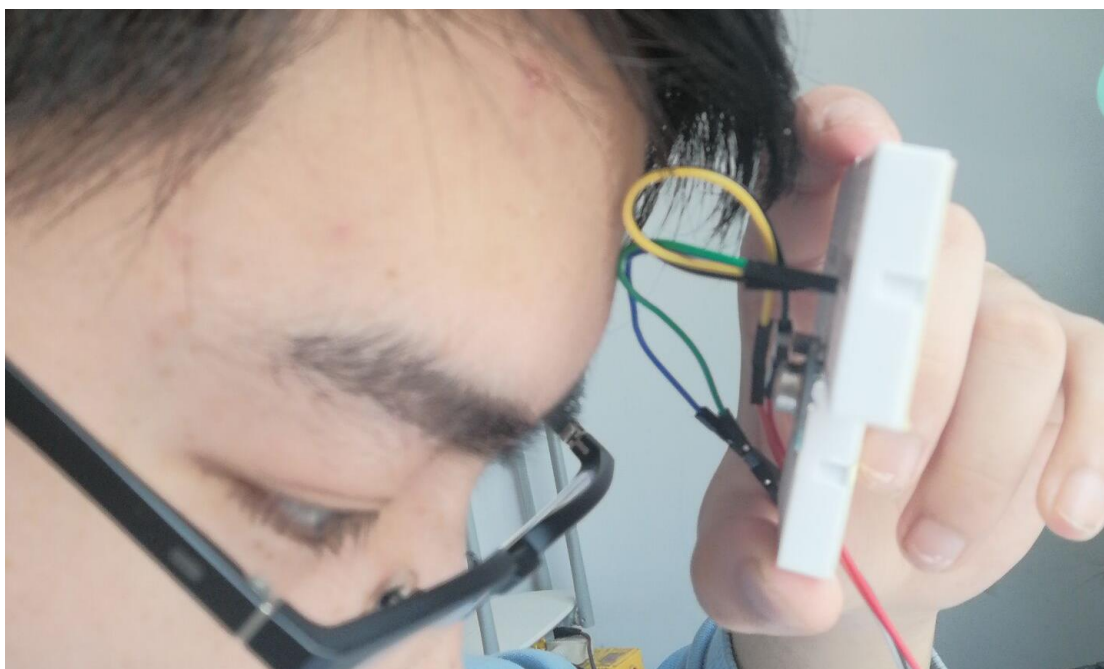


图 4：红外模块测量额温（实际操作为测量手腕温度）

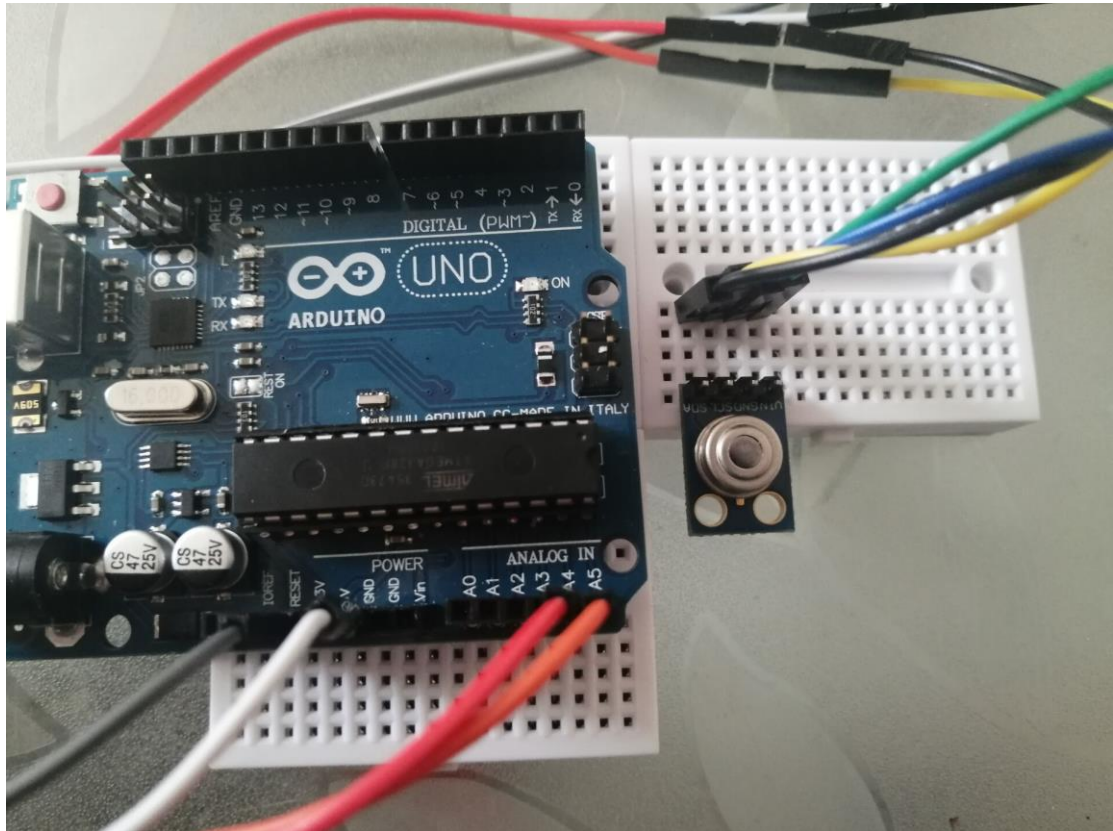


图 5：红外模块实物图

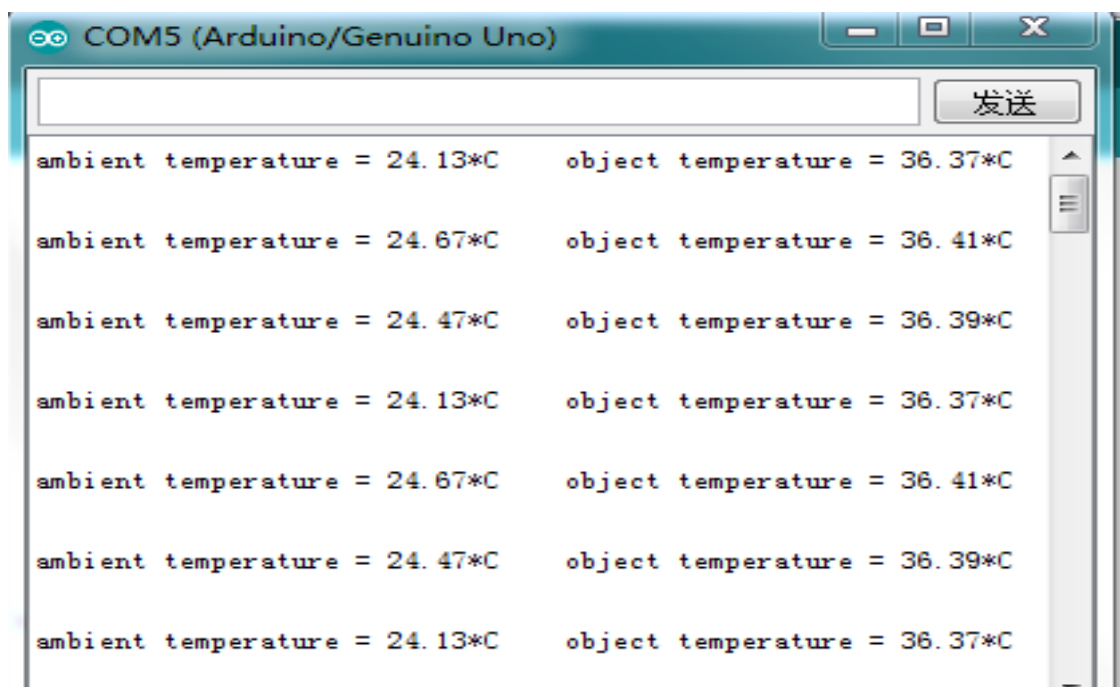


图 6：串口读取测量到的温度

(二) 第二部分

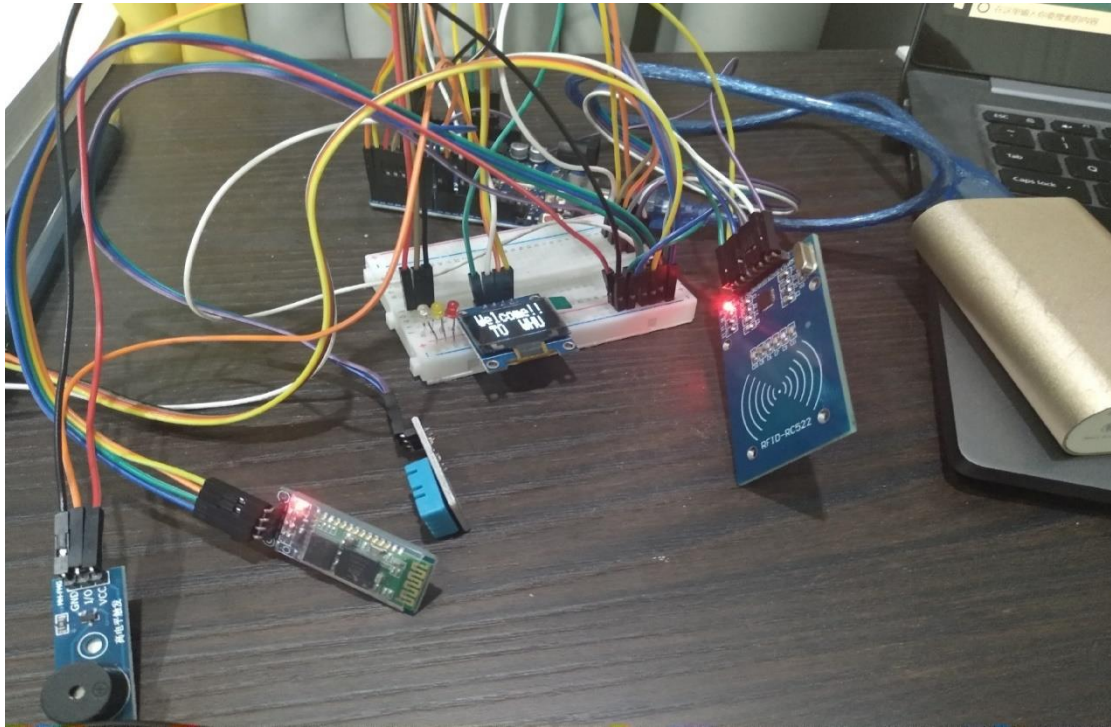


图 7：门禁系统内部原件（包括 OLED、蓝牙、LED 灯、蜂鸣器）



图 8：门禁系统成果图（设计了开机界面、可以独立供电）



图 9：体温异常时发出警告、橙灯亮，不予通过



图 10：IC 卡的 ID 不在库中、红灯亮，不予通过



图 11：匹配成功、体温正常，绿灯亮，予以通过



图 12：匹配成功、体温正常，输出信息



图 13: 移动端通过蓝牙获得信息



图 14: 移动端通过蓝牙获得信息

(三) 第三部分

