

アナログ信号 アナログ回路

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

○ アナログ信号・周波数特性・取り扱い

◇アナログ信号とデジタル信号の違いを
説明できる

・連続量のアナログ、離散のデジタル

◇周波数特性について説明できる

・正弦波に対する応答と周波数

◇アナログ信号の取り扱いについて

注意を払うことができる

・ノイズへの注意とその対策

アナログとデジタル

○概要

◇アナログ信号による情報・信号の表現

↑電圧
↑値
→時
・アナログは電圧の大きさなどをそのまま
情報の値としてとして使う。
・値は連続的なものと解釈する。
→ 1.00000Vと1.00001Vは異なる値

◇デジタル信号による情報・信号の表現

高
低
・電圧の高低などははっきりした状態の違いで
表す数種(一般に2種)の値のみを使う。



※針と数字の違いではない

アナログとデジタル

アナログ: 連続

デジタル: 大小OnOff(2値)

○比較

◇1本の線で表現できる情報の多さ

・アナログ: 信号として区別できるだけ
→ 回路の分解能/精度が重要
・デジタル: 一般に 2種類のみ → 次回
→ 多くの情報には複数本・時分割必要

◇作りやすさ

・ア: 規模は小さいが、作り方の影響大
・デ: 規模は大きい、繋げば動く(ある程度まで)

アナログとデジタル

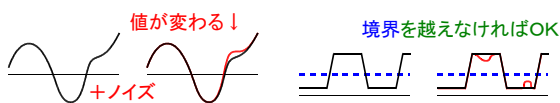
アナログ: 連続

デジタル: 大小OnOff(2値)

○比較

◇信号の強さ ↓ノイズ

・アナログ: ゴミが混じったら値が変わる
= 信号が影響を受けやすい
・デジタル: 値を決める境界に達しなければ
値は変化しない = 影響を受けにくい



アナログとデジタル

○デジタル化の流れとアナログの必要性

◇回路規模(と速度)以外はデジタルが有利

・半導体の微細化技術で解消

◇それでもアナログが必要

・世の中の現象はアナログ
※温度、位置、速度、圧力などの状態量

→ センサは原理的にはアナログ

・デジタル回路も根本はアナログ的現象

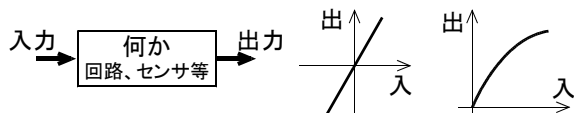
→ 理解や扱いに基礎知識として必要

アナログの特性の表現

○アナログなものの性質の表現

◇入力値と出力値の関係(時間に依存しない)

・直流的(変化のない)状況での特性
・(想定する使用範囲で、瞬間ごとに)
常に成立している関係
・係数(増幅率や感度)、数式、入出力グラフ

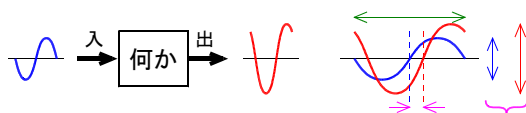


アナログの特性の表現

○アナログなものの性質の表現

◇周波数応答(時間変化に対する特性)

・ある周波数の正弦波を入力したときの
出力を評価。→ 様々な周波数での反応
・線形なら同じ周波数・周期の正弦波が出る。
・大きさの変化と時間的ずれで評価。



周波数応答

○なぜ正弦波か？

◇信号の周波数での理解、分解

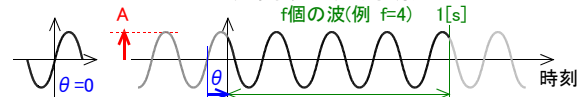
- ・フーリエ級数・フーリエ変換: ※+ 余弦波
任意の信号を正弦波への分解と合成
- ・どのくらいの頻度の現象まで対応すれば
よいか? 例)秒10往復, 6000rpm=秒100回転
- ・正弦波&余弦波のピュアさ
微分: $\sin \rightarrow \cos \rightarrow -\sin \rightarrow -\cos \rightarrow \sin$
- ・他領域との親和性: 振動、制御

