

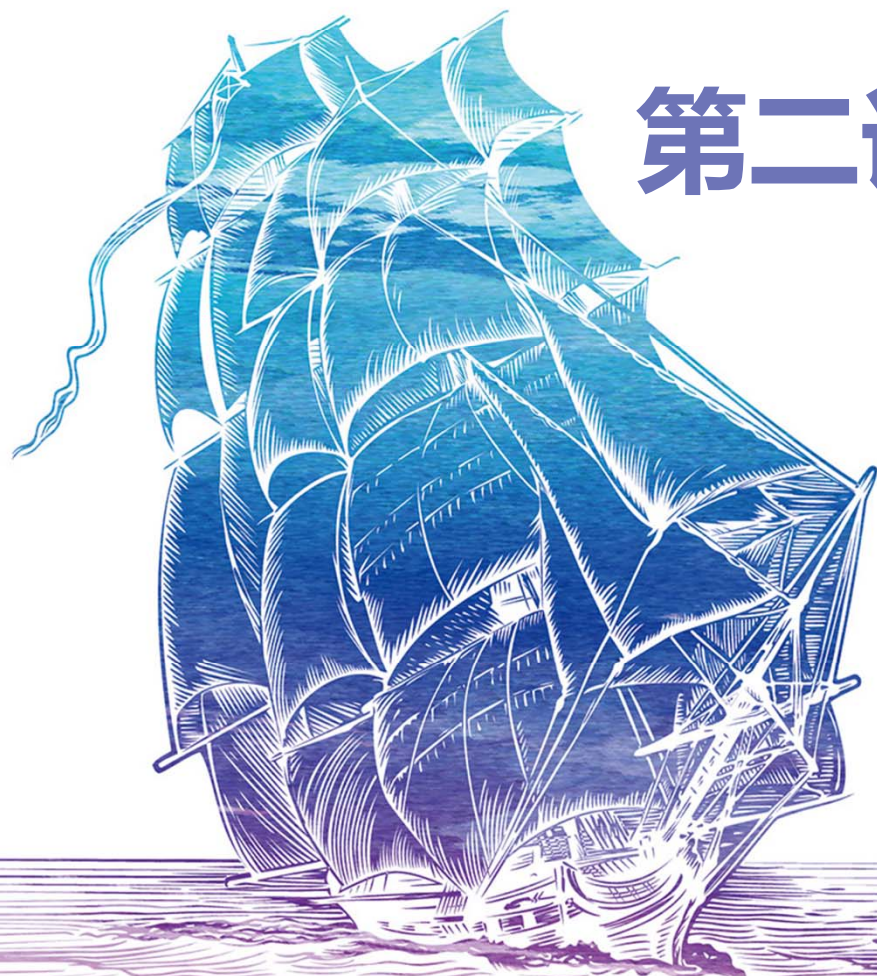


香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

第二课 无人帆船的硬件改造I

CUHK(SZ)

2019年7月



Contents

目录

01 帆船的信号传输

02 主控板及Arduino编程

03 舵机及实现

04 蓝牙及通讯配对

05 IMU及地磁校准



香港中文大學(深圳)

The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



01

帆船的信号传输

02

主控板及Arduino编程

03

舵机及实现

04

蓝牙及通讯配对

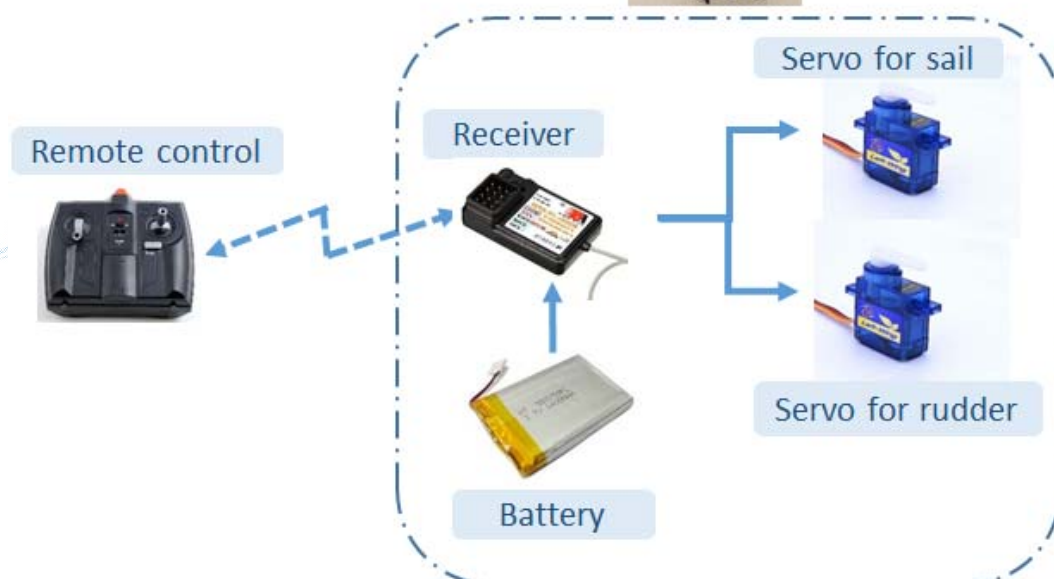
05

IMU及地磁校准

1. 帆船的信号传输——遥控帆船



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



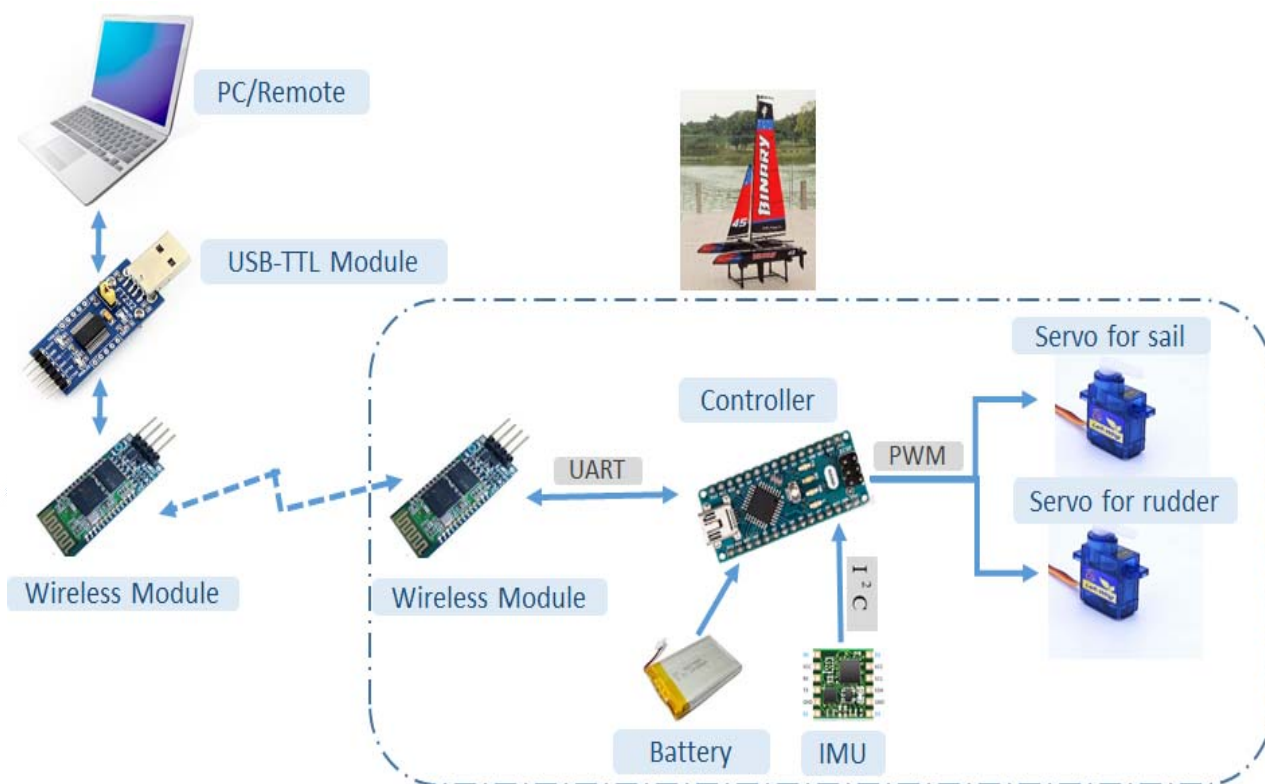
遥控帆船信号传输（虚线框表示船体内）

- 核心部件：信号发射器、信号接收器、2个舵机、电池。
- **信号发射器**安装在遥控器中，信号接收器安装于帆船中。当信号发射器发射信号时，**信号接收器**接收从发射器发射过来的信号。并根据信号驱动两个舵机运动。
- 遥控控制切换为计算机指令控制是实现帆船无人驾驶的第一步。