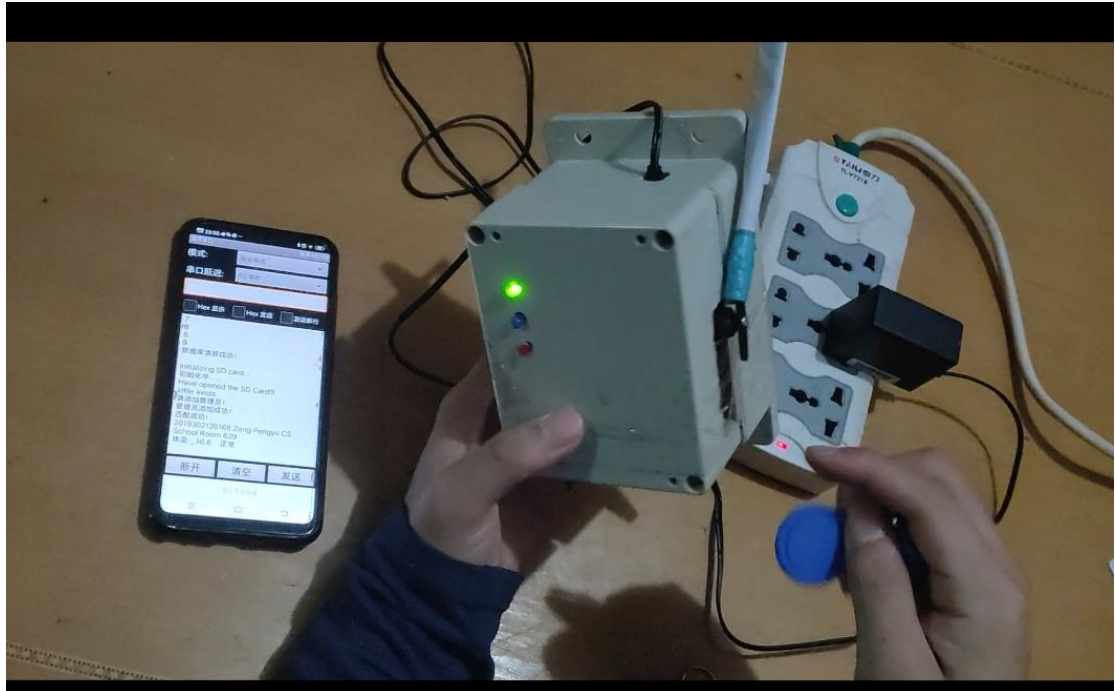


图 15: 门禁模块实物图二（包括 SD 卡、舵机、LED 小灯等模块）

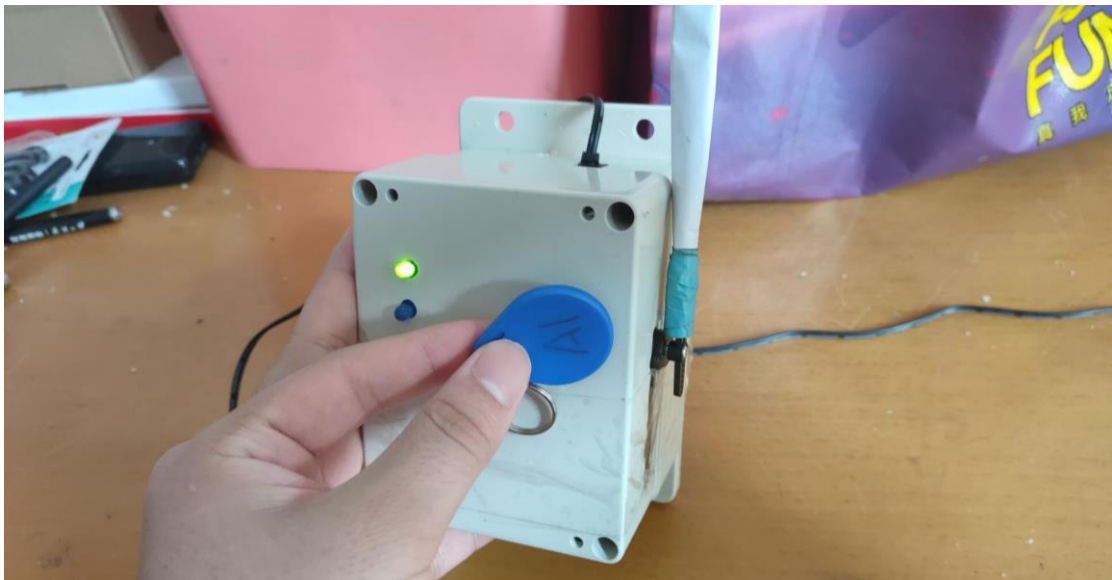


图 16: IC 卡在库中予以放行，舵机工作

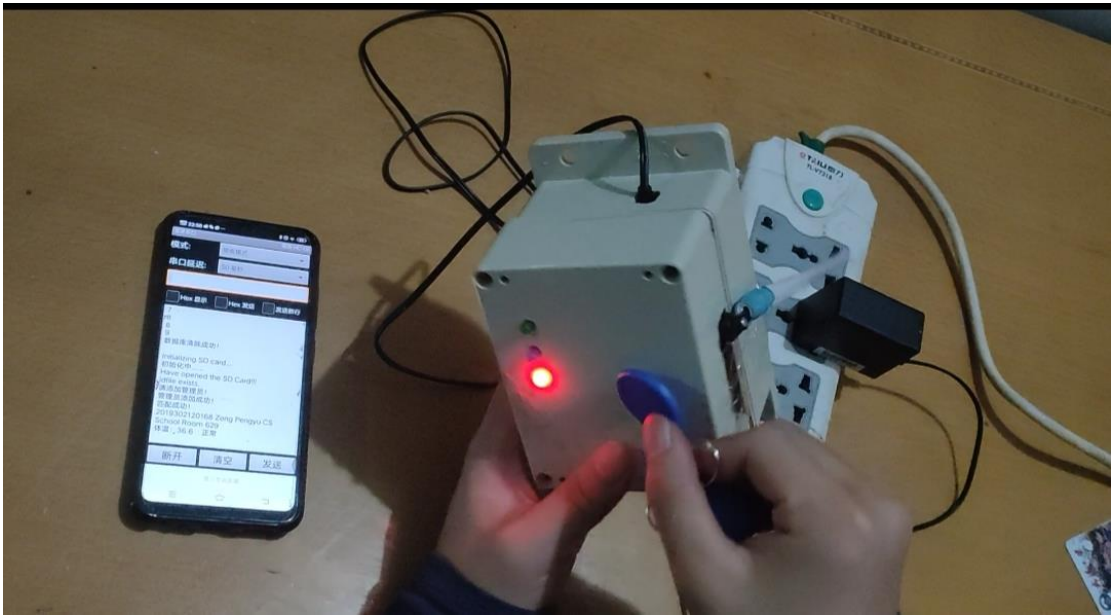


图 17: IC 卡不在库

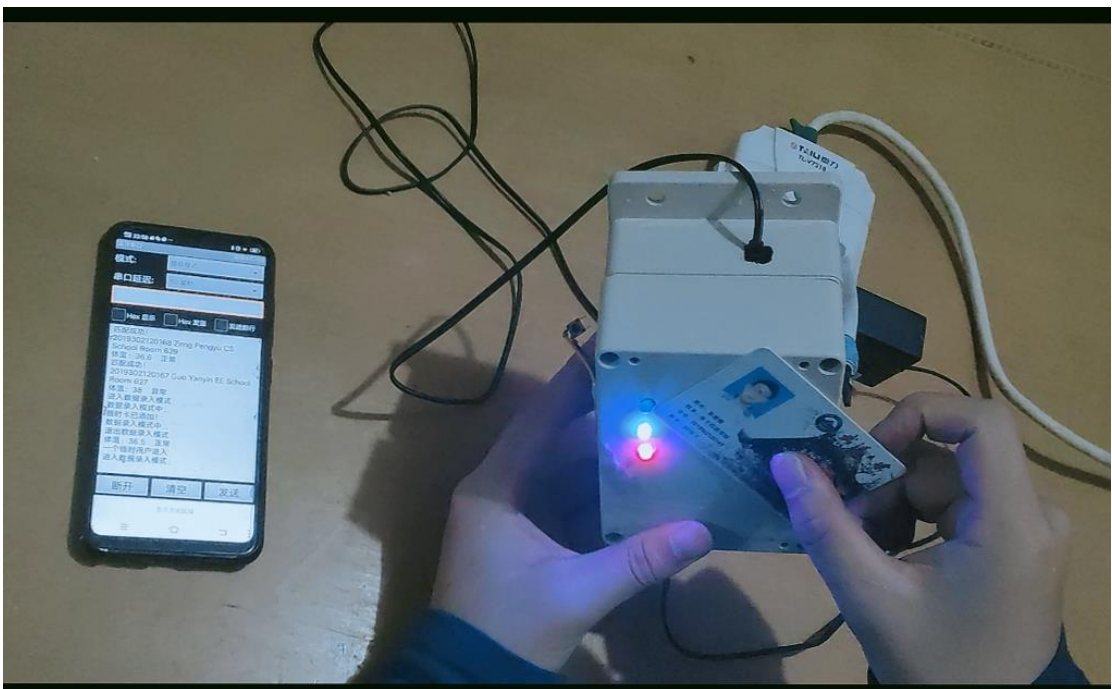


图 18: 添加临时卡

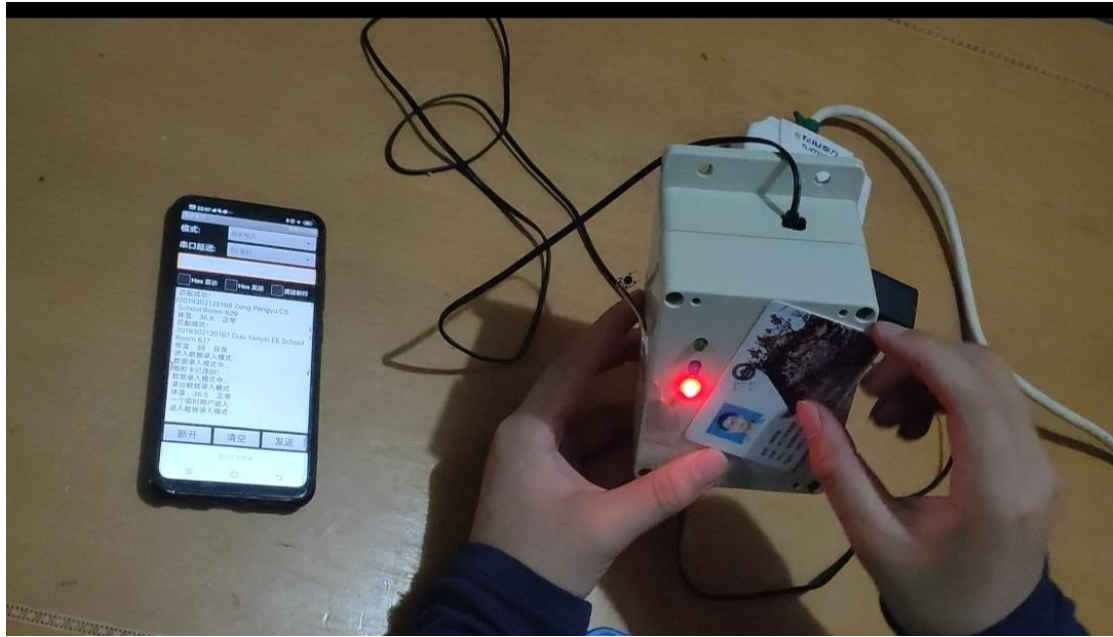


图 19：删除临时卡

```
void IDMatch(byte *buffer, byte bufferSize) { //与SD卡中信息进行匹配的函数
    digitalWrite(4, HIGH); //拉底磁卡片选，忽略主机
    byte index=0; //index是下一个加入的下标
