

基于 Arduino 单片机的可穿戴监护通讯设备

李晨阳

(河南省开封高级中学, 1812)

科技创新大赛设计作品

摘要: 该项目以 Arduino 单片机为主控芯片, 通过传感器进行数据采集传至单片机处理并通过 LCD 显示; GSM 芯片实现通话, 短信, 蓝牙, GPRS 等通讯功能; 各类传感器采集各种环境或人体数据; 并有一键紧急求救功能。最终搭建语音报警, 通讯, 监护一体设备。

所有模块将组建为一个功能完善, 扩展性高的全方位可穿戴监护通讯系统。具有使用方便, 实用性高, 获取信息多等优点。未来将实现远程数据获取功能。

关键词: Arduino; 可穿戴; 监护; 通讯; 传感器;

1 引言

中国现处于快速老龄化阶段, 意味着中国即将步入老龄社会。预计到 2050 年左右, 老年人口将达到全国人口的三分之一。老人在外因突发疾病无及时急救未能挽回生命的案例经常发生。这背后反映了中国的相关产业未能跟进式发展, 仍存在短板, 缺少相关配套的解决方案。老年人在外安全已成为严峻问题

随着信息化时代的到来, 可穿戴设备和物联网技术目前已成为当今发展的主流方向。万物互联改变人类生活方式, 物联网设备也逐步走向轻量化, 自动化和智能化。

2 项目概况

2.1 总体结构

主控端为 2 层, 上接传感器扩展板, 将各模块连接至扩展板引脚。GSM 通讯模块接至 TX, RX 引脚, 插入 Micro-SIM 卡, 用来实现通讯功能。电容式开关实现一键报警功能, 即轻触 LCD 旁开关即可触发。单片机将拨打应急电话和发送应急短信, 并伴有警报声。耳机用来播放普通话女声提示 (TTS) 及通话; 蜂鸣器用于各类应急报警提示; 继电器用于 GSM 模块与开发板间, 保证 GSM 模块未开机时与单片机独立; 配有舵机可实现 180° 云台, 用于火焰传感器监测; 手指或耳垂接触心率传感器即可进行心率数据采集并绘制心率动态曲线; DHT11 将采集温湿度数据; 超声波传感器用于测量距前方物体距离; 红外传感器用于监测体温; 可燃气体传感器用于报警功能。

部分元件采用独立稳压电源模块供电, 移动电源输入。避免电压过低影响元件

性能，同时使用电压表头测量电源模块输入电压避免过压或低压保护设备。

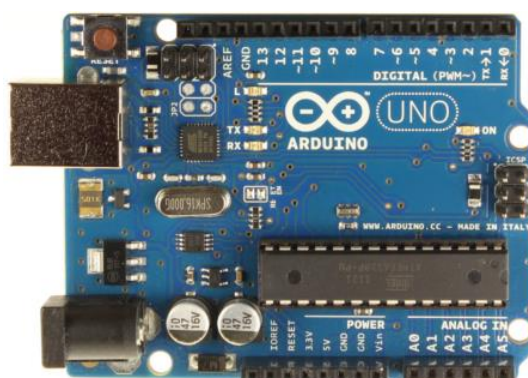
2.2 作品功能

1. 监护功能项	1) 温度实时测定； 2) 湿度实时测定； 3) 人体脉搏实时测定； 4) 人体心率波动曲线； 5) 传感器数据 LCD 实时显示；
2. 监护报警项	1) 一键紧急求救（电话&短信&报警音） 2) 可燃气体监测语音报警； 3) 火焰 300° 监测语音报警（火焰传感器数据待调试）； 4) 体温过高语音报警；
3. 通讯项	1) 与紧急联系人紧急通话； 2) 对紧急联系人发送求救短信（内容：SOS）； 3) 蓝牙（已实现配对功能，待开发）； 4) GPRS 传感器数据实时上传&云端查看数据（已完成测试，但未启用，详见代码）；
4. 其他功能项	1) TTS 语音（“让设备能够说话”）； 2) 电源输入电压显示； 3) 超声波测距； 4) 180° 云台（舵机）。

3 硬件结构设计

3.1 主控模块

“Arduino 是一块单板的微控制器和一整套的开发软件，它的硬件包含一个以 Atmel AVR 单片机为核心的开发板和其他各种 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。”（摘自 Wiki）



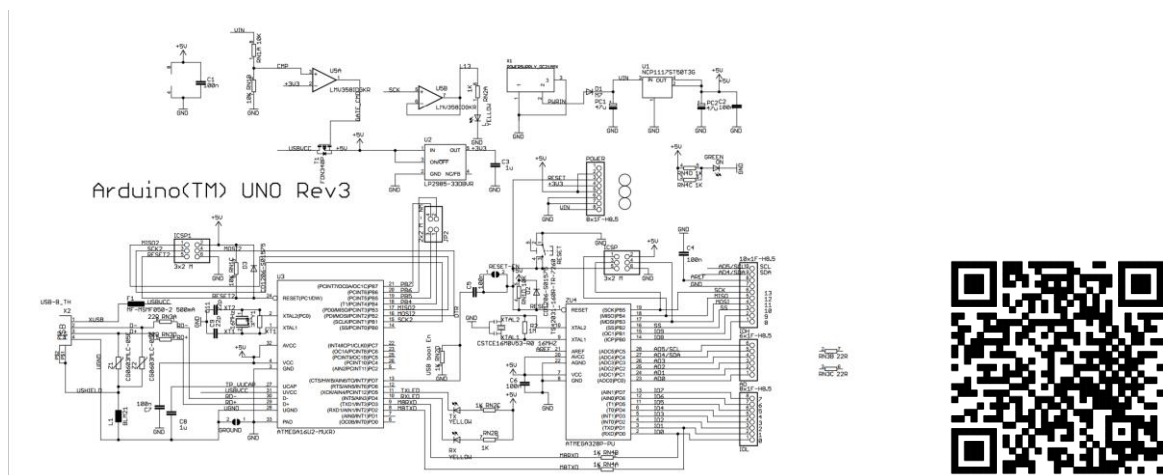
Arduino UNO 是 Arduino USB 接口系列的最新版本，作为 Arduino 平台的参考标准模板。UNO 的处理器核心是 ATmega328，同时具有 14 路数字输入/输出口（其中 6 路可作为 PWM 输出），6 路模拟输入，一个 16MHz 晶体振荡器，一个 USB 口，一个电源插座，一个 ICSP header 和一个复位按钮。

概要:

- 处理器 ATmega328
- 工作电压 5V
- 输入电压 (推荐) 7-12V
- 输入电压 (范围) 6-20V
- 数字 I/O 脚 14 (其中 6 路作为 PWM 输出)
- 模拟输入脚 6
- I/O 脚直流电流 40 mA
- 3.3V 脚直流电流 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328, 其中 0.5 KB 用于 bootloader)
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- 工作时钟 16 MHz

(摘自: Open-source hardware)

(1) 开发板原理图:



(开发板原理图摘自:

<https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino Uno Rev3-schematic.pdf>)

其他模块原理图略

3.2 GSM 通讯模块

简介: SIM800C 是一款四频 GSM/GPRS 模块。SIM800C 工作频率为 GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz, 可以低功耗实现语音、SMS 和数据信息的传输。

Smart Machine Smart Decision

主要特性 <ul style="list-style-type: none">• 频段 850/900/1800/1900MHz• GPRS multi-slot class 12/13• GPRS mobile station class B• 满足 GSM 2+ 标准• Class 4 (12 W @850/900 MHz)• Class 1 (1 W @1800/1900MHz)• 尺寸: 17.8*15.7*2.3mm• 重量: 1.5g• 通过 AT 命令控制 (3GPP TS 27.007, 27.005 和 SIMCOM 模块 AT 命令)• SIM 卡电压: 1.8V• 工作电压范围: 3.4 ~ 4.4V• 低功耗• 操作温度范围: -40 ~ +85 °C	接口 <ul style="list-style-type: none">• 4*2 SMT 管脚• 一路模拟音频接口• 支持 RTC• USB 接口• 串行接口• SIM 卡接口 (3V/1.8V)• GPRS• ADC• GSM 天线• 8*2 J-Header
数据速率 <ul style="list-style-type: none">• GPRS class 12, 最大 85.6 kbps (下行速率)• 支持 PSCCH• Coding schemes CS 1, 2, 3, 4• PPP-stack• USSD	兼容性 <ul style="list-style-type: none">• AT cellular command interface
应用 <ul style="list-style-type: none">• 应用于 AMO 和 MT• 短信广播• 文本和 PDU 模式	认证 <ul style="list-style-type: none">• CE• FCC
软件特性 <ul style="list-style-type: none">• 支持 GPRS 协议• 支持 TCP/UDP 协议• 支持 HTTP• 短信• 电子邮件• CTMP 控制• 下载数据• 语音• GPRS• 支持 3.5 版本	认证 (进行中) <ul style="list-style-type: none">• TA• ROHS• REACH