1. 帆船的信号传输——无人帆船



香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



无人帆船信号传输

- 核心部件：主控板、IMU、舵机、蓝牙模块、电源、USB-TTL模块
- 计算机通过**蓝牙模块**与安装于船上的**蓝牙模块**进行连接，蓝牙模块再将控制信号传输至主控板，由**主控板**控制两个舵机运动。同时，**IMU**读取帆船位姿、加速度等信息，反馈给主控板，用于指导航行。



01

帆船的信号传输



02

主控板及Arduino编程

03

舵机及实现

04

蓝牙及通讯配对

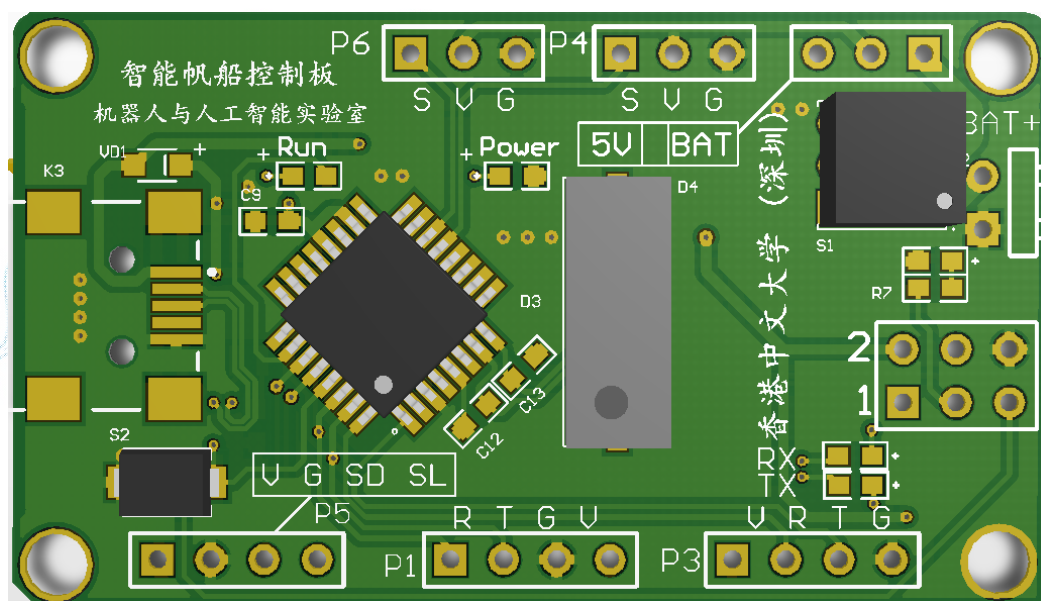
05

IMU及地磁校准

2. 主控板及Arduino编程



香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



帆船主控板

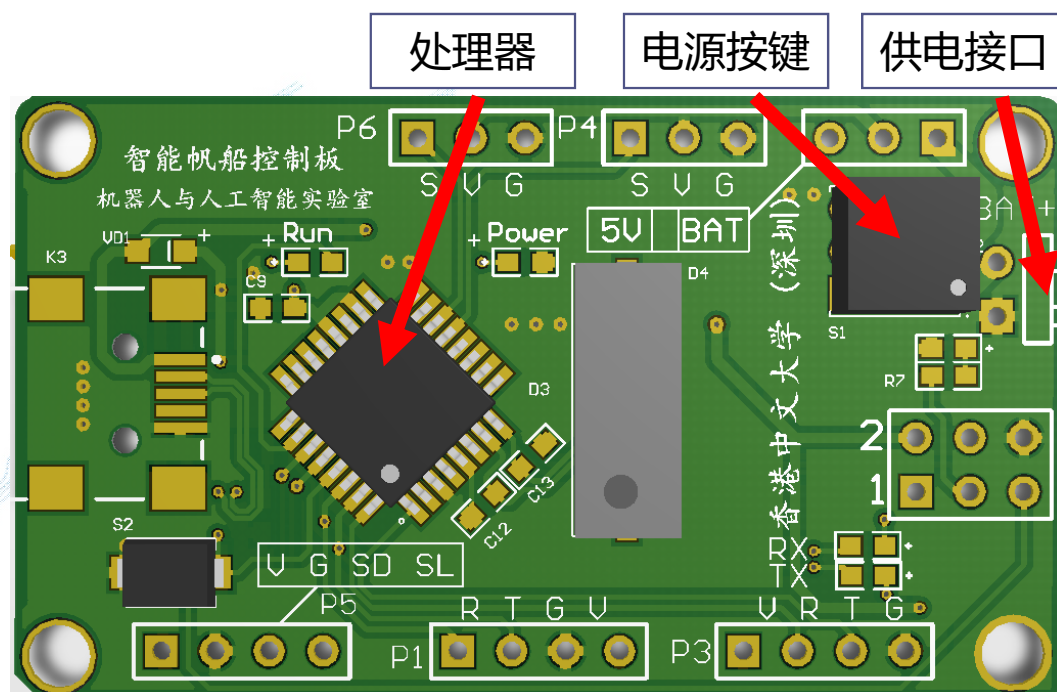
主控板：根据无人帆船应用而设计、定制的主控板。

- 功能类似于Arduino Nano;
- 结构更加紧凑、优越，使用更便捷。

2. 主控板及Arduino编程



香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



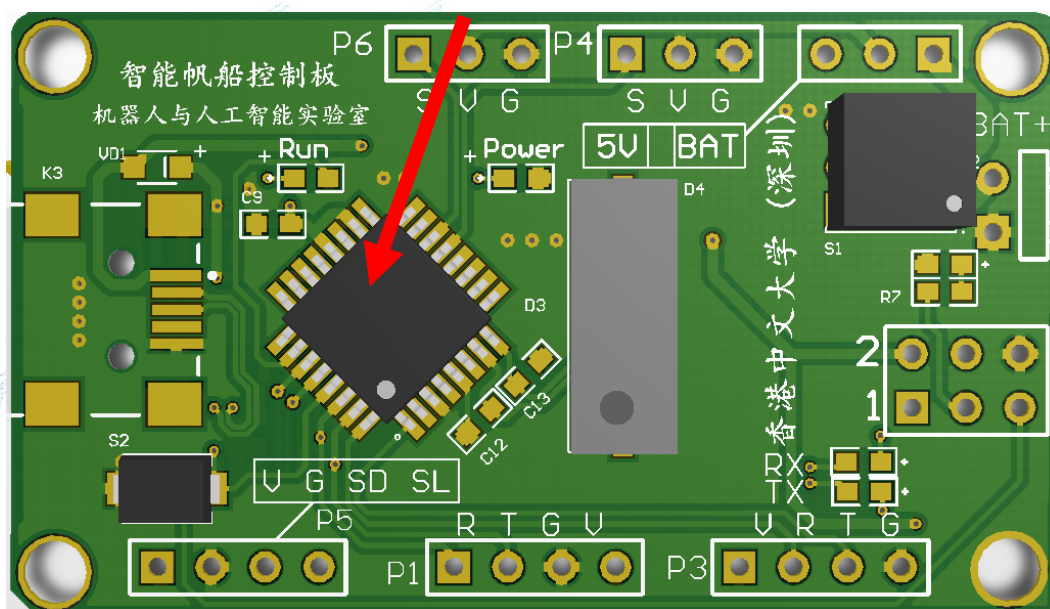
帆船主控板

1. **处理器**：主控板的核心所在，运行程序、算法；
2. **供电接口**：主控板要正常工作，首先需要有电。Vin, GND分别是Arduino Nano供电接口，相当于正极，负极。
3. **电源按键**：用于给主控板上电；