    for (byte i = 0; i < bufferSize; i++) { //将数字变为字符串
        if(buffer[i]>=100) {
            c[index+1]=(buffer[i]/10)%10+48;
            c[index]=buffer[i]/100+48;
            c[index+2]=buffer[i]%10+48;
            index+=3;
        }
        else if(buffer[i]<10) {
            c[index]=buffer[i]+48;
            index++;
        }
        else{
            c[index+1]=buffer[i]%10+48;
            c[index]=buffer[i]/10+48;
            index+=2;
        }
    } //把byte型转化为字符型
}
```

```

Serial.println();
//以下为SD卡的操作部分
Serial.println("\nInitializing SD card...");

if(!SD.begin(SDSelect)) {
  Serial.println("Can't open the SD Card!!!");
  return ;
}
Serial.println("Have opened the SD Card!!!");

if (SD.exists("idtest.txt")) {
  Serial.println("idfile exists.");
  myFile = SD.open("idtest.txt", FILE_READ);
}
else {
  Serial.println("idfile doesn't exist.");
}

byte mark=0;
byte i=0;
while (myFile.available()) {
  char t;
  t=myFile.read();

  if(mark==0) {
    if(t!=' ' && t!=c[i]) {
      mark=1;
      Serial.println("此行不匹配");//此行不匹配
    }
    else if(t!=' ' && t==c[i]) {
      i++;
    }
    // . . . . .

  }

  else if(t==' ') {
    Serial.println("匹配成功");
    mark=2;//匹配成功
  }
}

if(mark==1) {
  while (t!='\n') {
    t=myFile.read();
    //Serial.println(t);
  }
  mark=0;
  i=0;
}

```

```

        if(mark==2) {
            int k=0;
            while (t!='\n') {
                t=myFile.read();
                //Serial.println(t);
                information[k]=t;
                //Serial.println(information[k]);
                k++;
            }
            mark==0;
            myFile.close();
            digitalWrite(2,HIGH); //拉高sd片选
            digitalWrite(4,LOW); //拉低磁卡片选，开始工作
            return;
        }
    }
    information="wrong person!!!!Can't let it in";
    digitalWrite(2,HIGH);
    digitalWrite(4,LOW); //拉低磁卡片选，开始工作
    myFile.close();
}
    
```

