## 里程计计算角度和坐标

使用里程计计算角度和坐标。

原理：在调车的时候，可以对车体的X，Y方向速度和车体自转角速度进行规划，然后根据矩阵关系转换到轮子的速度上。那么我们就可以通过求矩阵的逆，把轮子的速度转换为车体

X，Y方向上的速度，已经自转角速度上去。

过程：轮子越小，轮子构成的圆的内径越大，轮子打滑越小，编码器精度越高，误差越小

结果：自转时角度误差小，其他的都比陀螺仪和里程计结合的误差大。把此种方法计算出来的角速度发出来，会发现离散程度很高，因为轮子只有4096个脉冲，精度太低了，导致离散程度高。并且，轮子做小容易卡头发，定位系统又不能做大，把外接圆内径整大，轮子打滑又不可避免。

展望：可以辅助定位。比如在自转时，静止时，角度变化小时。可以查到补偿里程计累积误差的论文，也想过用卡尔曼滤波融合里程计定位和陀螺仪和里程计定位的数据，但是没有试，估计效果不好。因为两者分配比不知道，也肯定不是一个定值。

## 温飘

静止状态下输出角速度不为0成为零飘，零飘有初始偏置误差，有随时间漂移的误差，有随温度变化的误差。随温度变化的误差称为温飘，温飘与温度大致呈线性关系，从陀螺仪参考手册上可以找到。有人说，温飘与温度变化率有关系，没有验证过。具体想验证，可以设计验证方法。但是这是白费力气的，因为有随时间漂移的误差存在，所以如果这一个误差不消除，做任何实验都是徒劳。

过程：

试过不加热，自然升温的温度拟合。试过加热到固定温度的温度拟合。但都失败了。

试过三次插值，试过多项式拟合，试过线性拟合，但都失败了。

检测标准是，如果多次拟合，结果不相同，那拟合结果肯定是错的，因为规律是固定的，但是拟合规律的结果却不固定，肯定不对。如果今天测的几次都差不多，明天或者一个月后不一样，那肯定也不会是对的。

结果：改进了两处。

一个是对温度的控制。在正常工作中，为了适应环境温度，目标加热温度永远是环境温度（初始温度）加上5度，并且不能超过49度，以防止连续多次开电导致温度过高。另外，无论什么传感器，最好都进行滤波，因此对温度进行了低通滤波，之前学长在做温控的时候，因为没有进行滤波，所以温度控制得很不准。另外，也设想以后可以来个温度PID自整定，就是根据自动控制原理，对不同温差，建一个相对应的PID表。也可以记录上一把开电，温度稳定的控制器输出，存到flash里，对这次也许有用。在拟合温度与温飘的关系时候，温度加热是每分钟增加一定百分比，而不是每个周期都规划一个目标温度，这样可以使温度变化很缓慢，很平滑，降低滤波器延时影响，使结果接近真实值。

另一个是对温飘规律进行测量时，会通电静止两个小时，其目的就是减弱随时间的零飘对其的影响。另外温度加热或降低时，PWM改变速率也很慢，保证温度变化连续，温飘变化连续。

结果发现，温度对零飘的影响很小，甚至可以忽略不计。所以，比起对温飘关系进行拟合，不如把温度控制好。把电阻放到芯片周围，减小传感器延时，热传导延时，保温做好，也可以防干扰。这样可以在五六秒内实现温度0.1℃的恒定，比拟合温飘更有效可行。

#### 卡尔曼滤波

卡尔曼滤波是用来把两个传感器数据融合的算法，是一种最优估计，严格来说不是传统意义上的滤波。

通常，陀螺仪的误差会随时间累积的，为了减小这种误差，所以另外使用加速度计和磁力计这种绝对式传感器（不随时间，里程等累积量产生漂移）去融合陀螺仪的数据。加速度计可以得出俯仰角和翻滚角，磁力计可以得出航向角。用卡尔曼滤波可以对上述传感器进行融合，可以查阅AHRS有关内容。同时，卡尔曼滤波器又有拓展卡尔曼，无迹卡尔曼等变种卡尔曼滤波器，大多是为了自适应，线性化等需求。当然，融合方式也不止卡尔曼滤波器一种，互补滤波也可以进行融合。