2. 主控板及Arduino编程



香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



帆船主控板

4. LED指示灯：共4个，分别为Rx, Tx, POW和L。

TX、RX分别为串口的发送和接受指示灯，当下载程序的时候这两个指示灯都将闪烁。

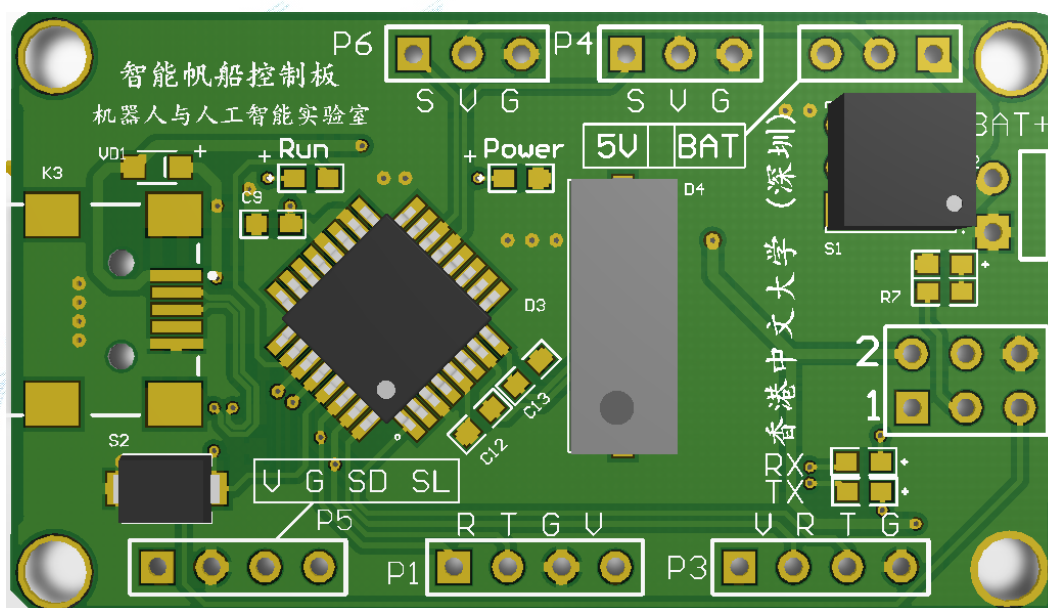
ON为电源指示灯，即当板子获得5V供电时ON指示灯将点亮。

L为程序运行指示灯，当数字D13口获得高电平信号时指示灯点亮。

2. 主控板及Arduino编程



香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



帆船主控板

5. 外设接口：包括2个舵机、IMU传感器、蓝牙接口；

6. 下载接口(Mini-USB接口)：程序在电脑上编写，完成后需要下载到主控板上。下载程序时，我们可以通过下载数据线将Arduino板与电脑连接，从而下载数据。

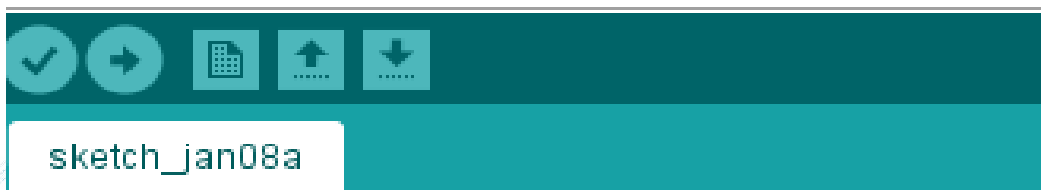
2. Arduino编程



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

sketch_jan08a | Arduino 1.8.5

文件 编辑 项目 工具 帮助



```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
}
```

Void setup()用于设置，初始化引脚模式等。Arduino启动时会调用 setup()函数。setup函数只能在Arduino板的每次上电或复位后运行一次。

Void loop() 正如它的名称所指，允许程序连续循环的更改和响应。可以使用它来主动控制Arduino板。

2. Arduino编程



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

示例：LED灯闪烁

① 编写代码

1. 定义接口

```
int ledPin = 4;  
//定义数字4接口，连接LED灯
```

2. void setup() 内部编写设置代码

```
void setup ()  
{  
    pinMode (ledPin, OUTPUT);  
    //定义小灯接口为输出接口  
}
```

3. void loop () 内部编写执行代码

```
void loop ()  
{  
    digitalWrite (ledPin, HIGH);  
    //高电平，点亮小灯  
    Delay (4000); //延时4秒  
    digitalWrite (ledPin, LOW);  
    //低电平，熄灭小灯  
    Delay (4000); //延时2秒  
}
```