联系我们
More about SIMCOM SIM800C
Please contact:
sales@simcom.com

相关参数见右图用户手册。

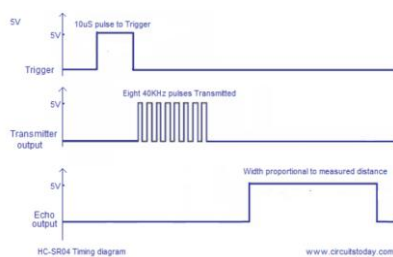
用于实现该设备通讯功能。

用户可用移动/联通 4G/3G/2G Micro-SIM 卡



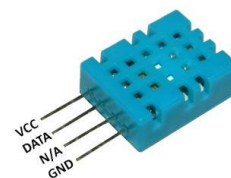
3.3 超声波模块

在触发端（trig）给予高电平信号，模块内部将发射脉冲信号。接收端（echo）会产生回响信号，其时间与所测距离成正比。



3.4 DHT11 温湿度传感器

传感器包括一个电阻式感湿元件和一个 NTC 测温元件。电阻的变化转变为电流变化。



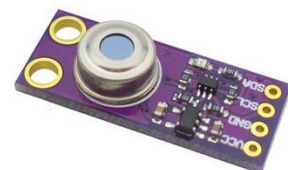
3.5 脉搏传感器

LED 光透过皮肤组织反射回的光被光敏传感器接受并转换成电信号再经过 AD 转换成数字信号传输至单片机。



3.6 非接触式红外传感器

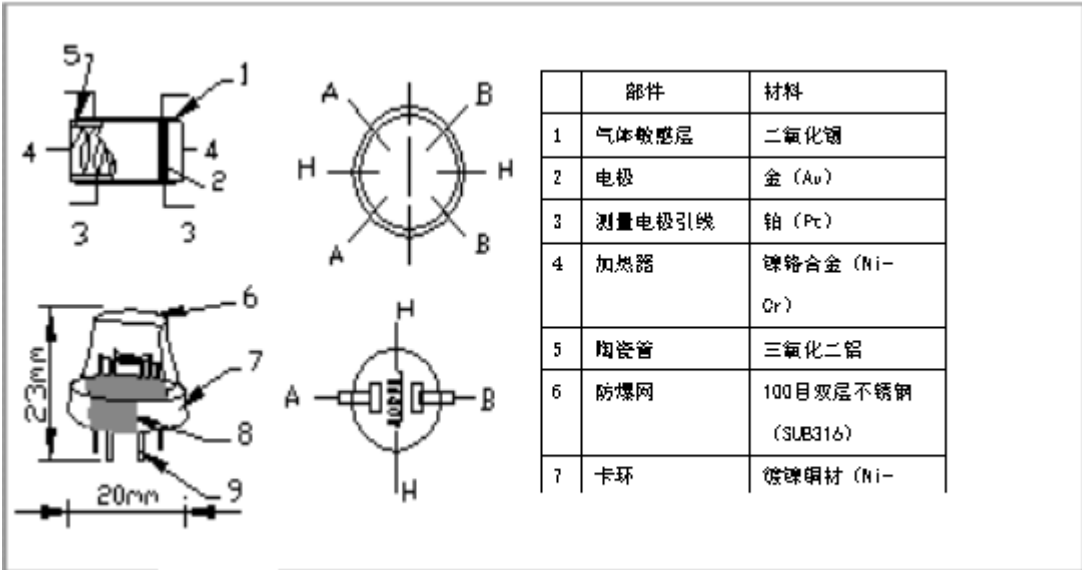
物体红外辐射能量的大小和波长的分布与其表面温度关系密切。因此，通过对物体自身红外辐射的测量，能准确地确定其表面温度，红外测温就是利用这一原理测量温度的。红外测温器由光学系统、光电探测器、信号放大器和信号处理及输出等部分组成。光



学系统汇聚其视场内的目标红外辐射能量，视场的大小由测温仪的光学零件及其位置确定。红外能量聚焦在光电探测器上并转变为相应的电信号。该信号经过放大器和信号处理电路，并按照仪器内的算法和目标发射率校正后转变为被测目标的温度值。

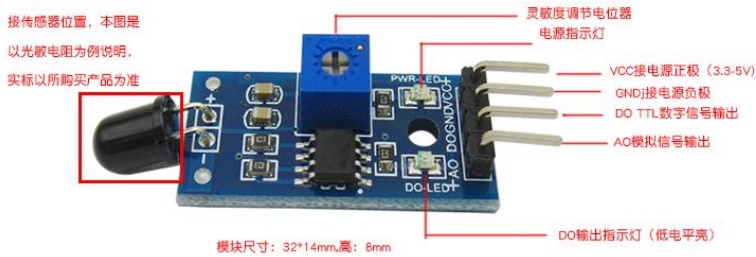
3.7 可燃气体传感器

MQ-2/MQ-2S 气体传感器所使用的气敏材料是在清洁空气中电导率较低的二氧化锡(SnO2)。当传感器所处环境中存在可燃气体时，传感器的电导率随空气中可燃气体浓度的增加而增大。使用简单的电路即可将电导率的变化转换为与该气体浓度相对应的输出信号。



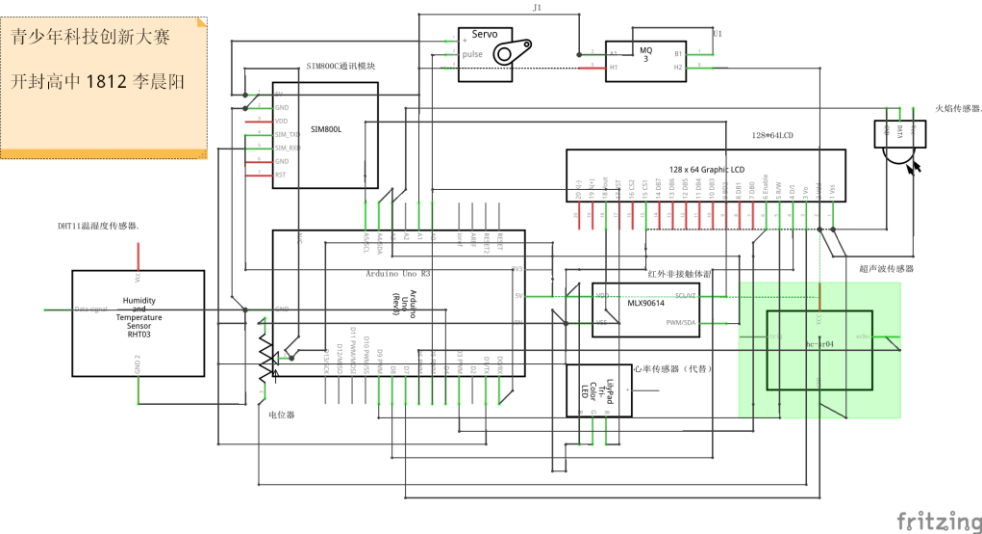
3.8 火焰传感器（数据待调试）

可以检测火焰或者波长在 760 纳米~1100 纳米范围内的光源，打火机测试火焰距离为 80cm，对火焰越大，测试距离越远。



3.9 产品电路结构设计

原理图：（详见附件）



注：该项目 PCB&原理图已上传至 GitHub 托管
下载地址：

[https://github.com/lollipop/Wearable-smart-hat/
tree/master/PCB%26 原理图](https://github.com/lollipop/Wearable-smart-hat/tree/master/PCB%26原理图)



3.10 物料清单

器件	个数
01. Arduino UNO R3;	x1
02. 传感器扩展板;	x1
03. 稳压电源模块;	x1
04. SIM800C GSM 模块;	x1
05. LCD128*64 显示模块;	x1
06. 红外非接触温度传感器;	x1
07. 超声波模块;	x1
08. 火焰传感器;	x1

09. 脉搏传感器;	x1
10. DHT11 温湿度传感器;	x1
11. 蜂鸣器模块;	x1
12. 甲烷液化气可燃气体传感器;	x1
13. 电容式开关;	x1
14. 舵机;	x1
15. 继电器;	x1
16. 电压表头;	x1
17. 遮阳帽;	x1
18. 耳机;	x1
19. 线材, 自紧扎丝;	xn
20. 其他;	略

4 软件设计

4.1 环境搭建 (Linux)

(1) `sudo apt-get install gcc-avr avr-libc`

```

X  —  终端 文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 帮助(H)
molu@molu:~$ sudo apt-get install gcc-avr avr-libc
[sudo] molu 的密码:
正在读取软件包列表... 完成
正在分析软件包的依赖关系树
正在读取状态信息... 完成
下列软件包是自动安装的并且现在不需要了:
  libbison-dev libsigsegv2 m4
使用'sudo apt autoremove'来卸载它(它们)。
将会同时安装下列软件:
  binutils-avr
建议安装:
  task-c-devel gcc-doc
下列【新】软件包将被安装:
  avr-libc binutils-avr gcc-avr
升级了 0 个软件包, 新安装了 3 个软件包, 要卸载 0 个软件包, 有 217 个软件包未被升级。
需要下载 18.5 MB 的归档。
解压缩后会消耗 111 MB 的额外空间。
您希望继续执行吗? [Y/n]
获取:1 http://cn.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial/universe amd64 binutils-avr am
d64 2.25+Atmel3.5.0-2 [1,425 kB]
获取:2 http://cn.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial/universe amd64 gcc-avr amd64 1
:4.9.2+Atmel3.5.0-1 [12.7 MB]
获取:3 http://cn.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial/universe amd64 avr-libc all 1:

