

センサの基礎

工学部 機械知能工学科

熊谷 正朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室 RDE

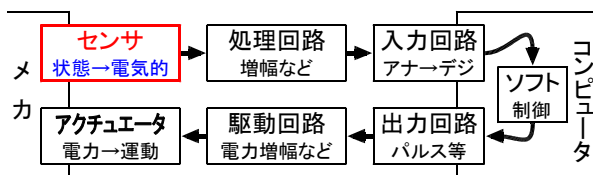
今回の到達目標

○ センサとは何か、センサの特性値

- ◇センサとはいかなるものかの概要を説明できる。
 - ・センサの役割、機能
 - ・センサの大原則
- ◇センサの代表的な特性について説明できる。
 - ・感度、応答性、精度、温度特性など
- ◇センサの例をいくつかあげることができる。
 - ・→ レポートにて

メカトロニクスにおけるセンサの位置づけ

○メカの状態を電気的变化にして取得



- ・「メカトロである」ための重要要素
- ・測れないものは、制御できない
- ・センサの性能以上の計測制御もできない

センサで測れるもの

○メカトロの対象はほぼ全て

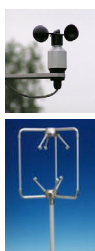
- ◇測定できないものは制御できない
＝既存のメカトロの対象は測定できている
- ・位置/速度/加速度、角度/角速度
- ・圧力(気/液)、力、質量(重量)、温度、湿度
- ・光(明るさ/色/波長)
- ・電圧/電流/電力/抵抗/容量
- ・時間/周波数(センサによる測定ではないが)

センサで測れるもの

※写真の一部は秋月電子
Wikipedia等からの引用

○メカトロの対象はほぼ全て

◇仕掛け+センサ+処理による測定の広さ



- ・風車/水車のようなものを流れに挿入
- ・流体と圧力の関係（ベルヌーイ、ピトー管など）
- ・音波の伝播時間やドップラー効果利用
- ・流体に奪われる熱量の測定（熱線流速計）
- ・磁界と運動と電流の関係（電磁流量計）
- ・マーカを入れてその移動観測（カメラ等）
- ・流量（も多様な方法）÷ 時間

計測・センシングの大原則

1: センサの性能以上のことはできない

◇メカトロ制御の要はセンサ

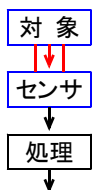


- ・制御は「センサで拾う現在値」を「目標」に一致させるように働く
- 実際の値とセンサ出力に差があると、それだけで制御の誤差になる。（制御手法の善し悪し以前の問題）
- 正しく計測できないと制御できない。（計測だけでも制御できないが）

計測・センシングの大原則

2: センサと対象の確実な結合

◇センサに対象の状態をしっかりと反映させる

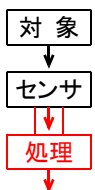


- ・センサまで状態が伝わること
- 例) 接触式温度センサ(体温計など)
温度センサが対象と同じ温度に
ならないと、温度計測できない
→ 温度が伝わりやすいように密着
- ・センサによっては非接触のものもあるが、
その場合もちゃんと伝わるように。

計測・センシングの大原則

3: センサ出力を劣化させない・正しく使用

◇主にアナログ回路の部分



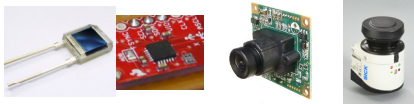
- ・センサの性能が良くとも、そのあとの増幅回路やフィルタで劣化したらNG。
※劣化した物は改善できない、センサも要アナログ配慮
- ・なるべく早い段階でデジタル化する。
- ・回路の性能も、利用側にとっては、センサ性能の一部。
- ・センサは使い方で性能が変わる。

センサの種類

○部品、モジュール、装置

◇生のセンサから情報処理機能まで

- ・生の部品：弱い、**応用利く**、(そのものは)安い
- ・ICな部品：(電氣的に)強い、**使いやすい**、安い
- ・モジュール：**安定した機能**、**トータルで安め**
- ・装置：**確実な動作**、高度**処理内蔵**、高価