2. Arduino编程



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

② 保存文件

按Ctrl + S，在弹出来的窗口中选择路径，并改写工程文件名称，点保存即可。

注意:工程的命名不能有中文，不能有空格，新建工程会在选定的路径下自动生成一个同工程名的文件夹。

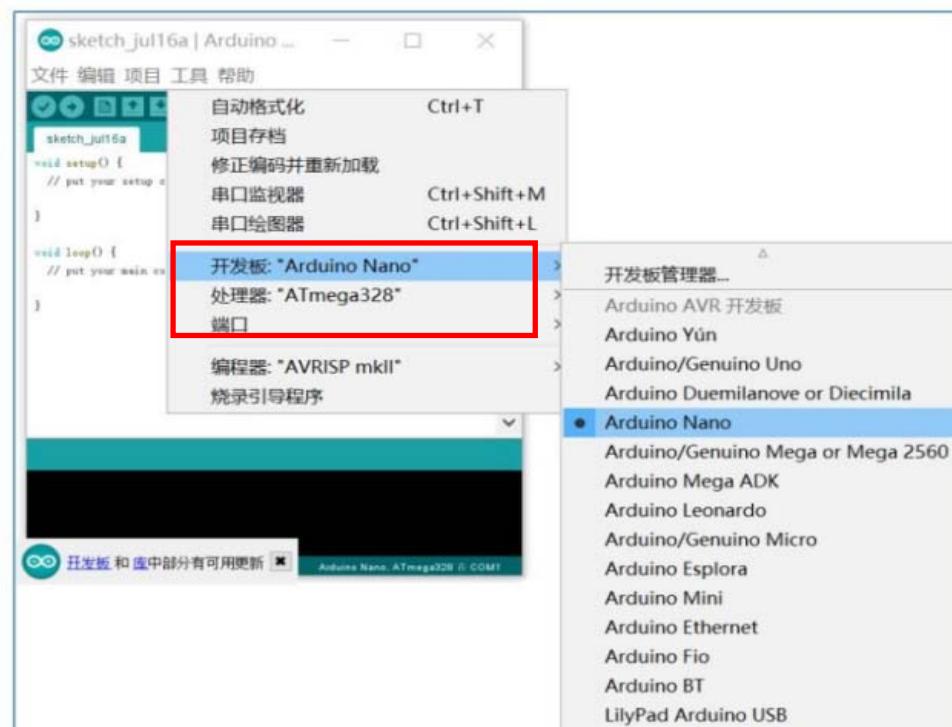
2. Arduino编程



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

③ 配置环境（选择正确的Arduino主板及串口）

工具->开发板->Arduino Nano，处理器选择Atmega328，端口选择开发板相应端口。



2. Arduino编程



④ 编译下载（检查是否存在程序错误）

选择第一个“√”按钮进行程序编译，IDE会将编译的结果反馈体现出来。

或者直接选择编译下载，如所有结果正确就会出现如图5的结果。



编译成功



01 帆船的信号传输过程

02 自主设计主控制板



03 Arduino编程

04 蓝牙及通讯配对

05 IMU及地磁校准

3. 舵机及其实现



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

电机的种类很多，常见的小型电机有2种：

- 一种是由于风扇的小型电机，这类电机一般转速较快，处于高速持续转动。
- 另一种是由于调整舵角的小型伺服电机，也即是一些玩航模、船模的人俗称的舵机。



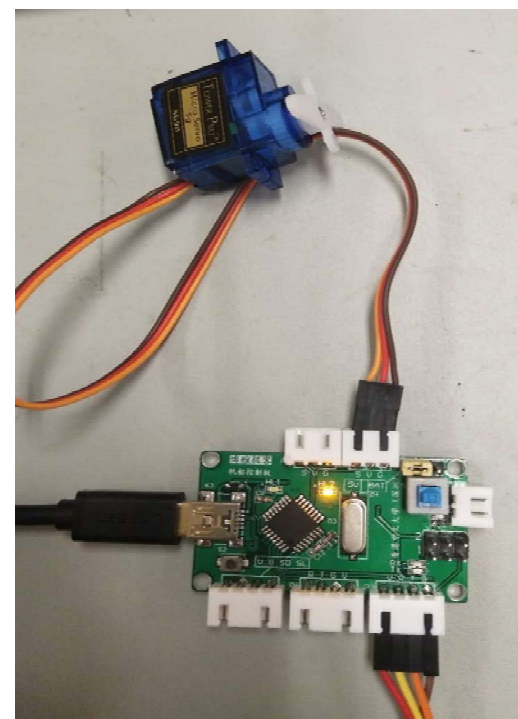
舵机

3. 舵机及其实现



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- 舵机输入线共有三条，如图8所示。红色是电源线，棕色为GND地线，橙色为信号线，与主控板上V、G、S分别对应。
- 电源有两种规格，一是4.8V，一是6.0V，分别对应不同的转矩标准，即输出力矩不同。一般而言我们给定舵机5V的电压也是满足多数应用场合的。



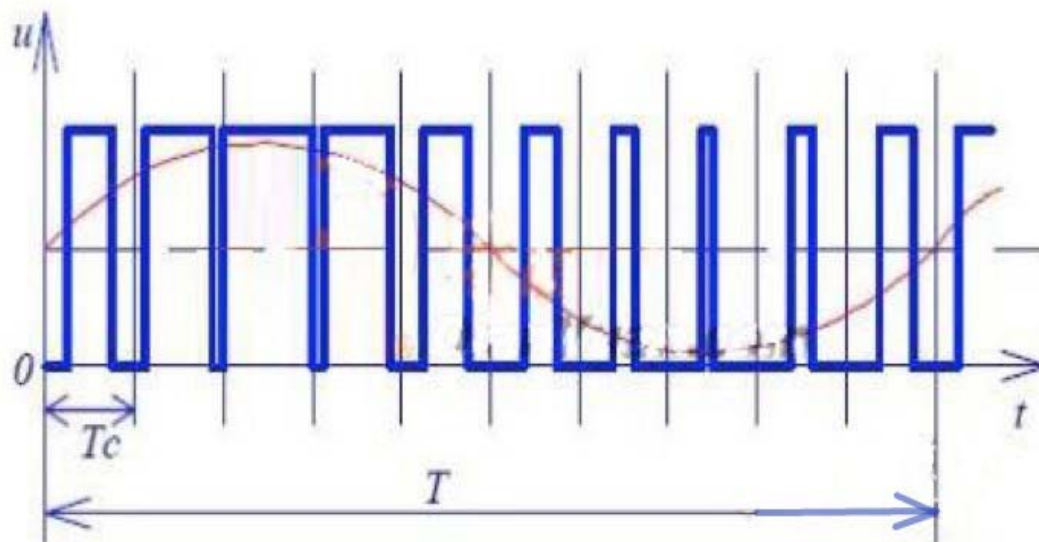
舵机与主控板硬件连接图

3. 舵机及其实现——PWM信号



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- **PWM**, Pulse Width Modulation, 即脉冲宽度调制。它是通过对一系列脉冲的宽度进行调制, 等效出所需要的波形 (包含形状以及幅值)

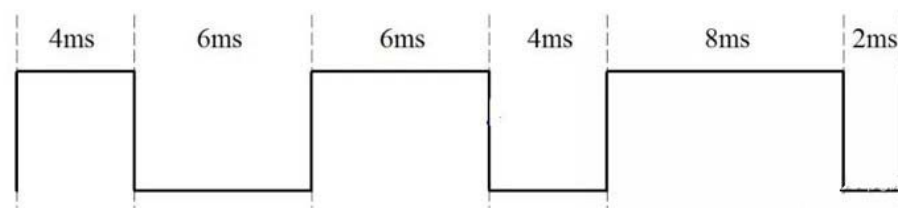


3. 舵机及其实现——PWM信号



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- **占空比**是指在一个周期内，信号处于高电平的时间占据整个信号周期的百分比。



PWM信号图

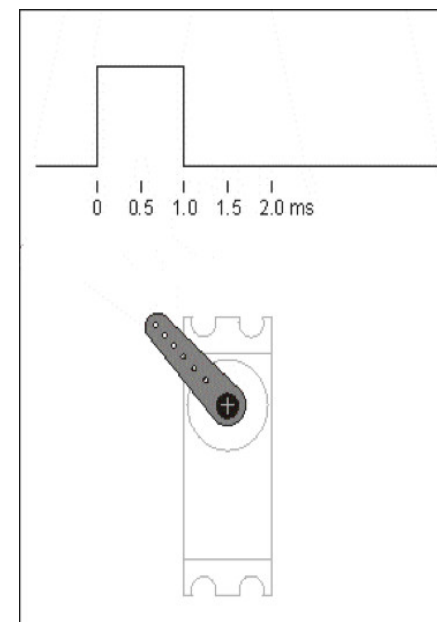
占空比分别为40%，60%和80%。

3. 舵机及其实现——PWM信号



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- 舵机的控制信号周期为20ms的脉宽调制 (PWM) 信号，其中脉冲宽度从0.5-2.5ms, 对应的舵盘位置为0°- 180°。
- 当给舵机提供一定的脉宽，它的输出轴就会保持在一定对应角度上，无论外界转矩怎么改变，直到给它提供一个另外宽度的脉冲信号，它才会改变输出角度到新的对应位置上，



脉宽调制 (PWM) 信号

3. 舵机及其实现



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



3. 舵机及其实现



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

3. 实践

- 打开Arduino IDE进行环境配置，并将舵机连好。
- 打开Arduino自带servo示例中的sweep。这个示例将实现servo顺时针及逆时针旋转。
- 编译程序并上传至主控板。



示例程序



01 帆船的信号传输过程

02 自主设计主控制板

03 Arduino编程



04 蓝牙及通讯配对

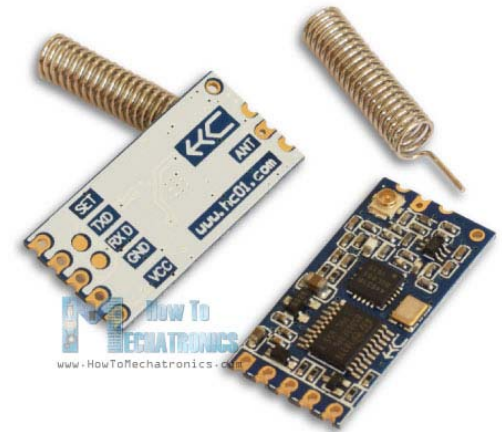
05 IMU及地磁校准

4. 蓝牙模块



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- 蓝牙 (Bluetooth®)：是一种**无线技术标准**，可实现固定设备、移动设备和楼宇个人域网之间的短距离数据交换（使用**2.4—2.485GHz**的ISM波段的UHF无线电波）。蓝牙技术最初由电信巨头**爱立信**公司于1994年创制，当时是作为RS232数据线的替代方案。蓝牙可连接多个设备，克服了数据同步的难题。