```


(2) `sudo apt-get install openjdk-7-jre`

```
终端 文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 帮助(H)
(正在读取数据库 ... 系统当前共安装有 185031 个文件和目录。)
正准备解包 .../binutils-avr_2.25+Atmel3.5.0-2_amd64.deb ...
正在解包 binutils-avr (2.25+Atmel3.5.0-2) ...
正在选中未选择的软件包 gcc-avr。
正准备解包 .../gcc-avr_1%3a4.9.2+Atmel3.5.0-1_amd64.deb ...
正在解包 gcc-avr (1:4.9.2+Atmel3.5.0-1) ...
正在选中未选择的软件包 avr-libc。
正准备解包 .../avr-libc_1%3a1.8.0+Atmel3.5.0-1_all.deb ...
正在解包 avr-libc (1:1.8.0+Atmel3.5.0-1) ...
正在处理用于 man-db (2.7.5-1) 的触发器 ...
正在设置 binutils-avr (2.25+Atmel3.5.0-2) ...
正在设置 gcc-avr (1:4.9.2+Atmel3.5.0-1) ...
正在设置 avr-libc (1:1.8.0+Atmel3.5.0-1) ...
moLu@moLu:~$ sudo apt-get install openjdk-7-jre
正在读取软件包列表... 完成
正在分析软件包的依赖关系树
正在读取状态信息... 完成
openjdk-7-jre 已经是最新版 (7u95-2.6.4-3)。
openjdk-7-jre 已设置为手动安装。
下列软件包是自动安装的并且现在不需要了：
libbison-dev libstdc++6 m4
使用 'sudo apt autoremove' 来卸载它(它们)。
升级了 0 个软件包，新安装了 0 个软件包，要卸载 0 个软件包，有 217 个软件包未被升级。
```

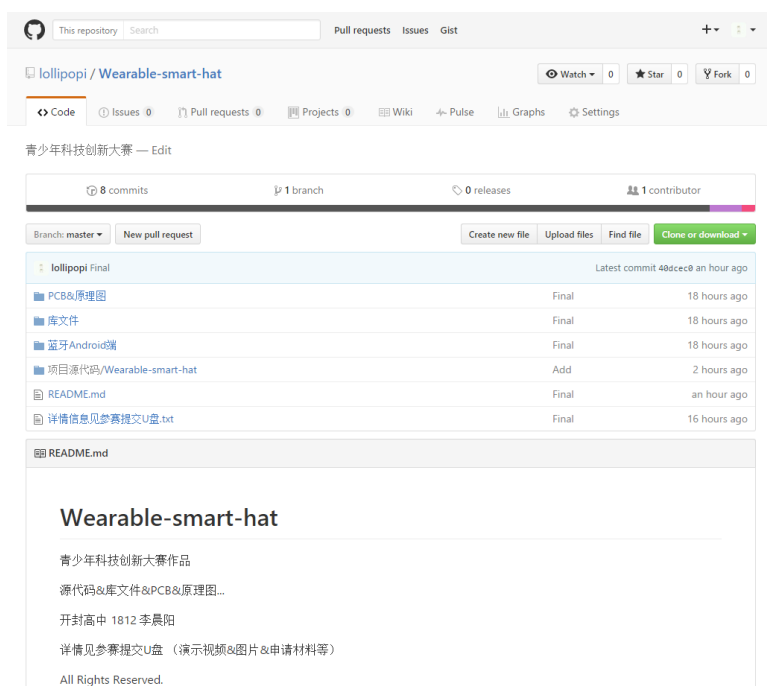
4.2 Arduino IDE 安装

(1) `sudo apt-get install Arduino`

```
终端 文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 帮助(H)
moLu@moLu:~$ sudo apt-get install arduino
正在读取软件包列表... 完成
正在分析软件包的依赖关系树
正在读取状态信息... 完成
下列软件包是自动安装的并且现在不需要了：
libbison-dev libstdc++6 m4
使用 'sudo apt autoremove' 来卸载它(它们)。
将会同时安装下列软件：
arduino-core avrdude extra-xdg-menus libftdi1 libjna-java libjna-jni
librx-java
建议安装：
arduino-mk avrdude-doc libjna-java-doc
下列【新】软件包将被安装：
arduino arduino-core avrdude extra-xdg-menus libftdi1 libjna-java libjna-jni
librx-java
升级了 0 个软件包，新安装了 8 个软件包，要卸载 0 个软件包，有 217 个软件包未被升级。
需要下载 2,461 kB 的归档。
解压缩后会消耗 11.5 MB 的额外空间。
您希望继续执行吗？ [Y/n]
获取:1 http://cn.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial/universe amd64 libjna-jni amd64
4.4.2.2-1 [29.9 kB]
获取:2 http://cn.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial/universe amd64 libjna-java all
4.4.2.2-1 [152 kB]
```

4.3 嵌入式系统开发

4.3.1 在 Github 新建托管项目



4.3.2 编写代码（源代码见附录）

```
文件 编辑 程序 工具 帮助
Wearable_smart_hat
#include <UgLib.h>
#include <i2cmaster.h>
#include <DHT.h>
#include <Servo.h>

U8GLIB_ST7920_128X64_1X u8g(3, 9, 8); //定义128*64LCD引脚
//***** 常量声明 *****/
#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE);
Servo myservo;
//***** 变量声明 *****/
int inputPin = 6; //定义超声波信号接收接口
int outputPin = 7; //定义超声波信号触发接口
int x, y; //糖点坐标
int Buffer[128]; //缓存值数组
int tonepin = 10; //蜂鸣器
int distance; //超声波
int pos = 0; //用于存储舵机位置的变量
int val; //可燃气体
int k; //触控开关
int fire; //火焰传感器
int h; //心率传感器
float hum; //湿度
float tem; //温度
int blue = 1; //限制蓝牙扫描次数
float celcius; //红外传感器

//***** GPRS上传至MachTalk服务器功能待调试 详见申请书。 *****/
#define APIKEY "727d97154da4407fbbe62651ae9dd162" //APIKEY
#define device_id "d5ebd1ba83f444f88a46a56840ae43c5" //设备ID

//***** 函数名 : sample *****/
//***** 描述 : 心率曲线绘制 *****/
//***** 注意 : *****/
void sample( )
```

注：该项目源代码&相关库已上传至 Github 托管
下载地址：



<https://github.com/lollipoppi/Wearable-smart-hat/blob/master/项目源代码/Wearable-smart-hat/Wearable-smart-hat.ino>

4.4 测试&优化代码

4.4.1 代码经编译器翻译成二进制形式的“目标程序”上传至单片机。

4.4.2 通过串口返回数据，反复调试各类 Sensor，模块功能

```
AT+CIPSEND
POST /v1.0/device/c79a3227a662426cb313bd417571e908/3/1/datapoints/add HTTP/1.1
Host: devapi.machtalk.net
APIKey: 8894bf31ae2e4696b0f6ee02cd9f0b75
Accept: */*
Content-Length:22
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

25.90}
AT+CIPCLOSE
AT+CIPSTART="TCP","devapi.machtalk.net",12086
AT+CIPSEND
POST /v1.0/device/c79a3227a662426cb313bd417571e908/4/1/datapoints/add HTTP/1.1
Host: devapi.machtalk.net
APIKey: 8894bf31ae2e4696b0f6ee02cd9f0b75
Accept: */*
Content-Length:22
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

49}
AT+CIPCLOSE
AT+CIPSTART="TCP","devapi.machtalk.net",12086
AT+CIPSEND
```

