

测试与调试方法

嵌入式中的测试，与软件系统最大的不同就是需要软硬协同，比如电机控制等等。尤其是涉及到**闭环控制**的场合，必须要保证测试占用的CPU资源不能影响正常的控制任务执行周期，也就是说，**测试消耗的系统资源越少越好**。好的测试手段，能够帮助提高整个系统的开发效率。

下面给出了几种个人比较常用的嵌入式调试方法，这些方法都比较简单，可以应对大部分场景。

IO

直接用IO口表示状态，可以使用万用表、示波器、逻辑分析仪等设备观察IO的信号变化。是最容易实现和最快的调试方法，并且占用的资源很少，不会对程序本身的运行造成负担，就是可以传递的信息太少了。

串口打印

IO测试可以做到快速调试，但是我们的系统复杂到一定的程度后，会有大量的控制变量。这时候我们可以使用串口实时打印变量。在使用串口调试的时候要注意，如果单片机支持UART的DMA的话，**最好使用DMA**，这样串口的传输不会占用CPU的资源。如果没有DMA的话，要注意，串口的输出是**阻塞**的，也就是说串口在输出的时候，CPU什么都不能干。所以要先评估一下输出的数据量，不要让串口输出占用了正常程序的运行时间，可以将串口的波特率设置高一点。

另外如果有单片机支持USB协议的**CDC**类模拟串口(VCP)的话，也可以使用VCP输出数据，这个是非阻塞式的，即使不使用DMA也不会对其他任务产生较大的影响。

这种方式的成本也比较低，只要配置好UART并且将**printf**重定向后基本上就和IO调试一样快速简便。就是在较大数据量的调试的时候尽量不要使用。

内存缓冲

既然使用串口实时输出大量数据会阻塞程序的运行，那我们可以在RAM中开辟一个**二维数组**来记录程序运行过程中产生的大量数据，然后最后使用串口将这些输出全部打印出来。但是当数据量比较大的时候，这种方式就需要考虑到单片机板载RAM的大小了（或者如果单片机有FMC控制器的话直接外置一个RAM也行）

SD卡

也可以用SD卡记录信息。就像“黑匣子”一样，可以记录更加极端环境下的信息，可以观察小车冲出赛道时的各个变量的情况，也可以记录摄像头的**图像**。一般单片机都会有**SDIO**接口，可以使用SDIO接口对SD卡进行读写。另外，维特智能出了一个SD卡记录仪，可以直接使用串口将数据写入SD卡，在硬件上就可以不用板载SD卡，软件上也不用再加上SDIO和文件系统的驱动，操作就和使用串口打印一样，方便了很多。