- 蓝牙存在于很多产品中，如电话、平板电脑、媒体播放器、机器人系统、手持设备、笔记本电脑、游戏手柄、以及一些高音质耳机、调制解调器、手表等。蓝牙技术在低带宽条件下临近的两个或多个设备间的信息传输十分有用。蓝牙常用于电话语音传输（如蓝牙耳机）或手持计算机设备的字节数据传输（文件传输）。

4. 蓝牙模块



香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- 蓝牙模块主要引脚:

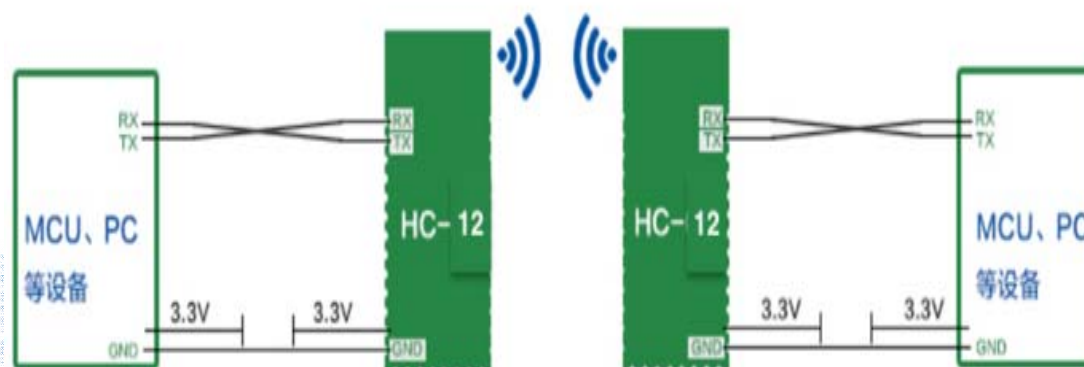
VCC为电源引脚, 一般要求直流3.3V电源;

GND为地;

TXD为输出;

RXD为输入;

RST为模块复位脚;



两个蓝牙分别与MCU, PC连接, 建议MCU与 PC之间的通讯

4. 蓝牙模块——蓝牙配对



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

Step 1: 进入AT指令

- 模块上电，不配对的情况下，就是AT模式了。两条指令之间的时间间隔1s左右。
- 默认出厂参数：工作模式 FU3，波特率 9600bps，通讯频道 CH001(433.4M)。

Step 2: 蓝牙配对

- 通过串口助手发送AT指令到蓝牙串口模块，可以对蓝牙模块进行配置，蓝牙模块收到正确的AT指令将返回OKsetPIN等表示设置成功的信息到串口助手。
- 当使用2块蓝牙模块A,B进行配对时，需要按照下表的AT指令设置频道进行配对。此后断电，重新上电，模块会自动配对。

序号	作用	AT指令 (小写x表示参数)
1	测试通讯	AT
2	改蓝牙串口通讯波特率	AT+Bxxxx
3	更改无线通信频道	AT+Cxxxx
4	更改模块串口透传模式	AT+FUx (可选 FU1、FU2、FU3 和 FU4 四种模式)
5	设置模块的发射功率等级	AT+Px (x 可取 1—8)
6	获取模块的单项参数	AT+Ry (y 为 B、C、F、P 中的任一字母， 分别表示：波特率、通信频道、串口透传模式、发射功率)
7	获取模块的所有参数	AT+RX (依次返回当前模块的串口透传模式、串口波特率、通信频道、发射功率等信息)
8	查询模块固件版本信息	AT+V
9	设置睡眠模式	AT+SLEEP
10	恢复出厂默认值	AT+DEFAULT

4. 蓝牙模块——蓝牙配对

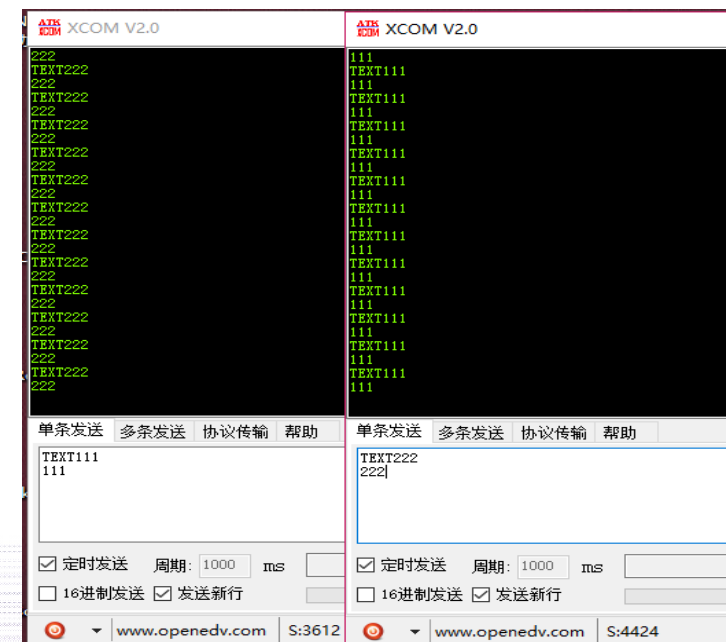
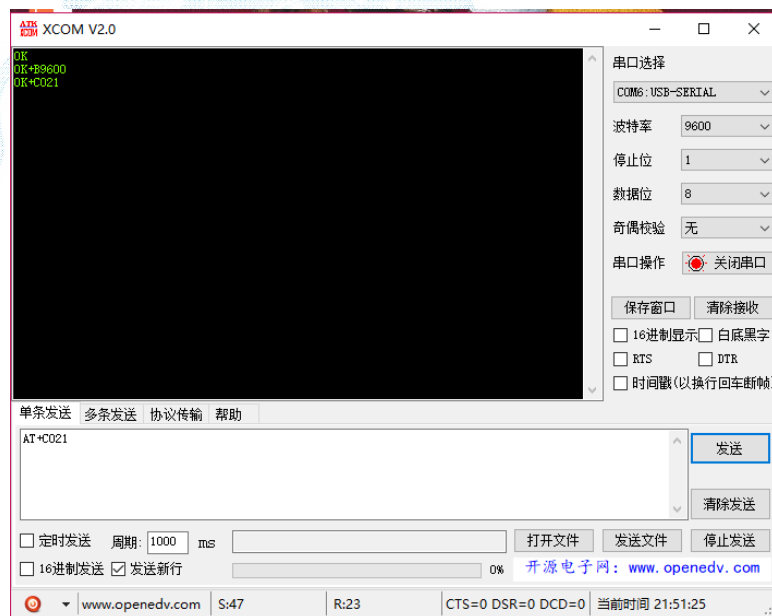
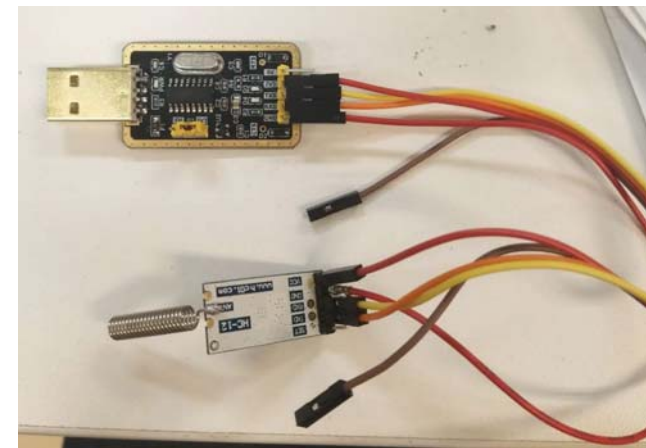