4.4.3 优化代码算法。（反复以上操作）

4.4.4 确定最终代码上传至单片机并交至 Github 托管。

5 完善该项目的设想

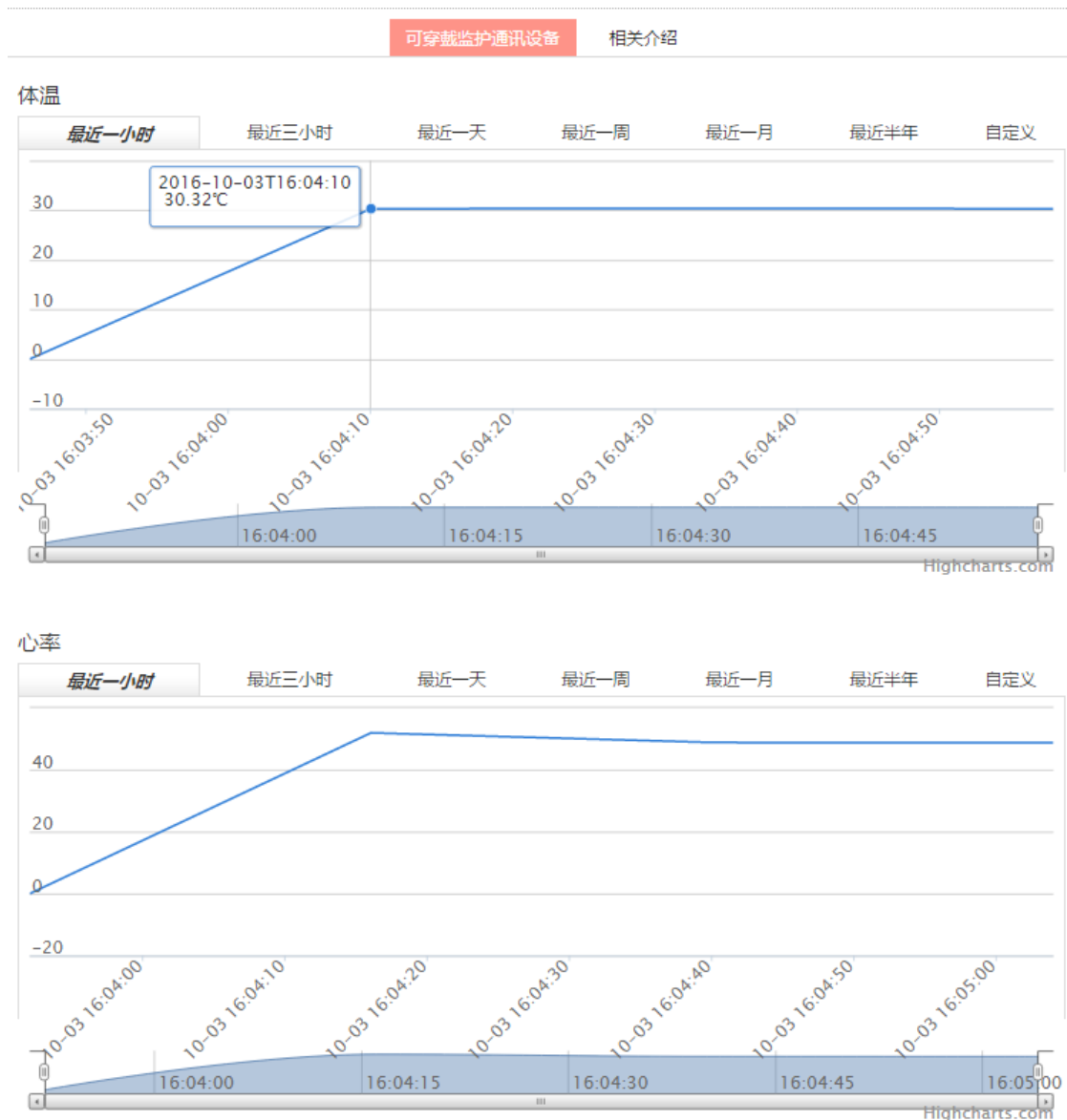
5.1 GPRS 上传数据，云端查看（已实现，但仍在实验阶段）

思路：使用 SIM800C 的 GPRS 功能，将该产品（物联网设备）传感器数据实时上传至“物联网云平台”（Machtalk），用户可随时随地通过网络在线查看穿戴者体征等数据。（详见实验源代码）

实验阶段数据上传链接：

<http://dev.machtalk.net/device/dataview/d5ebd1ba83f444f88a46a56840ae43c5>

实验截图：



5.2 OLED 屏幕

1. 预期更换 128*64LED，实现彩色显示，增加蓝牙信号，通讯信号等显示。
2. 屏幕汉字显示，界面更友好。
3. 通过屏幕对该设备参数进行更改，增强用户体验。

5.3 增加摄像头

1. 目前受限于 Arduino Uno R3 单片机的处理器性能，无法处理视频信息。
2. 增加摄像头（后置；前置）：后置摄像头可实时屏幕显示，显示后方面面。前置摄像头可类比“执法记录仪”储存至储存设备或上传至服务器。

5.4 定位功能

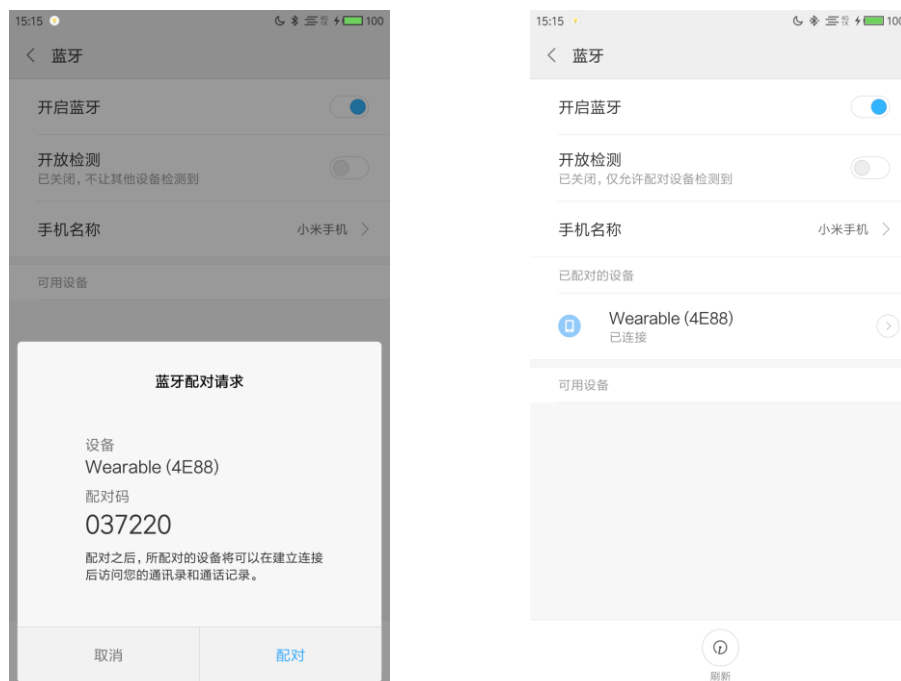
1. 实现 GPS/北斗/基站定位，轨迹远端可见。
2. 接收到指定短信内容，自动发送当前经纬度坐标。