周波数応答

○正弦波応答

◇正弦波信号: $x(t) = A \sin(2\pi f t + \theta)$

- ・ $x(t)$: 値 (電圧他、対象となる物全般)
- ・ t [s]: 時間 ・ A : 振幅 ・ f [Hz]: 周波数(回/秒)
- ・ θ [rad]: 初期位相、時刻0[s]での値を決める
- ・ $2\pi f t$ [rad]: $t=0 \sim 1$ [s]の間に $0 \sim 2\pi f$
= 三角関数で、 f 周期分

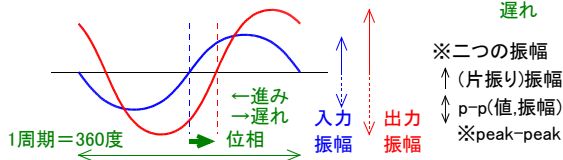


周波数応答

○正弦波応答

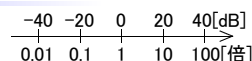
◇入出力の正弦波の比較

- ・振幅の比率: 増幅率[倍: 単位無し]
出力振幅 ÷ 入力振幅 > 1: 増幅 0 ~ 1: 減衰
- ・タイミングのずれ: 位相(差) [deg (rad)] 進み or 遅れ



周波数応答

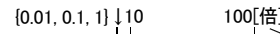
○正弦波応答



◇ゲイン[dB:デシベル]の導入

- ・ゲイン[dB] = $20 \log_{10}$ (増幅率)
- ・主な値:
 $1 \text{ 倍} = 0 \text{ [dB]}$ $10 \text{ 倍} = 20 \text{ [dB]}$ $100 \text{ 倍} = 40 \text{ [dB]}$
 $0.1 (1/10) = -20 \text{ [dB]}$ $0.01 (1/100) = -40 \text{ [dB]}$

◇デシベルの意義



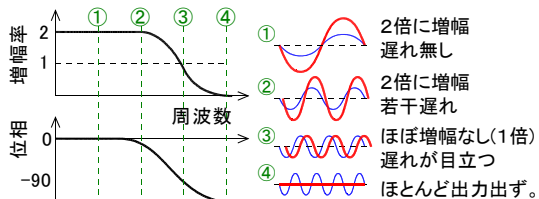
- ・桁が変わるような特性を表しやすい
- ・直列時: 増幅のかけ算 → ゲインの足し算

周波数応答

○周波数特性/周波数応答

◇周波数に対するゲイン(増幅率)と位相

- ・「どこまで使えるか」(帯域)が分かりやすい。
- ・信号のタイミングずれ(主に遅れ)が見える。



アナログ信号とノイズ

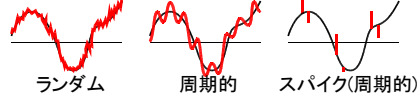
○回路に飛び込んでくる不要な信号

◇ノイズの例

- ・ランダムに値がぶれる (ホワイトノイズ)
- ・特定の周波数の波が加わる (例: 50Hz)
- ・ひげ(スパイク)状の変化が生じる

◇ノイズ ≠ 誤差

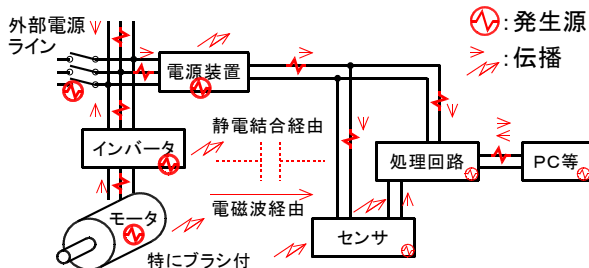
- ・誤差はものの特性、ノイズは別由来



アナログ信号とノイズ

○ノイズの発生原因と影響

◇発生源と伝播経路

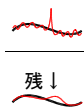


アナログ信号とノイズ

○ノイズの問題と対応

◇ノイズの問題

↓の影響が少ないことが
デジタルの利点



- ・アナログ信号は電圧などが値そのもの
→ ノイズが加わると値が変わる
- ・一般には完全に除去できない = 入ったら終

◇ノイズへの対応

- ・入らないようにする。
発生源の対応、ノイズを受けにくくする。
- ・回路 シールド = 導電囲い ・フィルタなどで除去する。