香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

Step 1: 连接蓝牙模块与USB-TTL模块，并接入电脑。

Step 2: 设置蓝牙模块。

Step 3: 蓝牙配对并发送指令



4. 蓝牙模块——蓝牙配对

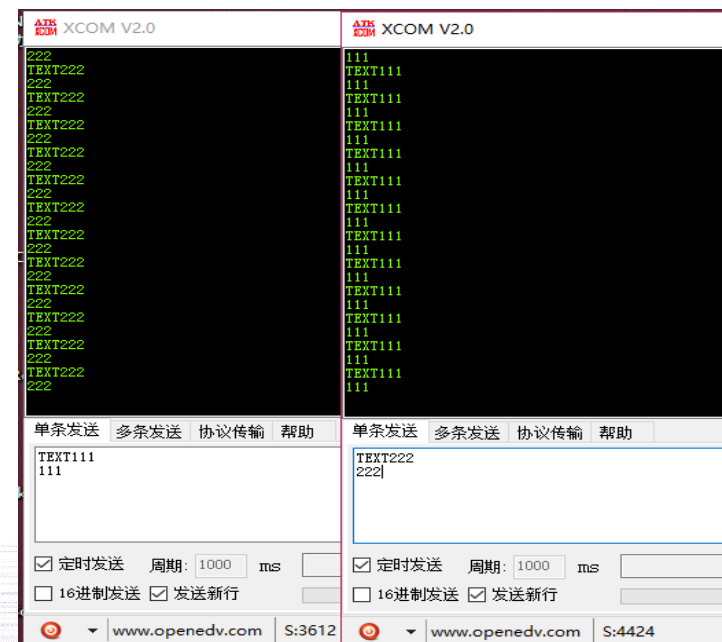
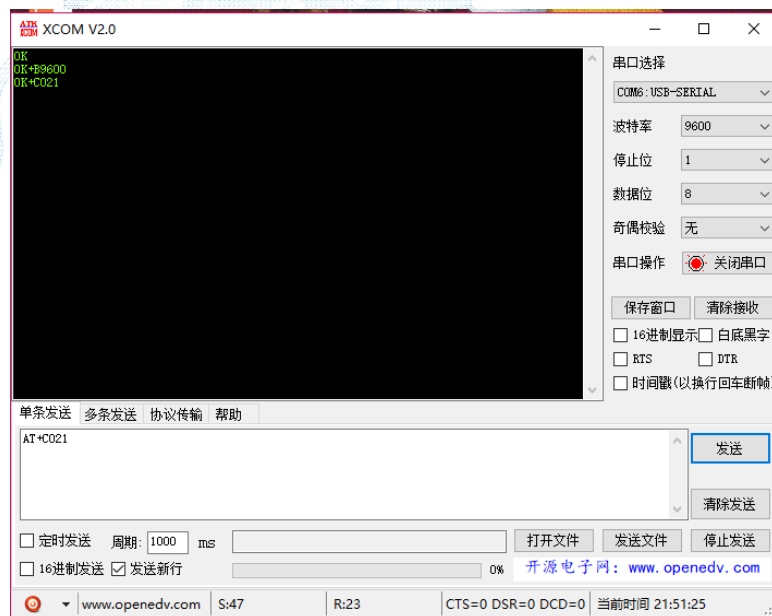
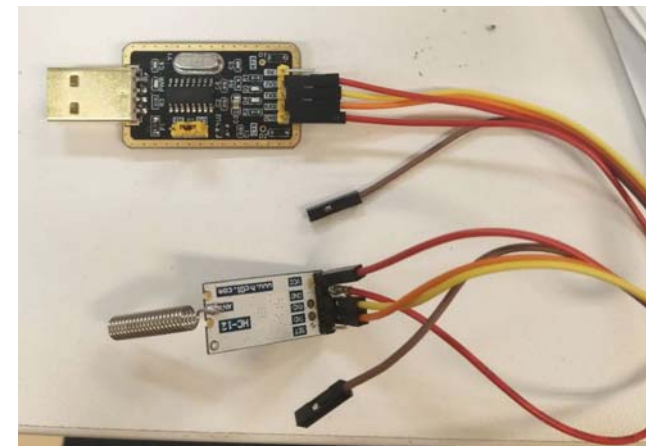


香港中文大学(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

Step 1: 连接蓝牙模块与USB-TTL模块，并接入电脑。

Step 2: 设置蓝牙模块。

Step 3: 蓝牙配对并发送指令





01 帆船的信号传输过程

02 自主设计主控制板

03 Arduino编程

04 蓝牙及通讯配对

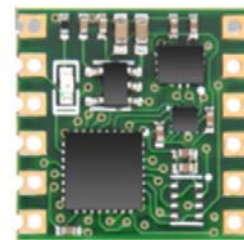


05 IMU及地磁校准

5. IMU模块



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen



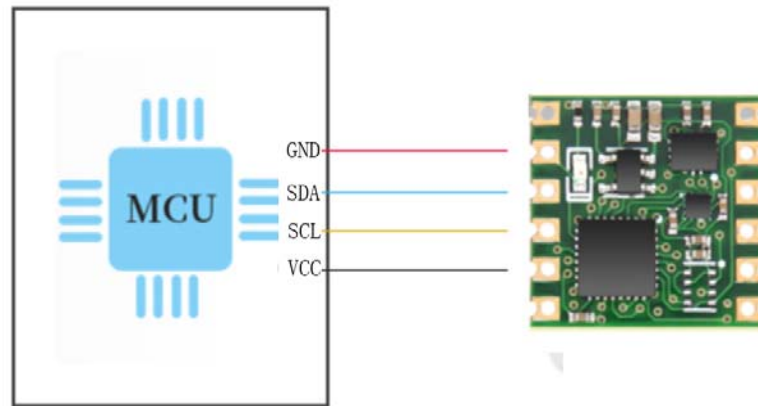
- IMU (Inertial measurement unit) , 惯性测量单元
- IMU最初主要运用在直升机模型上, 现已被广泛运用于手机等移动便携设备。其可通过多种方法读取轴所指示的方向, 并自动将数据信号传给控制系统。
- JY901集成了三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴角度测量、地磁测量四元数功能。采用高集成MEMS传感器, 通过读取传感器数据, 经过复杂动力学解算与动态卡尔曼滤波算法, 得出精准的三轴数据然后通过TTL电平串口, 将数据传输出来