Debug

使用调试器进行单步、断点调试或者RAM在线调试这里就不详细说了。

上位机

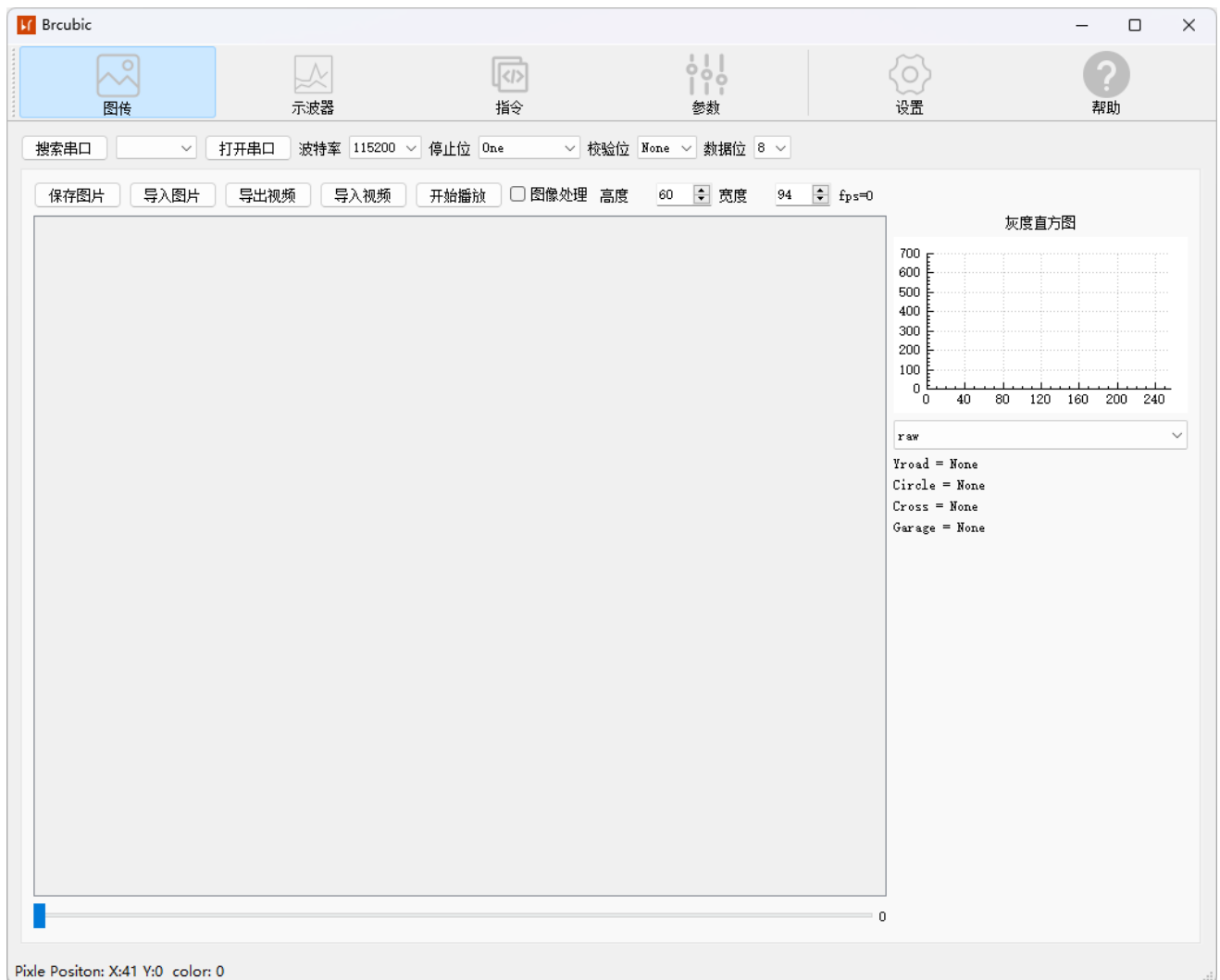
其实也应该归属于串口调试的范畴里吧。

在调试图像的时候或调试PID参数的时候，有一个上位机可以在电脑上远程调参和查看图像是最好的。所以我参考多个开源工程基于qt creator做了一个用于智能车调试的非常粗糙的上位机。

