

非常见问题解答—第131期

并行传感器提高倾斜测量精度

作者: Ian Beavers



问:

我希望提高使用ADIS16209倾角计进行倾斜测量的精度和可重复性。我能否并行使用几个传感器来提升精度?

答:

是的,理论上可以,这种技术通过使用多个传感器产生的平均效应,帮助提高倾角计测量的精度性能。它具有潜在好处的原因是它能够对多个传感器的无关联错误来源和随机噪声进行平均计算。这样可以降低整合传感器数据的总噪底,使得聚合信号的功率相对于噪声更大。MEMS设计团队致力于设计世界一流的传感器,系统工程师将继续寻求进一步提升性能的可能性。但是,读者应该清楚认识到,我们上面所说的并非绝对情况,必须考虑到系统设计的某些方面。

使用微控制器内部的后端数字处理,可对两个倾角计传感器的输出求和,并且计算平均值。倾角计主要的重点规范是相对于水平面的传感器倾斜测量的相对精度。通过组合两个信号输出,噪声密度得以减小,类似于2倍过采样条件。同样,组合四个倾角计的信号输出,并对其进行平均值计算,可以实现4倍改

进。理想情况下,使用四个并行倾角计,0.1°的精度在理论上能够减小至0.025°。

倾角计之间的细微内部非线性失配将表现出独特的传递曲线。有些非线性由于架构原因非常相似,但另一些非线性会因器件间的差异而有所不同。这些特点表现为总噪声源以及一般随机传感器噪声。我们可将所有这些噪声统称为噪声。一般来说,多种噪声相互之间通常没有关联。使用多传感器系统方法的主要益处是通过求平均值方法来消除这种随机白噪声。相反,如果对在相位和频率上相关的干扰信号进行求和,它们的幅度将会累加,对并行传感器方法没有益处。

对两个无关联的信号(例如白噪声)进行求和时,它们以“和的平方根”(RSS)形式进行数学上的组合。对于两个相等的幅度,这会导致幅度增加,增加的系数为 $\frac{\sqrt{1+1}}{2} = 0.707$ 。如果 V_{noise_rms} 是一个传感器输入上的噪声,则两个通道上的平均噪声应为:

$$\frac{\sqrt{V_{noise_1_rms}^2 + V_{noise_1_rms}^2}}{2} = \frac{\sqrt{2} V_{noise_rms}}{2} = 0.707 V_{noise_rms}$$

将相同关联信号的两个相同实例相加并计算平均值,功率几乎保持不变(相同信号2倍相加并除以2),而且随机噪声将减小信号功率的一半。理想情况下,整体平均信噪比(SNR)中的信号功率将会增加3 dB。任何互斥的非线性或仅有某一个并行传感器产生的噪声(另一个传感器未产生此噪声),都会使这种优势受到一些损害。

但是,并行传感器系统设计的某些细节,可能妨碍2倍或4倍减小精度的优势充分实现。第一,倾角计必须在设备的对比轴上受到相同信号的同等影响。印刷电路板上的空间差异可能导致每个倾角计产生不同的观测结果。由于系统级别的影响,例如印刷电路板厚度差异和焊锡量容差,可能存在独有的失调。第二,传感器之间的并行轴对齐应该是匹配的。一个电路板组装上的标准差异将产生放置容差和THETA容差,需要给予考虑。最

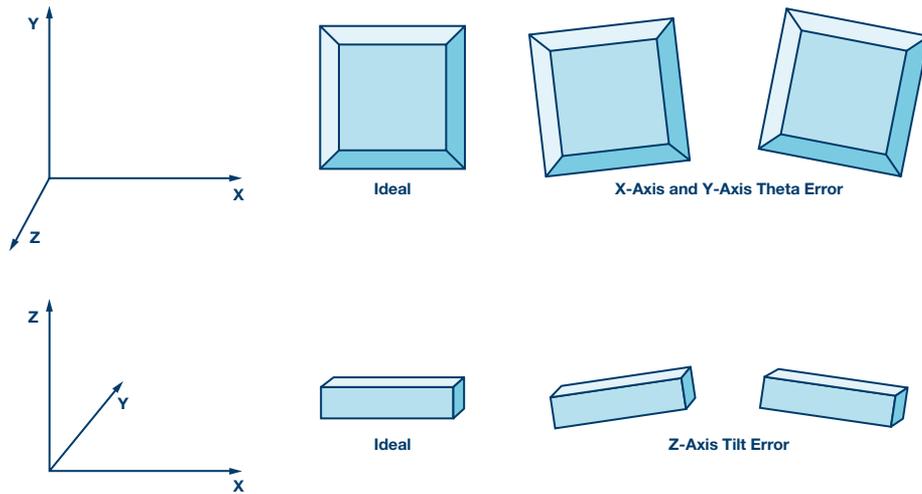


图1 对于ADIS16209等两轴倾角计，x轴和y轴对齐的相对放置角精度将影响多传感器并行均值系统充分实现优势。对于三轴加速度计系统，并行设备在x/y平面上的平坦度或倾斜度将影响多个传感器之间的z轴对齐。

后，器件之间的轴对齐误差和非线性失配也会影响最佳的设计和组装。此标准可以确定x轴和y轴是否做到了呈90°垂直。传感器的数据表概括了这些规范。

当系统调试时，任何已知组装差异应该经过水平校准，以便充分实现并行传感器测量的优势。例如，各个倾角计的测量失调偏置误差可以调零，以引用已知位置。

ADIS16209信息的其他来源：

ADIS16209数据手册[高精度、双轴数字倾角计与加速度计](#)。

[ADIS16209评估工具概述](#)。



Ian Beavers [ian.beavers@analog.com]是ADI公司自动化能源和传感器部（美国北卡罗来纳州格林斯博罗）的产品工程经理。他于1999年加入ADI公司，拥有超过19年的半导体行业从业经验。Ian于美国北卡罗来纳州立大学获得电气工程学士学位并于格林斯博罗分校获得工商管理硕士学位。



Ian Beavers

该作者的其它文章：

[非常见问题解答—第127期，2016年3月适用于我的IMU的Kalman或FIR滤波器？](#)