5. IMU模块

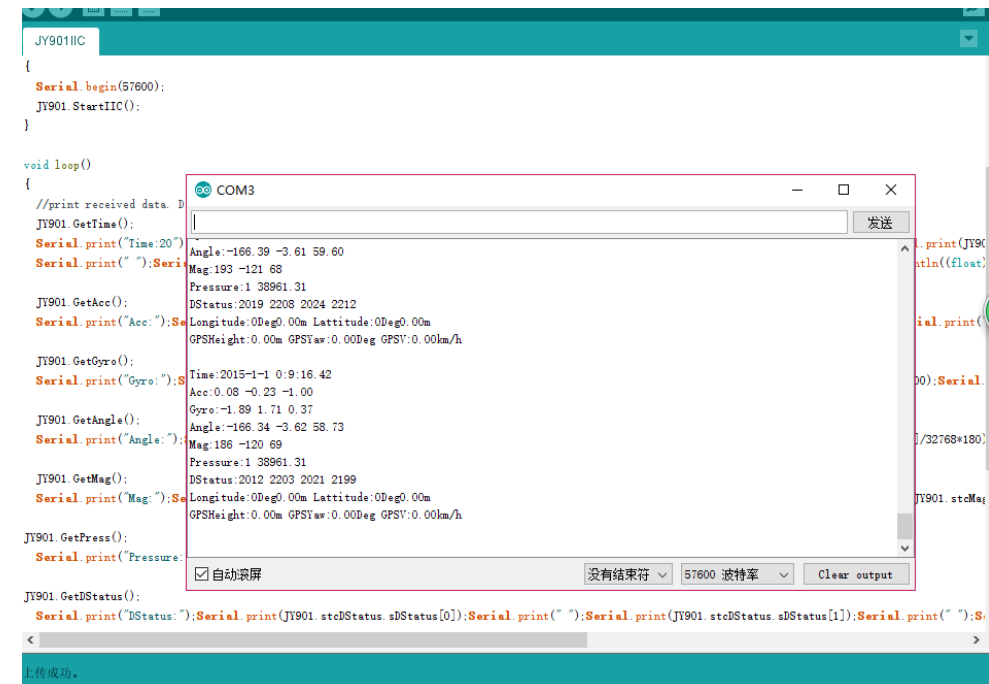


香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

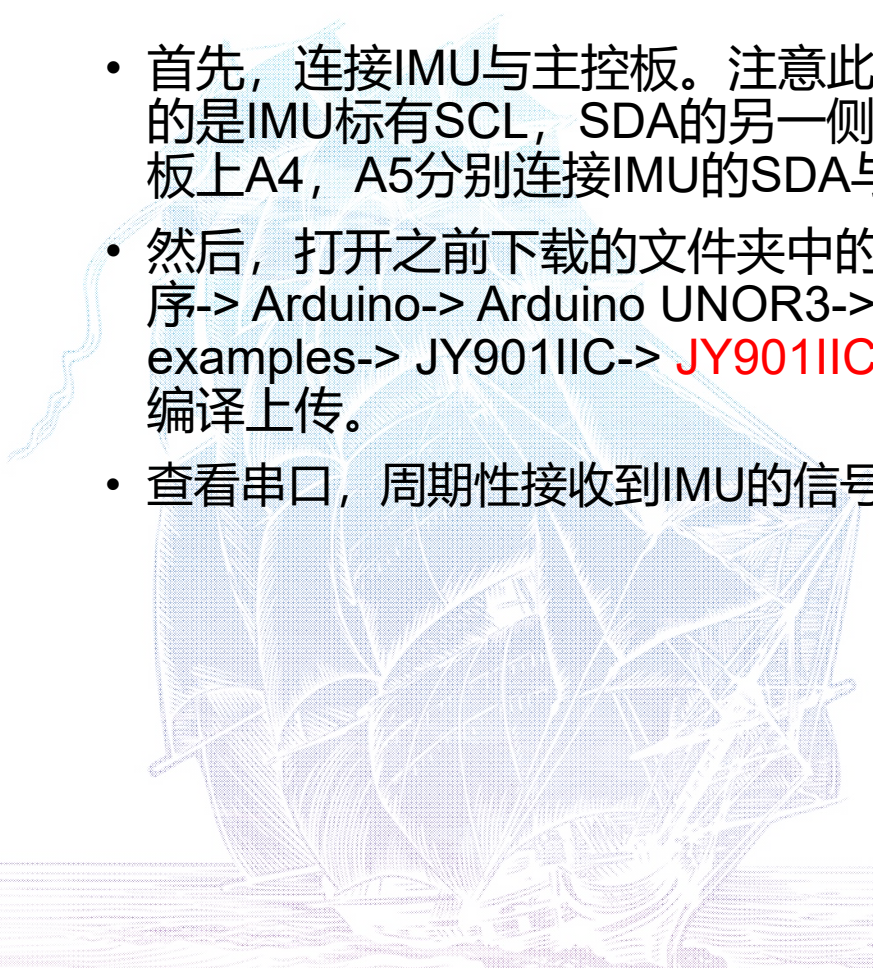
IMU模块的VCC、SCL、SDA、GND分别与MCU的+5V/3V3、SCL、SDA、GND对应相连。

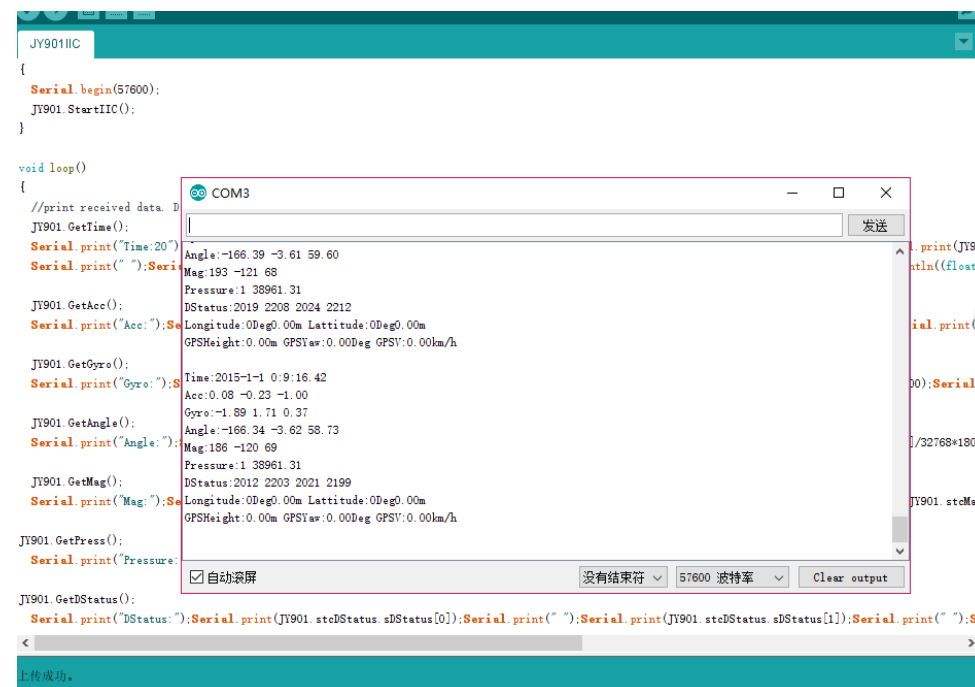


加载IMU库?





- 
- 首先，连接IMU与主控板。注意此的是IMU标有SCL， SDA的另一侧板上A4， A5分别连接IMU的SDA与
 - 然后，打开之前下载的文件夹中的序-> Arduino-> Arduino UNOR3-> examples-> JY901IIC-> **JY901IIC**编译上传。
 - 查看串口，周期性接收到IMU的信号

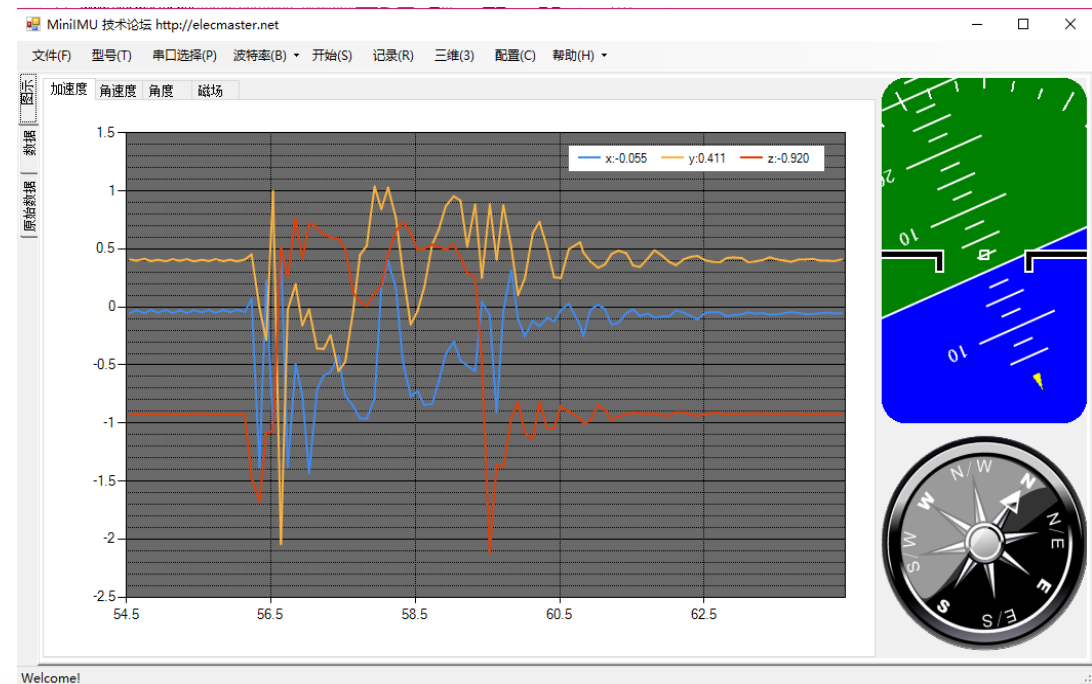
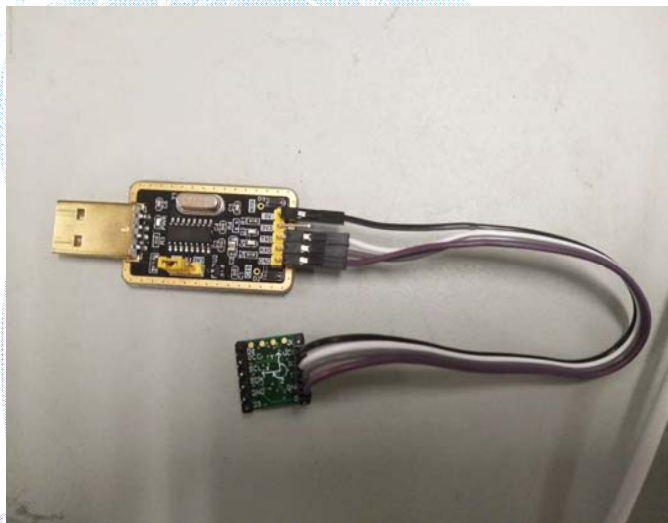