5.5 通讯

1. 发送电子邮件，微博，微信等。
2. 拨打指定电话号码，发送任意内容短信。

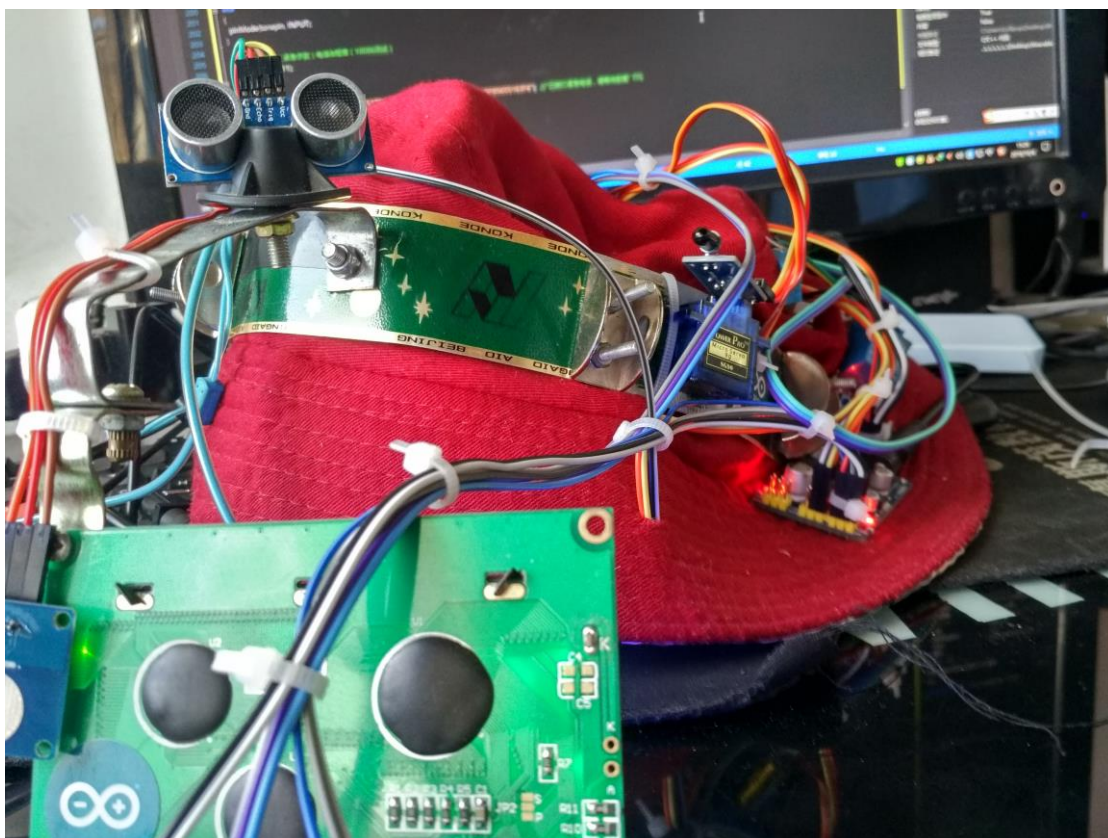
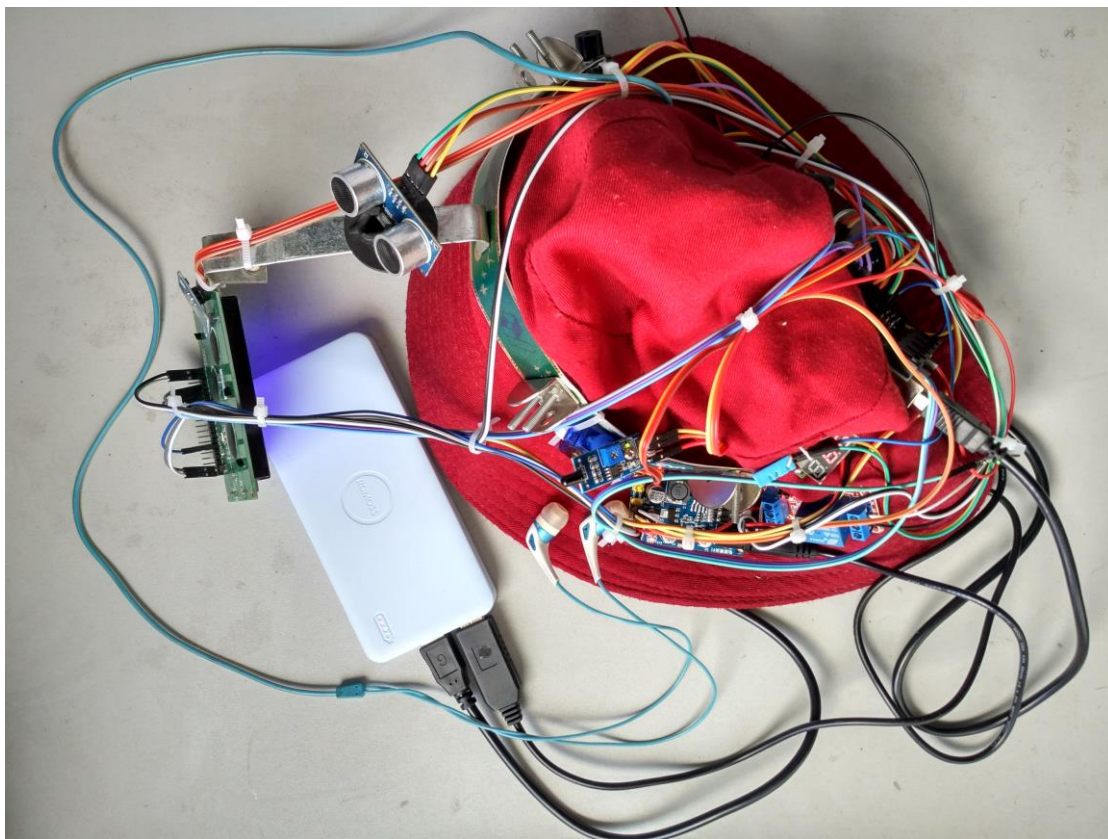
5.6 蓝牙功能开发（目前仅实现配对功能）

1. 当智能手机作为蓝牙配对方时，实现蓝牙耳机，拨号，挂机，接听，播放音乐等功能。
2. 蓝牙串口传输传感器信息，反编译“蓝牙串口助手”APP，实现智能手机实时监测该设备的状态即传感器数据。

