

重回帰分析を使った 磁気センサ校正

ご購入はこちら

加藤 忠

● 線形代数との関係

磁気、加速度、角速度センサは、姿勢角や位置推定用途で多用されています。航空機の姿勢制御、車の自己位置推定など、現代の高度な制御システムでは欠かすことのできないセンサ群です。

センサを使う前に必要な作業の1つがセンサ値の校正です。生のセンサ値には誤差が含まれており、精度が求められる用途では、センサの校正が必要です。

本稿では、姿勢認識によく使われる磁気センサを例

に、ゲイン・オフセット補正という校正方法を取り上げます。周囲に磁性体がない場合、磁気センサを回転させると測定値はセンサを中心に球状になるはずですが、中心がずれません。これを理論式に基づく中心に近づくようにパラメータを決める必要があります。この作業が校正です。ここで使われる線形代数は最小二乗法による重回帰解析です⁽¹⁾。正規方程式と呼ばれる行列式によって解が導かれます。

1-1 使う前に正しい値を計測できるように調整が必要

● センサがもつ誤差

一般的な磁気、加速度、角速度センサは、センサ出力値と物理量の間に、次のような比例関係が成立しません。

理想式： $mag = k \cdot s$

現実式： $mag = g_0 \cdot k (s - s_0)$

(mag : 物理量, k : 理想の換算係数, s : センサ値,
 g_0 : ゲイン誤差, s_0 : オフセット誤差)

しかし実際のセンサ出力では図1のようにオフセット誤差(切片に相当)と、ゲイン誤差(傾きに相当)が存在します。センサの持つこれらの誤差は、データ・シートに記載されています。個体差や温度によってバ

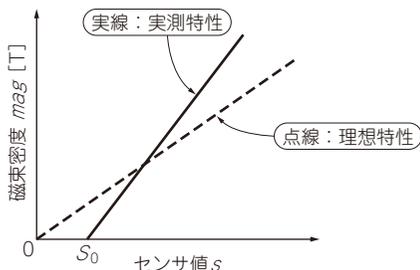


図1 センサ値と物理量の線形補正

センサ出力は、オフセット、ゲイン誤差を持つため補正する

ラつくため、個別校正が必要になります。厳密には、非直線性誤差と呼ばれる、直線からの誤差も生じますが、ごくわずかのため無視します。

● センサの理想値と実測値

▶ 磁気センサの理想的な出力

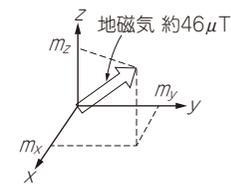
周囲に磁性体を持たない環境では、磁気センサの出力は、地磁気を示します。3次元磁気センサから出力される磁気ベクトル(x , y , z 各軸の計測量)[図2(a)]

センサを回転させた場合

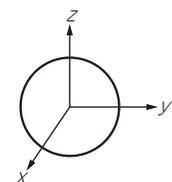
$$\sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2} = r \text{ (一定値)}$$

$$m_x^2 + m_y^2 + m_z^2 = r^2 \dots \text{球の方程式}$$

(m_x , m_y , m_z)は原点中心の半径 r の球面上



(a) 計測される地磁気ベクトルを3次元座標で表す



(b) センサを回転させた場合、計測される地磁気ベクトルがさす点は球面上にある

図2 3次元磁気センサの出力

外部磁場≒地磁気を測定するため、ベクトルの大きさは固定値