5. IMU模块



香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

- 连接IMU模块与USB-TTL模块，并接入电脑。
- 下载上位机软件。
- 连接IMU。

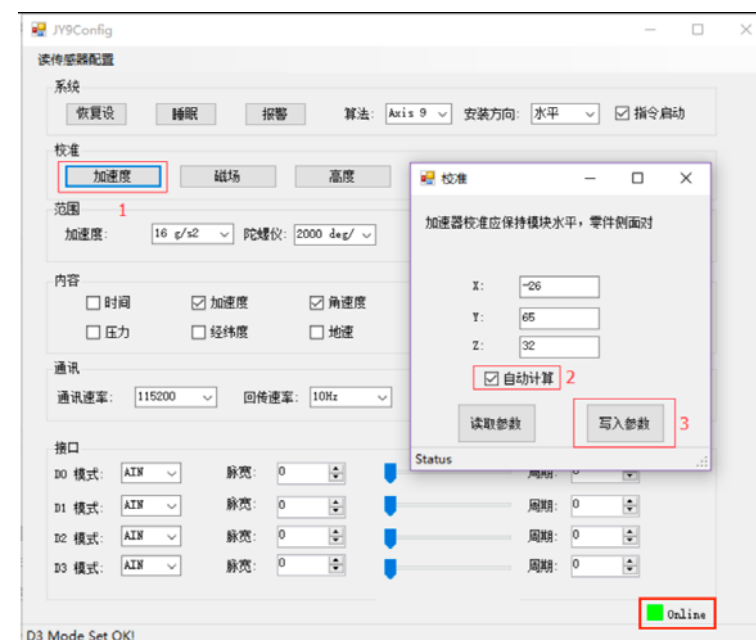




3. IMU地磁校准

JY901 模块的校准包括加计校准、磁场校准
加计校准。

- 首先，使模块保持水平静止，点击配置栏里的加速度，会弹出一个校准界面。然后，把**自动计算选项勾上**，上位机会自动计算加速度零偏值，再点击写入参数。
- 打开左侧的数据面板。此时调试后的加速度在xy方向应接近0，在z方向上接近1g (重力加速度)。



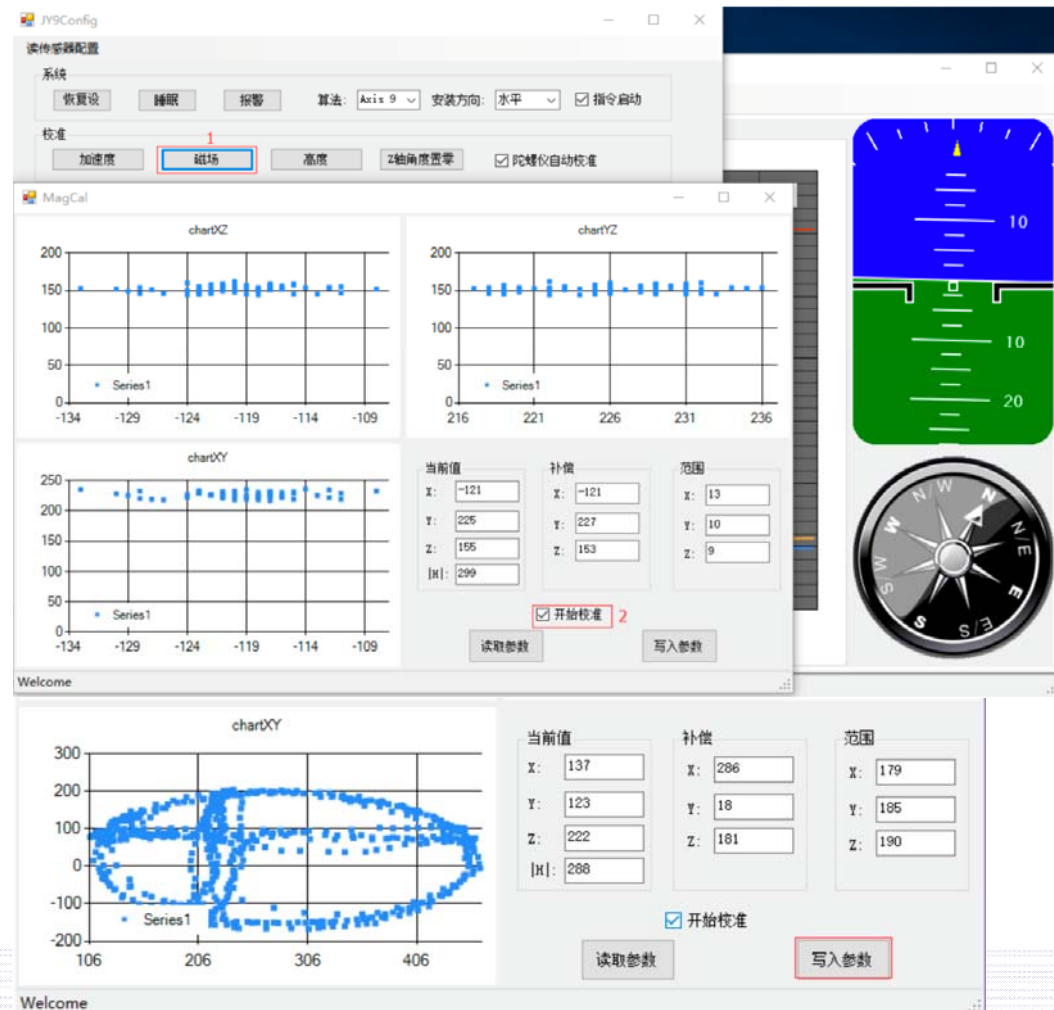


5 IMU模块

3. IMU地磁校准

磁场校准。

- 校准时，先连接好模块和电脑，将模块放置于远离干扰磁场的地方(即远离磁和铁等物质20CM以上)，再打开上位机软件。
- 首先，打开“配置”窗口并选择磁场，弹出MagCal窗口进入磁场校准模式。选择开始校准。
- 然后，然后缓慢绕三个轴转动模块，让数据点在三个平面内画点，可以多转几圈，等画出比较规则的椭圆以后，就可以停止校准了。校准完成后点击写入参数。





香港中文大學(深圳)
The Chinese University of Hong Kong, Shenzhen

谢谢聆听