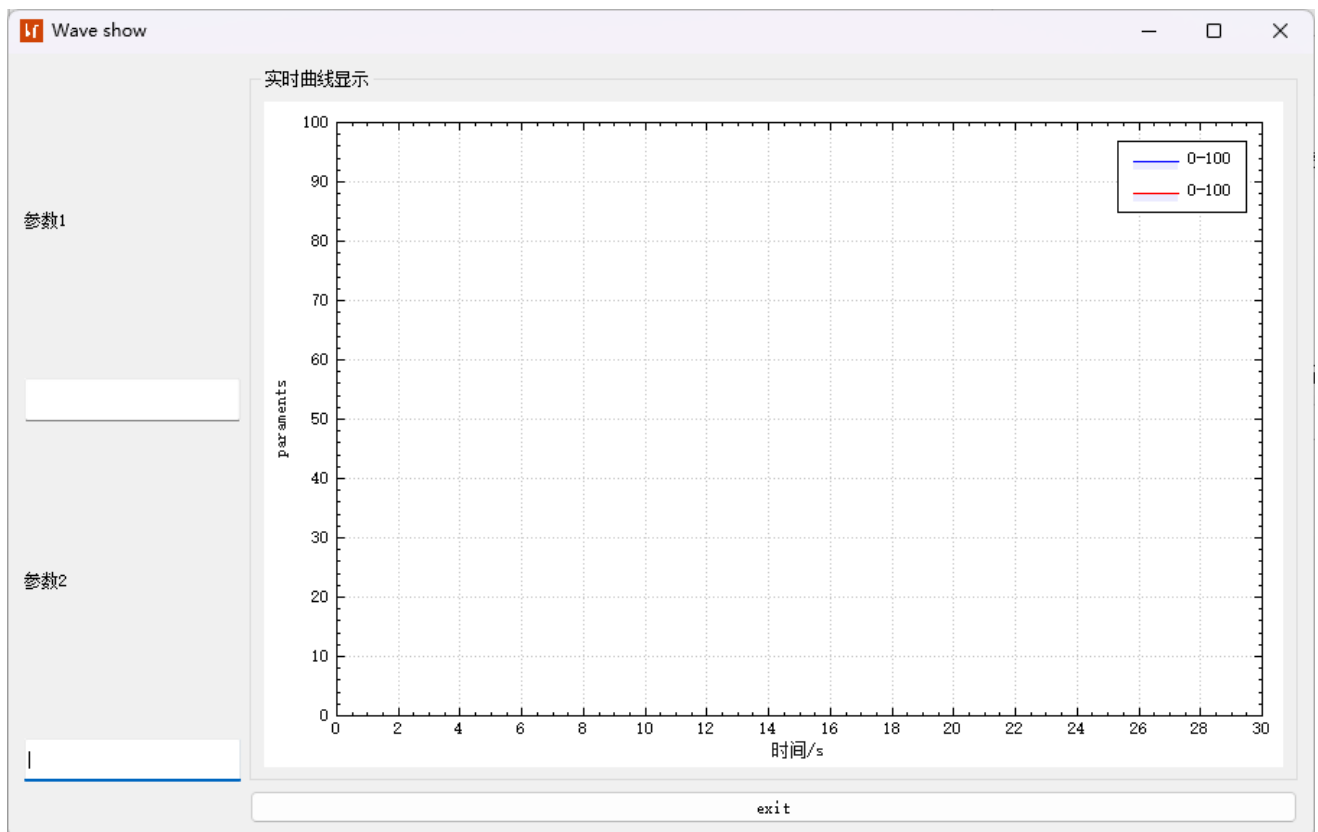
上位机可以**实时图传、显示波形、调节变量**。

图传功能还支持**图像处理**，图像处理的代码是在PC端运行的，这种方式有好有坏吧，使用qt creator非常强大的debug功能（也就是不能将程序release，说到底还是一个不完整的上位机），修改程序、迭代算法和查找问题变得更加方便，但是很难查看图像处理算法在单片机上实际的运行效率。