所谓融合，简单来说就是优势互补。陀螺仪有慢性漂移，但动态性能好，加速度计测的是总加速度，所以动起来几乎就没作用了，但静态效果却很好，所以可以采用适当的融合算法将两者进行融合。

另外，同低通滤波器一样，如果把卡尔曼滤波器的预测量都变成上一刻的值，或者上几刻的加权平均，卡尔曼滤波器也可以把减小数据噪声，使其更平滑。所以如果对陀螺仪数据单单进行卡尔曼滤波，在某些方面有一定的道理，比如用阈值判断静止，如果静止的时候角速度抖的厉害（本身就抖，车体抖），很容易超过阈值，就可以用卡尔曼滤器滤一下。但是，认为把原始角速度经过卡尔曼滤波器，再用其角速度积分，是天真的。因为刚刚说了，这不是传统滤波器，不是用来滤波用的。

#### 陀螺仪参考手册

陀螺仪参考手册好好看。比如里面有一个配置低通滤波器的。2018大赛里，自动车运动较复杂，截止频率不能配低，不然有些运动检测不到。但手动车就一条直线，所以截止频率可以低，这样角速度的方差好，极值差也小，效果也更好。又比如，陀螺仪写寄存器要有的延时，才能写下一个寄存器，这和SPI时序图有关，最后对照示波器看一看。又比如，陀螺仪存在多个延时，比如上电初始化延时，加速度计划唤醒延时，这些延时不给不行的，所以要认真看参考手册。

#### 随时间的零飘

这是陀螺仪处理最难的一项。随时间增长的零飘是不确定的，所以用拟合做不通，目前只能检测静止时，采集一段数据，更新零飘。（上电初始化不能动，也是因为在取零飘）

1. 零飘的规律不确定，不能用特定方程式拟合。（处理数据时都要滤波，一般取平均，低通等，这样看着好看，但真正用的时候，滤不滤要看情况，因为滤波一是有延时，二是可能改变平均值，使数据失真）
2. 运动后再静止，零飘就变了（待验证，阳哥说的）
3. 书上说可以用ARMA建模，试了，没用，书上也说了，没用
4. 书上说是一阶马尔柯夫过程。哦，不太清楚，看着像。
5. 上电前采一段平均数，采的是滤波前的还是滤波后的，采的是一秒，还是两秒，还是三秒，都没有确切结论。但始终采最新的数据是必要的。
6. 零飘可以用Allan方差去分析。

#### 检测静止

1.编码器 有延时 及时性不好 不过绝对式的很准，能辅助

2.加速度计 加速度计也有零飘现象，并且比起角速度有延时

3.角速度 及时性好，但阈值不能准确确定

4.方差随时间变化不大，可以用来辅助判断（两秒方差）

5.主控告诉我是不是静止的

6.和上一次的零飘比较，如果差的大就不要用了

#### 融合

融合是指陀螺仪和加速度计，磁力计进行融合。这样可以得出三轴角度。积分方式是四元数和龙哥库塔相结合。XYZ三轴角速度都要准。

#### 关键术语

对于噪声密度，功率谱，角度随机游走等名次要有所了解，不然看算法，看参考手册难。

#### 积分周期

一定要确保是程序执行周期，如果不能确定，就在这一次积分和上一次积分之间开个定时器，算一下这次和上次差多长时间。

#### 机加件矫正

里程计不可避免有累积误差，但是机加件做的不准更有影响。所以对轮子半径的矫正，对两个轮子夹角的矫正很有必要。具体算法如图

用MATLAB curve fitting工具箱的“用户函数”可以拟合

**待研究方向**

1.打滑估计（卡尔曼滤波）以速度或速度加加速度预测下一刻的位置作为状态方程

2.陀螺仪零飘建模

3.拓展卡尔曼滤波融合