左から：
光センサ(部品)
6軸姿勢センサIC
カメラモジュール
レーザ測距装置

センサの種類

○受動(パッシブ)型 と 能動(アクティブ)型

◇**受動型(パッシブ型)**

対)))セ

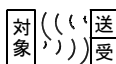


- ・対象から「**受けるだけ**」のセンサ
- ・干渉無、対象から**なにか出ないと測定不可**。

◇**能動型(アクティブ型)**



- ・何か**対象に働きかけて**、反応を見るセンサ
- ・干渉の可能性、**測定能力高めやすい**。



例)超音波距離センサ

超音波を発射→跳ね返る時間の計測

センサの種類

○出力信号の形態

◇生信号型 (生、IC、モジュールなど)

- ・**電圧変化** (生で少、IC/モで多) →そのまま処理
- ・**電流変化** (光センサに多い)
- ・**抵抗変化** (様々なセンサにある)
→電圧変化に直してから処理 (オーム)
- ・容量変化など → 電圧や周波数に変換

◇情報型 (IC、モジュール、装置など)

- ・**デジタル情報**、コンピュータと通信など

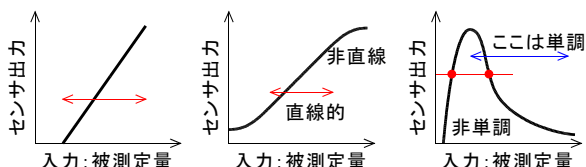


センサの特性

○測定対象と出力の関係 (静特性)

◇センサの感度特性

- ・測定対象と出力信号の関係
- ・**感度** ([mV/非測定量単位]等)、グラフ
- ・**測定範囲**や**直線性**、**単調性**に注意

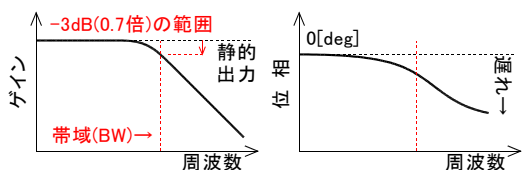


センサの特性

○測定対象と出力の関係 (動特性)

◇センサの**周波数応答** (→07:アナログ)

- ・センサにある周波数の正弦波で量を与えたときの出力の状況
- ・**どのくらいの周波数まで使えるか(帯域)**

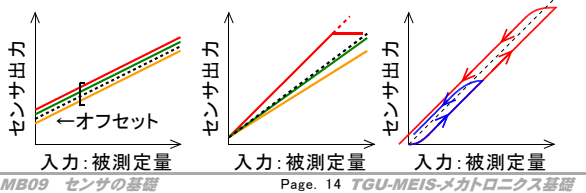


センサの特性

○精度 (厳密には正確度)

◇センサの**正確さ**

- ・**オフセット誤差**: 出力全体の上下のばらつき
- ・**ゲイン(感度)誤差**: 感度のばらつき
- ・**ヒステリシス**: 値が上下するときのずれ

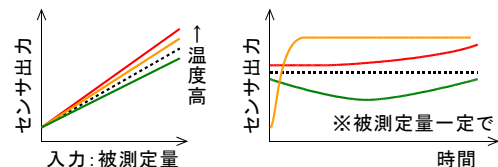


センサの特性

○温度依存性 (温度係数、**温度ドリフト**)

◇センサの温度が変わったときの影響

- ・一般にセンサ(多くの部品)に**温度依存性**あり。
- ・**電源投入後**の変動(暖まり)、**気流**に注意。
- ・特に**長時間**の絶対値測定が必要な場合



センサの選定方法

○目的を満たす性能

◇**目的の明確化**

- ・**測定したい量**とその性能を明確にする。
- ・測定精度やコスト制約なども。

◇**手段のリストアップ**

- ・**直接測定** → 該当するセンサを探す
- ・**間接手段** → **手法**(仕掛け、処理)+センサ

◇誤差は**校正(キャリブレーション)**で対処

- ・再現性さえ有ればソフトウェアで処理。