图传页面：



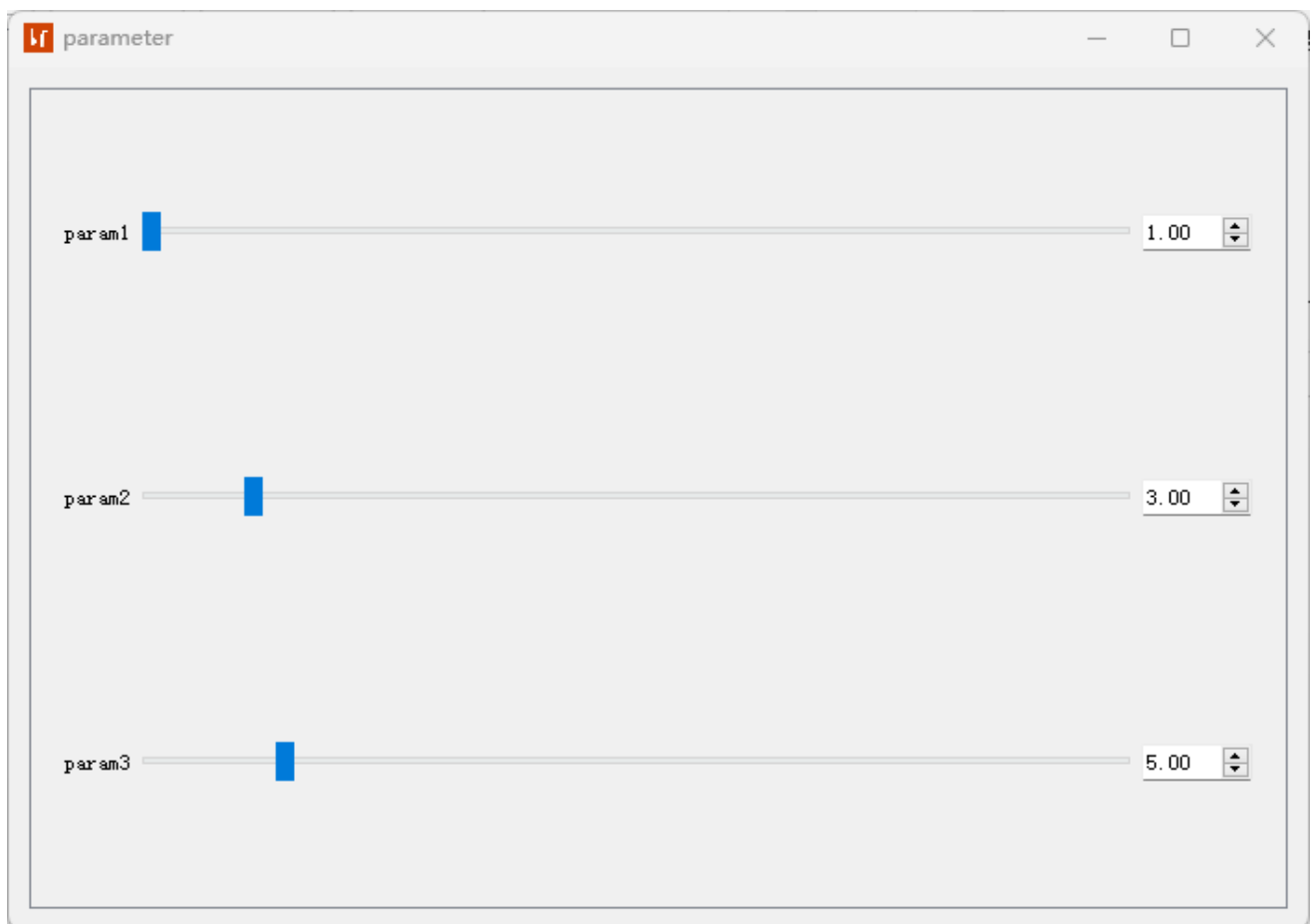
波形显示页面，虽然不如vofa+好用，但是作为一个上位机不能没有这个功能：



参数调节页面，下位机通过json格式上传要修改的参数，上位机就可以把参数显示出来并可以进行修改，将数据传回下位机，下位机做出相应的修改：

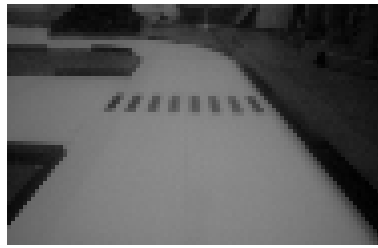
就像是这样的：

```
{  
  "type": "param",  
  "body": {  
    "num": 3,  
    "name": ["param1", "param2", "param3"],  
    "minvalue": [min1, min2, min3],  
    "maxvalue": [max1, max2, max3],  
    "stepvalue": [step1, step2, step3],  
    "currentvalue": [value1, value2, value3]  
  }  
}
```