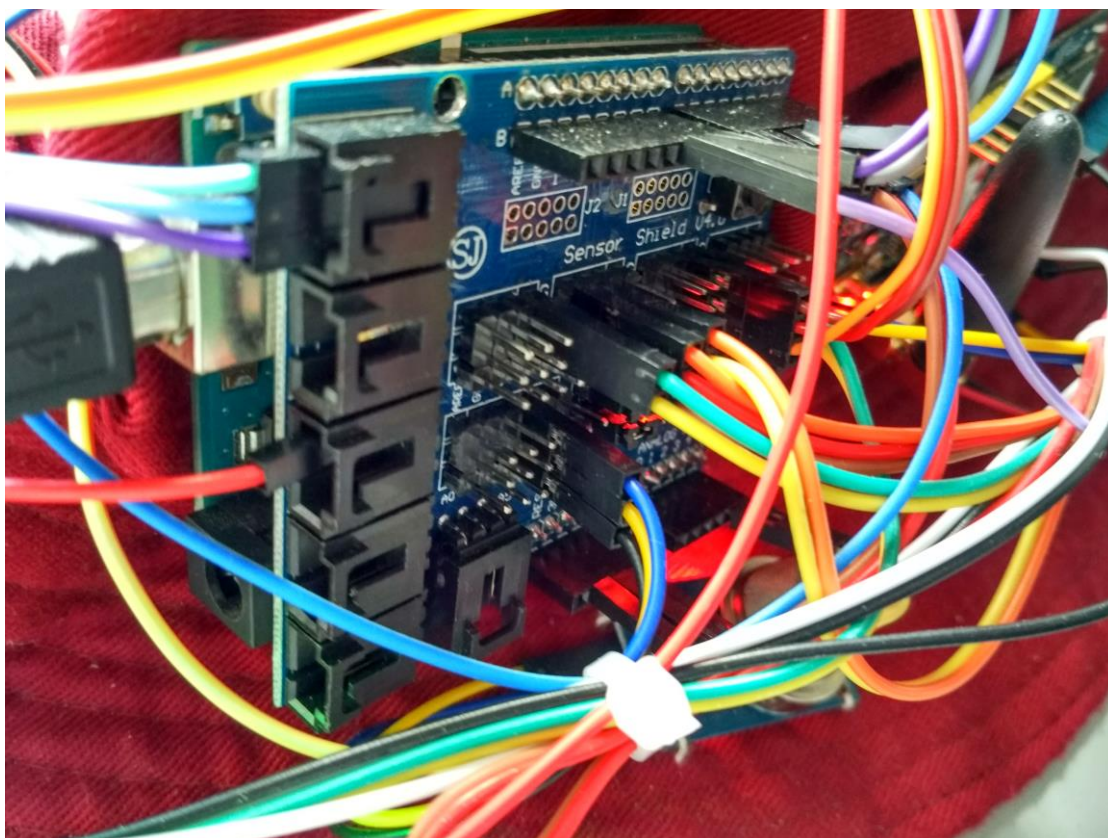


6 作品图片展示

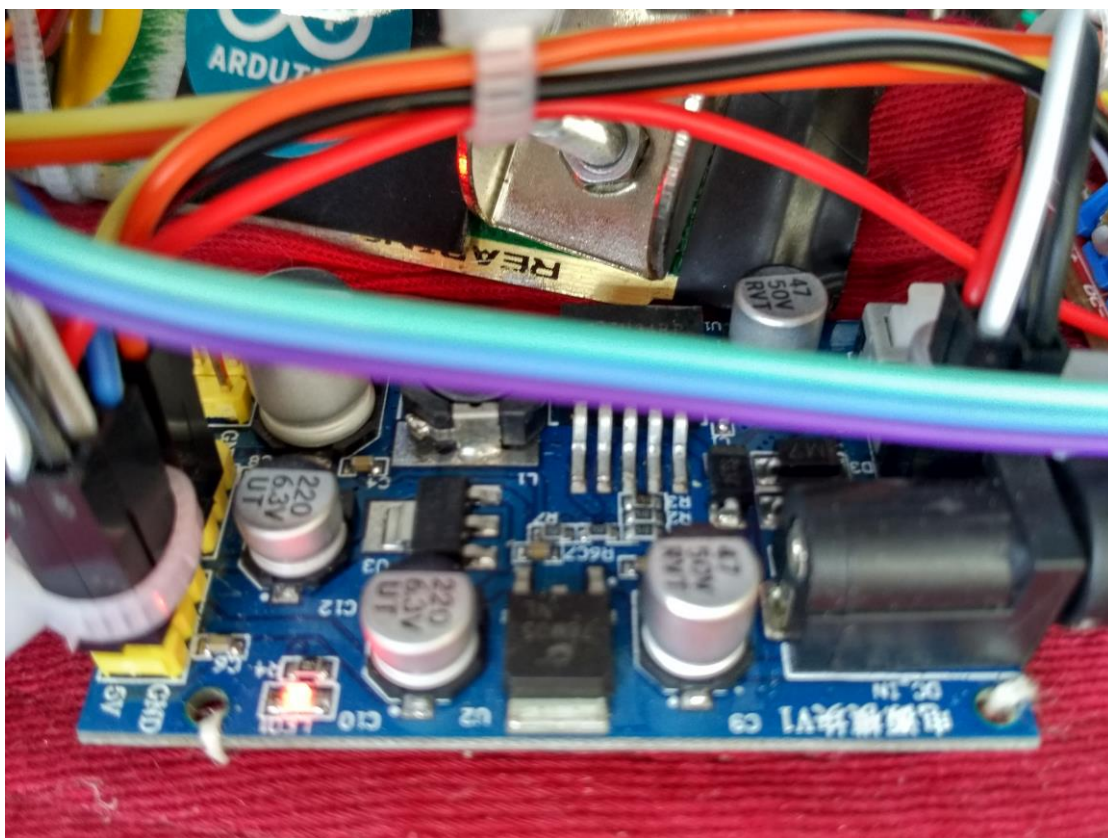
6.1 整体



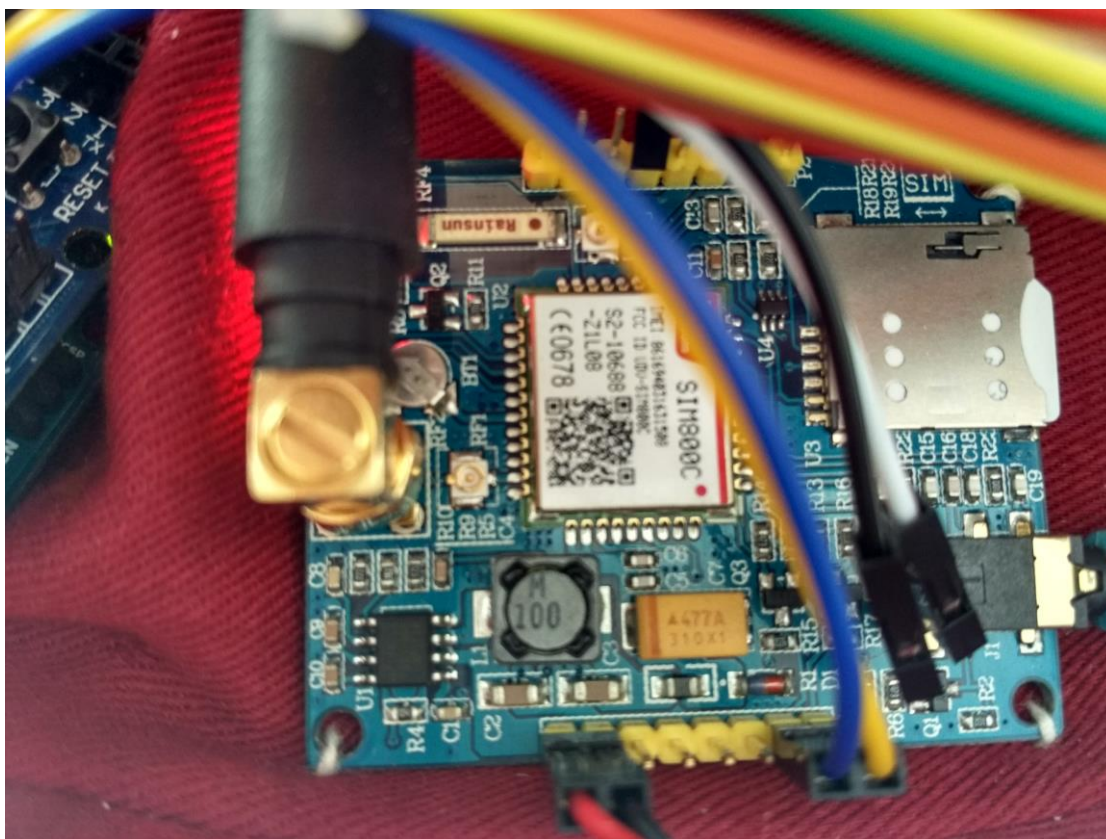
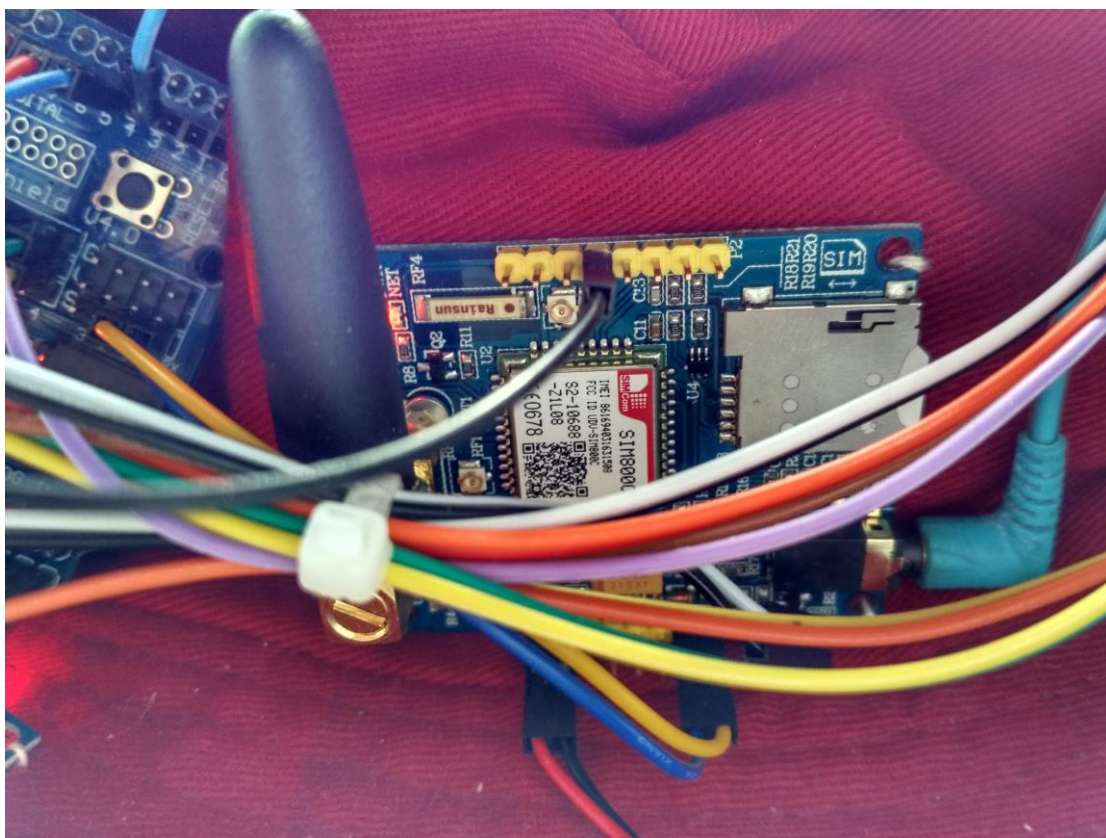
6.2 Arduino 开发板&传感器扩展板