图 20：部分核心代码，实现两个 SPI 外设的切换与数据匹配

3.3 成果分析

我们的成果分为三个模块。

第一部分为体温测量模块，已经实现在三到五秒内无接触地准确测量出人体温度，并可以将体温数据输出。

第二部分主要为 OLED 屏幕与 IC 卡模块。OLED 屏幕有初始界面，人机交互友好；可以做出：无效卡、有效卡但体温过高、有效卡且体温正常三种判断，并通过不同颜色的 LED 小灯亮起、蜂鸣器的不同发声模式、OLED 的屏幕显示来进行反馈，同时可以通过蓝牙模块在移动端与 PC 端获得对应的信息。

第三部分主要为 SD 卡与 IC 卡模块。可以实现 IC 卡 ID 的读取与匹配，通过与储存在 SD 卡中的 ID 进行比对，若匹配成功，则予以通过，同时返回 SD 卡中 ID 对应的个人信息；若匹配不成功，则不予通过。此外，此部分还具有添加临时卡的功能，可以为临时出入人员办理出入权限。此过程可以通过蓝牙在移动端与 PC 端获得对应的信息。

第四章 经验总结

4.1 项目总结

参加此次电子创意设计大赛，对于团队来说是一个很好的锻炼机会。在专业学习上，给了我们一个学习并实践单片机以及其他元件的契机，为之后的专业学习打下基础；在团队合作上，让我们学会了在现代信息化时代的分工合作方式。

我们采用了模块化的分工，小组成员负责不同的模块搭建，同时注意各模块间的信息互通。经过小组成员的通力合作，我们成功的解决了诸多从未遇见、从未预料到的技术问题、提出了自己的解决方案。并最终成功完成了作品。

4.2 未来展望

(1) 在最终测试整合的过程中我们发现，Arduino Uno R3 的内存空间不足，稳定性下降，在未来的进一步改进中我们将改用其他嵌入式处理器。比如 ESP-8266 模块，其有更大的内存空间。同时 ESP-8266 也是一个 WIFI 传输模块，WIFI 通信相比于蓝牙通信速度更快、传输距离更远、可传输的数据量更大，可以替代 HC-06 蓝牙模块，实现无线传输功能。

(2) 进一步改进 OLED 屏幕输出效果，实现输出效果的全汉化。并且使用尺寸更大的屏幕，提高人机交互友好度。

(3) 搭建功能更完善的上位机，可以统计整理访问者的信息，并且实现相近时间段进入者的查找功能。

总而言之，我们希望这个作品能真正在防疫工作中发挥作用，提高防疫工作效率，减少人力劳动，提升防疫的信息化、智能化水平。

第五章 其他

5.1 人员分工

(1) 曾鹏宇负责：蓝牙模块的搭建，使采集以及匹配到的信息能以字符串的形式从下位机传送到上位机；中期、结题报告以及汇报幻灯片的整体制作。

(2) 郭晏银负责：IC 卡感应模块、SD 卡读写模块的搭建，以及完成 IC 卡信息与 SD 卡中信息匹配的代码。

(3) 王中旭负责：体温测量模块、信息交互模块的搭建，以及最后代码的整合工作。

5.2 项目成本

1. 红外人体温度传感器模块	54 元
2. MFRC-522 RFID 射频模块	5 元*2
3. HC-06 蓝牙模块	6 元*2
4. 12864 OLED 液晶屏	12.5 元*2
5. 扬声器模块	2.5 元*2
6. SD 卡读写模块	1.5 元*2
7. Arduino uno 单片机	学校提供
8. LED 灯、舵机、导线等其他耗材	约 10 元

第六章 参考文献

- [1]秦士力. 入学编程的三种 Arduino 开发板(一)[N]. 电子报, 2019-11-24(009)
- [2]薛果. 基于 HC-06 模块的手机遥控玩具设计[J]. 企业技术开发, 2015, 34(08): 7-8.
- [3]曾德志(南京航空航天大学). MLX90614 系列红外测温原理及应用.
- [4]杨裴裴, 李胜岚, 石恒瑞. 基于 STM32 和 Onenet 的智能健康管家的设计与实现[J]. 电子产品世界, 2019, 26(08): 60-64.
- [5]张洁, 刘苹, 冉会中. 智能门禁控制器的设计与实现[J]现代电子技术, 2012, 35(14): 14-15.
- [6]基于 SD 卡的 BMS 海量历史数据存储系统设计 [J]. 吴建建, 齐铂金, 李巧平. 电子设计程. 2011(01)