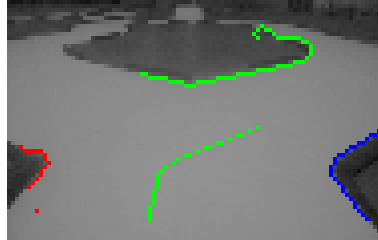


通过上位机可以查看和保存下位机传来的图像，下面是保存的一些传回的图像：





上位机开启图像处理保存的图像：



使用串口透传模块就可以实现无线调参了，这个是逐飞的2.4G无线模块：

**逐飞科技**
SEEKFREE

✓ 操作简单易上手

✓ 传输距离更远

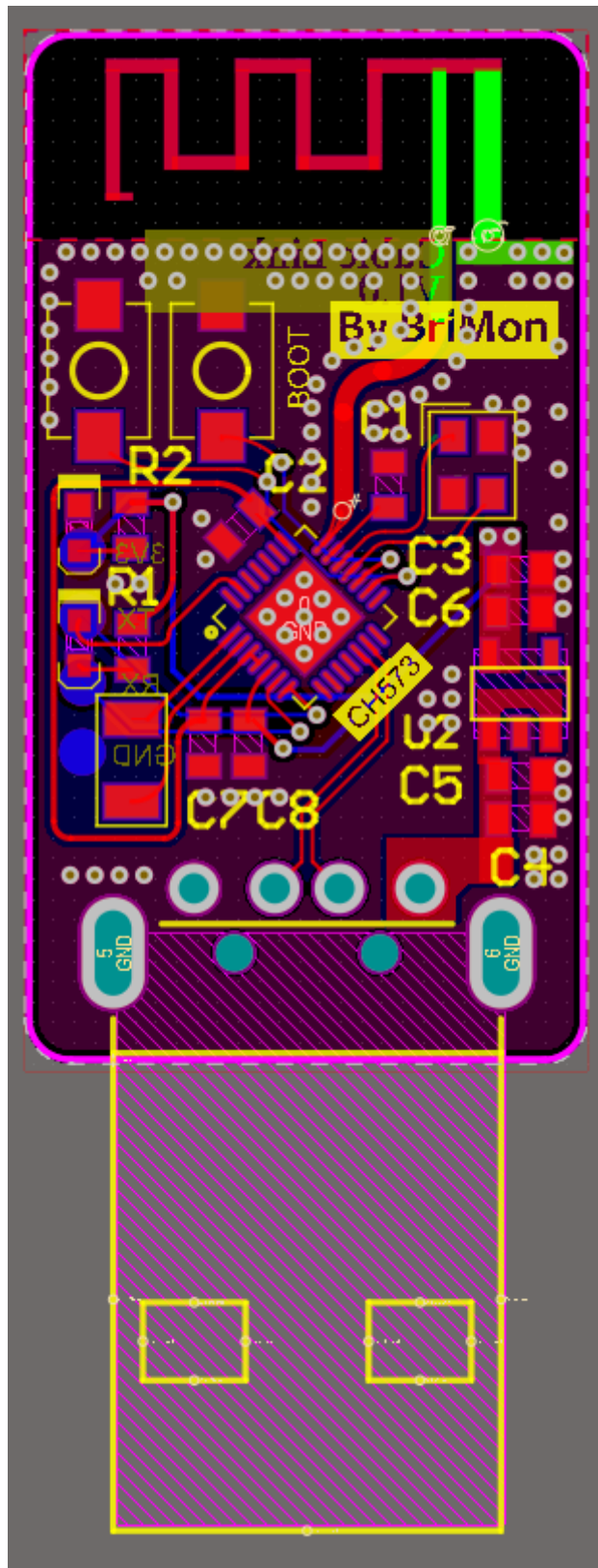
✓ 传输速度更快



立即购买»

无线模块套件

也可以根据具体的赛题开发响应的无线调试模块。比如十七届多车使用的CH573进行通信，所以我还为上
位机做了一个配套的573的模块可以加入三车的MESH组网中，这样一个上位机就可以调试三辆车的参数
了：



可惜的是，因为太懒了，调试的功能没有太完善，比赛准备的过程中调试的功能没有用上。

总

总的来说：

调试和测试的方法有很多种，每个人最常用的方法也不尽相同，适合自己的效率高的方法就是好方法。

上位机也不是必需品，但是可以提高调试的效率，这个东西也需要不断的去迭代完善来达到使用更加方便的程度。在这条路上还有很长的路要走。

advanced文件夹下Brcubic文件夹是上位机的源代码，使用qt creator 4.11开发。等待大佬去完善这座屎山