6.3 电源模块

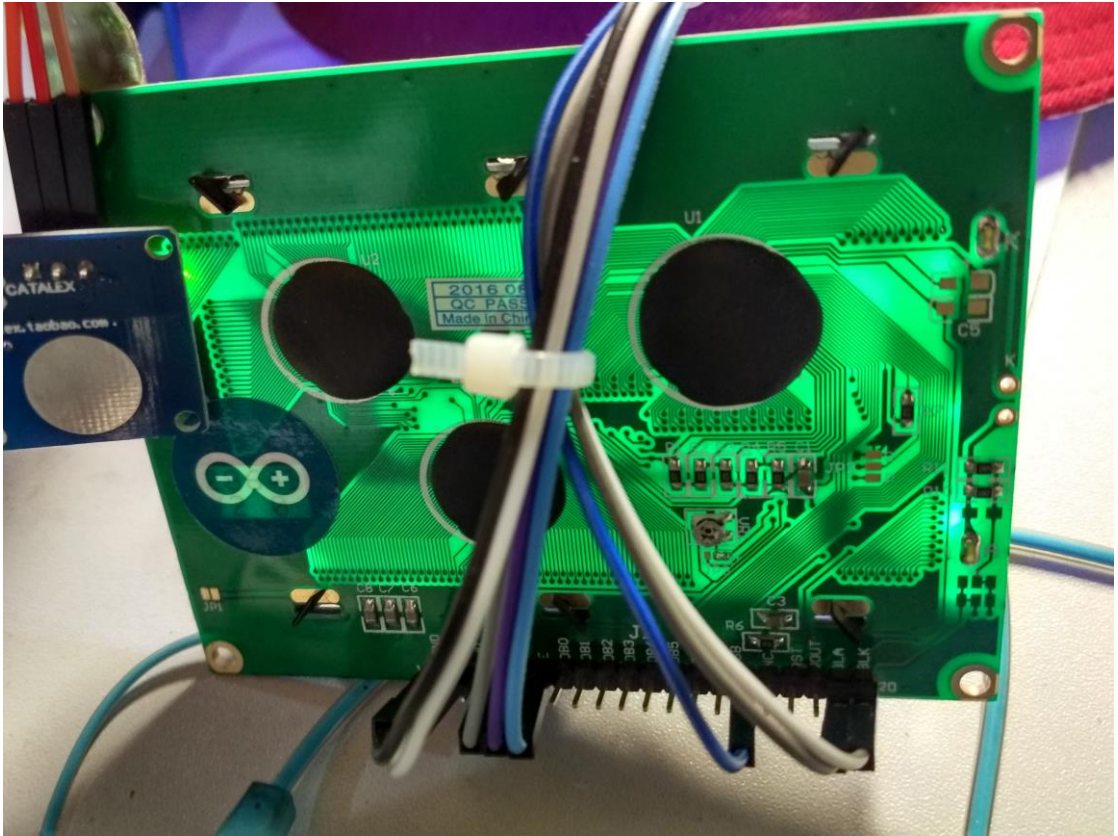


6.4 GSM 模块

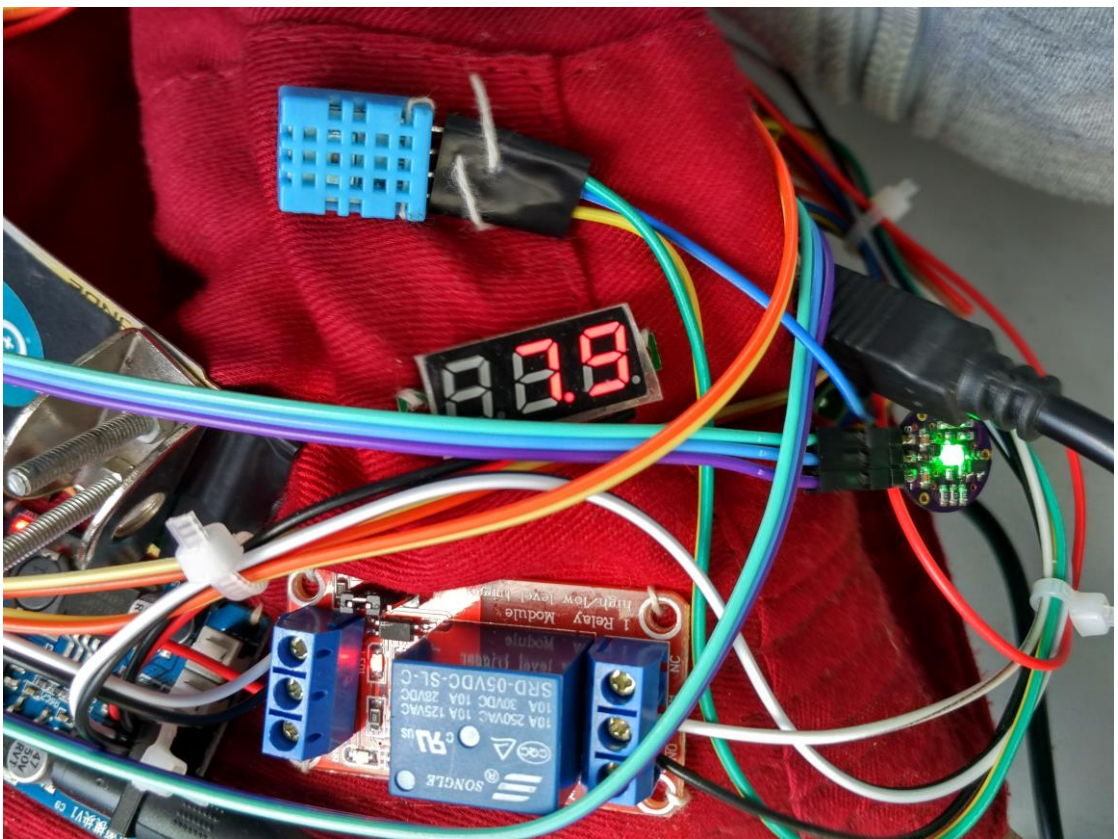


6.5 LCD 数据采集

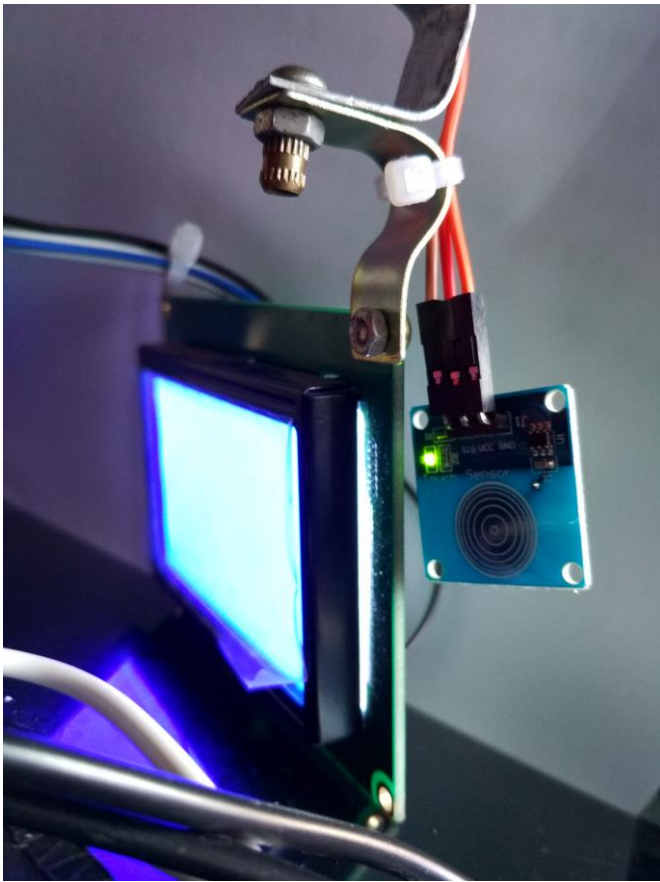




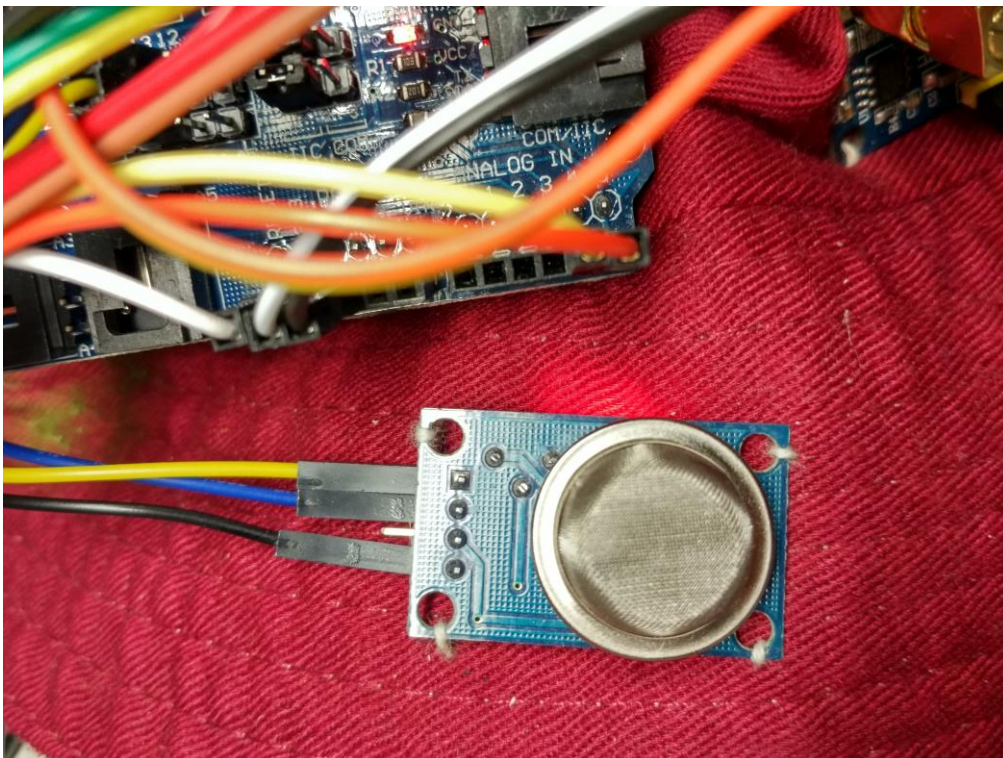
6.6 继电器&DHT11&心率传感器



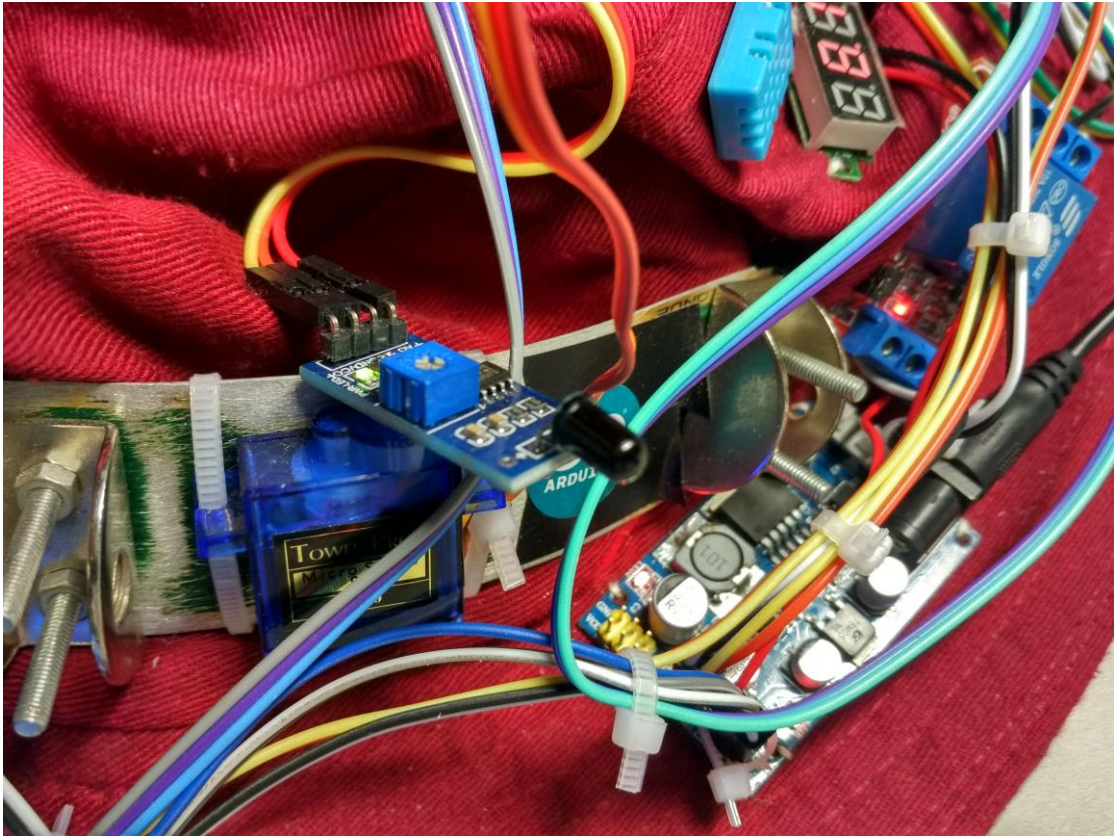
6.7 一键报警（电容式开关）



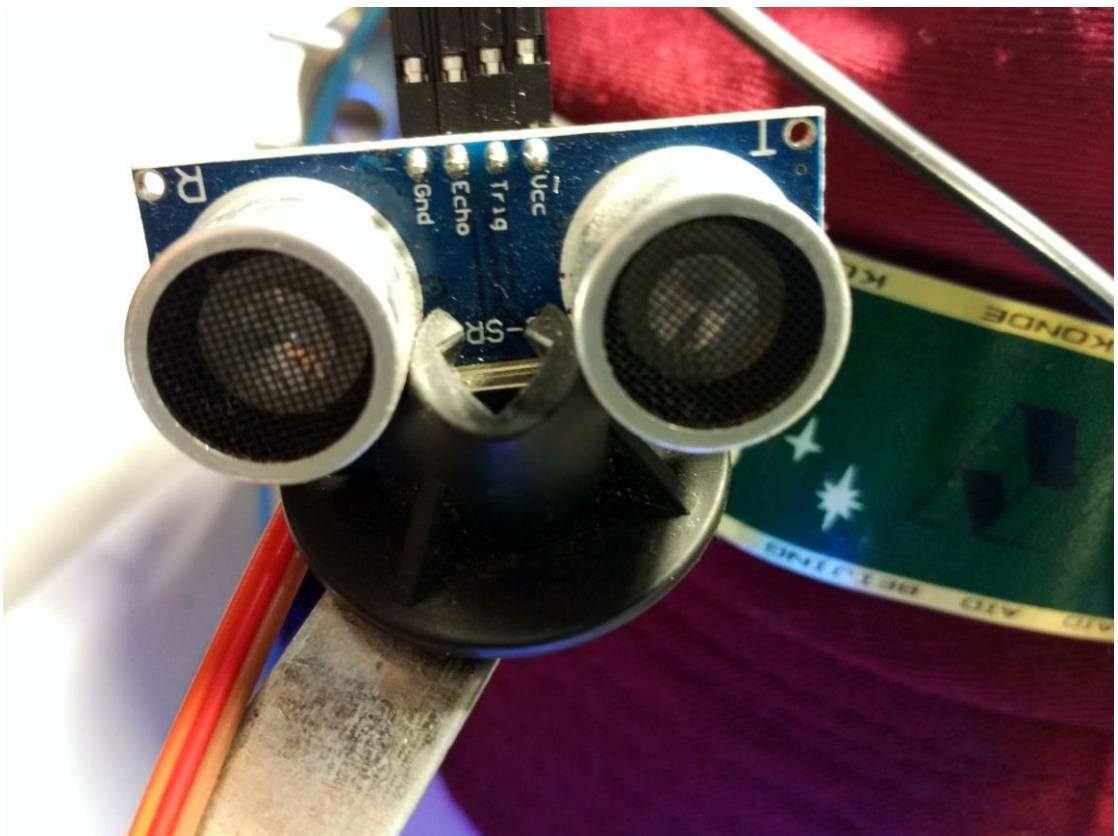
6.8 可燃气体传感器



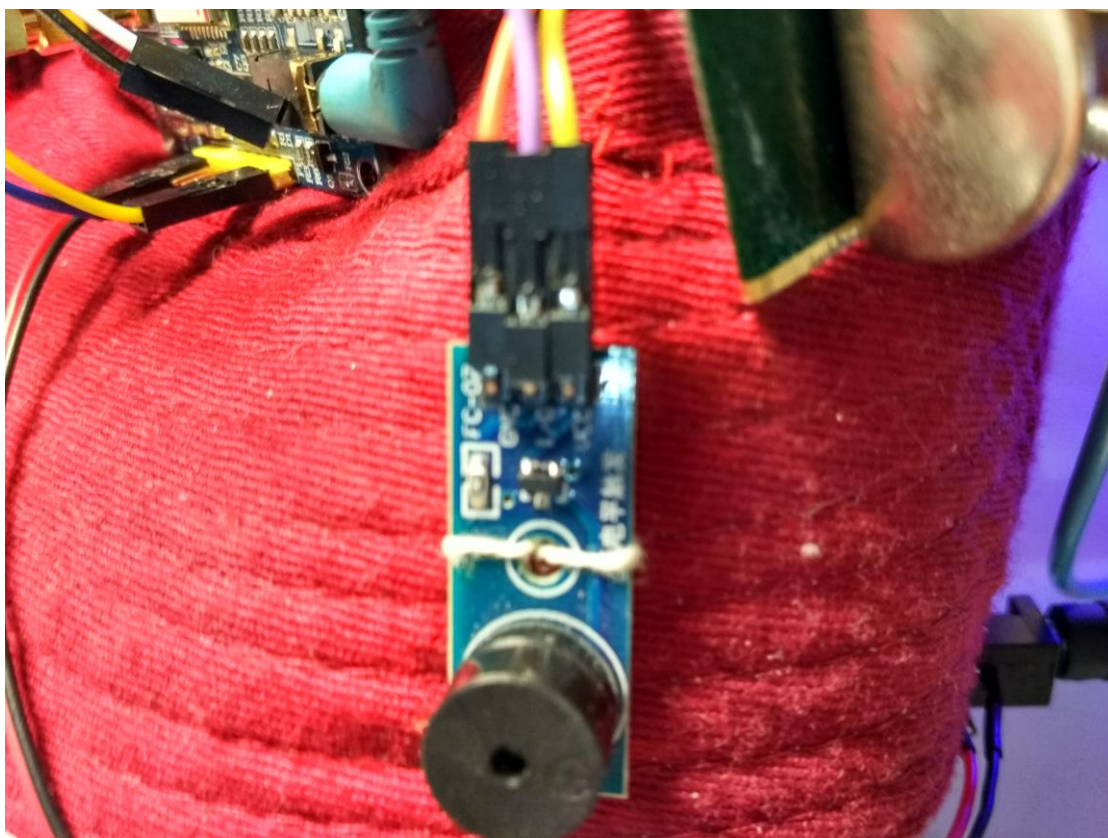
6.9 火焰传感器&舵机



6.10 超声波传感器



6.11 蜂鸣器



7 结束语

随着科学技术水平的不断发展,可穿戴设备已成为当今研究的热门话题,但是相关的医疗设备却少之又少。在中国老龄化进程加快的今天,可穿戴的智能监护设备一定是未来发展的主流方向。省去数据采集繁琐的步骤,使之更能进入普通家庭中。该作品将通信,报警,监护功能整合为一,将老年人群的风险最小化。

参考文献:

- [1] 谭浩强著.C 程序设计(第四版)[M] 清华大学出版社,2016
- [2] 康亚男,王帆,刘伟峰著.C 语言程序设计教程[M] 武汉大学出版社,2016
- [3] [日]大塚弘记著.支鹏浩译.Github 入门与实践[M] 人民邮电出版社,2016
- [4] 师访著.Arduino 入门到实战 [M]

论文附录

包括：

1. 源代码；
2. 原理图；
3. 产品说明书；