一、飞控基础知识篇

Thr：Throttle 🡪 油门

俯仰(Pitch)、横滚(Roll)、偏航(Yaw)

方差用于衡量一组数据的离散程度。在统计描述中，方差用来计算每一个变量（观察值）与总体均数之间的差异。

协方差(Covariance)用于衡量两个变量的总体误差。如果两个[变量](https://link.zhihu.com/?target=https%3A//baike.baidu.com/item/%25E5%258F%2598%25E9%2587%258F/5271" \t "_blank)的变化趋势一致，也就是说如果其中一个大于自身的期望值，另外一个也大于自身的期望值，那么两个变量之间的协方差就是正值。 如果两个变量的变化趋势相反，即其中一个大于自身的期望值，另外一个却小于自身的期望值，那么两个变量之间的协方差就是负值。

实际：

理解：MPU6050输出为6轴数据，即角速度：**ω***x*，**ω***y*，**ω***z*；角加速度：*accx*，*accy*，*accz*

(1)、角速度**ω**不可能出现短时间“无过程”变化，并且不容易受到干扰。同时考虑到角速度直接影响无人机的姿态计算(四元数解算飞行器姿态)，需要保持最快的输出速度。所以，使用一阶低通滤波进行滤波处理，公式如下：



(2)、角加速度*acc*

*n*[*k*]和*w*[*k*]是不相关的零均值白噪声(即满足高斯随机对称的噪声)

卡尔曼滤波分为两部分数据来源：预测值和测量值，且这两部分都存在数据偏差。

一维卡尔曼滤波公式：



其中，*A*和*B*是系统参数，通过上式可以得知：本次卡尔曼滤波输出的值*X*(*k*)，是通过上次卡尔曼滤波输出的值预测得到。简化系统模型为线性系统，*A*=*B*=1。



卡尔曼滤波分为两部分数据来源：**预测值**和**测量值**，且这两部分都存在数据偏差。首先我们要利用系统的过程模型，来预测下一状态的系统。假设现在的系统状态是***k***，根据系统的模型，可以基于系统的上一状态而预测出现在状态：

 (1)

上式(1)中，*X*(*k*|*k*-1)是利用上一状态预测的结果，*X*(*k*-1|*k*-1)是上一状态最优的结果；*U*(*k*)为现在状态的控制量，如果没有控制量，它可以为0；*AB*是系统参数，设置为*A* = *B*；在本系统中不考虑控制量的存在，故上式可等效为：*X*(*k*|*k*-1) = *X*(*k*-1|*k*-1)。到现在为止，我们的系统结果已经更新了，可是，对应于*X*(*k*|*k*-1)的covariance还没更新。我们用P表示covariance：

 (2)

式(2)中，*P*(*k*|*k*-1)是*X*(*k*|*k*-1)对应的covariance，*P*(*k*-1|*k*-1)是*X*(*k*-1|*k*-1)对应的covariance，*Q*是系统过程的covariance。式子(1)，(2)就是卡尔曼滤波5个公式当中的前两个，也就是对系统的预测。

现在我们有了现在状态的**预测结果**，然后我们再收集现在状态的**测量值**。结合预测值和测量值，我们可以得到现在状态(*k*)的最优化估算值*X*(*k*|*k*)：

 (3)

其中，*Z*(*k*)是 *k* 时刻的测量值，*Kg*(*k*)为 *k* 时刻的卡尔曼增益(Kalman Gain)，表达式如下：

 (4)

到现在为止，我们已经得到了 *k* 状态下最优的估算值 *X*(*k*|*k*)。但是为了要令卡尔曼滤波器不断的运行下去直到系统过程结束，我们还要更新 *k* 状态下 *X*(*k*|*k*)的 covariance：

 (5)

其中 I 为 1 的矩阵，对于单模型单测量，I = 1。当系统进入 *k*+1 状态时，*P*(*k*|*k*)就是式子(2)的P(*k*-1|*k*-1)，这样算法就可以自回归的运算下去。

卡尔曼滤波器的原理基本描述了，式子 1，2，3，4 和 5 就是他的 5 个基本公式。根据这 5 个公式，可以很容易的实现计算机的程序。





