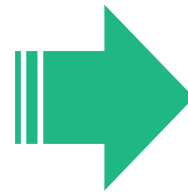


制御理論部門 研究紹介

制御理論とは？

「制御する」とはということ？

思い通りにモノを動かしたい



制御理論とは？

制御したい対象は色々ある！



飛行機の姿勢制御



紙の巻き取りシステム



力学や様々な知識を総動員して数式で表現

$$e_a(t) = L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) + eb(t)$$

$$e_b(t) = K_b \omega(t)$$

$$C \frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{\theta(t)}{R}$$

$$f(t) = m \frac{dv(t)}{dt} + kx(t)$$

$$\tau(t) = J \frac{d\omega(t)}{dt} + B\omega(t)$$

...,etc.

力学方程式

制御工学とは？

数学的に扱い易い形にまとめる

$$\begin{aligned}\dot{x} &= A(p(t))x + B(p(t))u \\ y &= C(p(t))x\end{aligned}$$

状態空間モデル

$$P(s) = \begin{bmatrix} P_\omega & P_\omega \\ P_\theta & P_\theta \end{bmatrix}$$

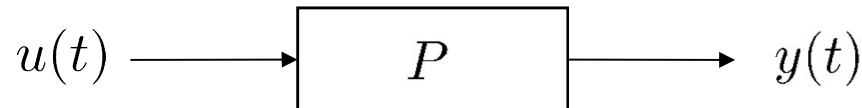
$$P_\omega = \frac{1000}{0.3s+1}$$

$$P_\theta = \frac{-18560}{(s^2+11s+150)(s^2+1.6s+800)}$$

伝達関数モデル



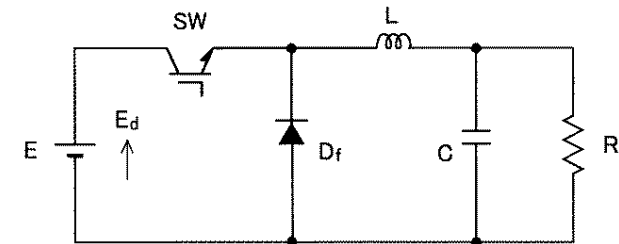
制御対象のモデルができる！



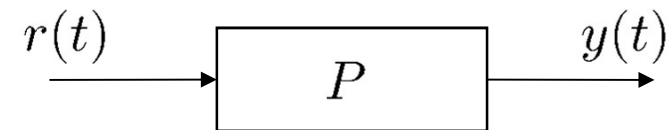
対象の抽象化

どんなものであっても数式モデルを使ってその特性を表現できる！

制御工学とは？



対象の抽象化



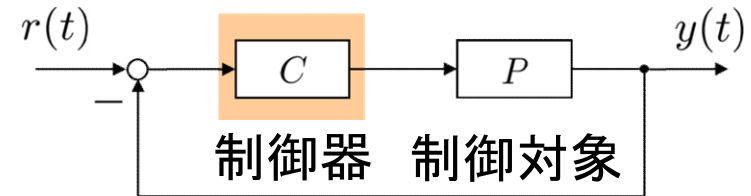
色々な対象を扱える学問



制御器を設計する

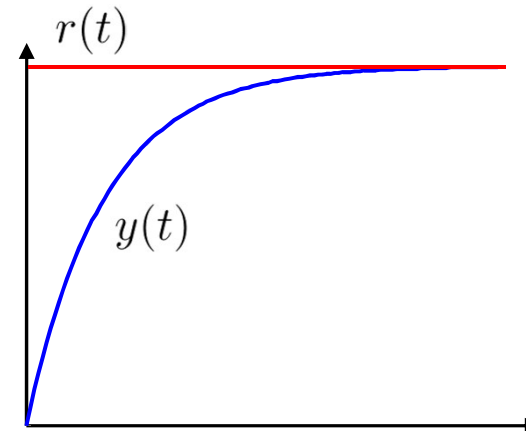
制御工学のゴールは**制御器**を設計することである

制御対象に適した制御系の構築
良好な**制御器**の設計が必要



設計問題

指令値への追従, 安定性の保証, ...etc.



いかにして良好な制御器を設計するか？

どんなことが要求されるの？

- できるだけ早く指令値の $r(t)$ に制御対象の出力の $y(t)$ が追従するような制御器を作りたい(指令値への追従)
- 制御対象の特性が少しくらい変動しても性能が変化しない(安定性の保証)

いかにして制御器を設計するか？

- 産業界で用いられている代表的な制御器
PID制御器の3つのパラメータを決めたい

$$C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$

簡単な方法は3つのパラメータを試行錯誤的に調整する

- ✓ 時間がかかる
- ✓ 調整に経験が必要
- ✓ モデルと実際の対象とのギャップ
- ✓ 主観的な評価になりがち

- 数値最適化による設計

評価関数を設定し, その評価関数を
最小化(最大化)するパラメータを求
める



微積の知識が使えるのではないか?
変数がたくさんある(偏微分)
行列の形式を扱う(線形代数)

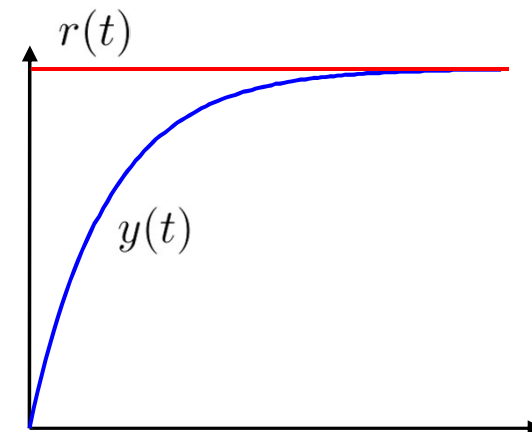
高校から学んできた数学の知識を
総動員する

キーワード:最適化

各時刻での誤差の和

$$\text{例: } J = \sum_{t=0}^N \{r(t) - y(t)\}^2$$

出力 $y(t)$ は制御器パラメータを
変数に持つ



■ データ駆動型制御器設計法

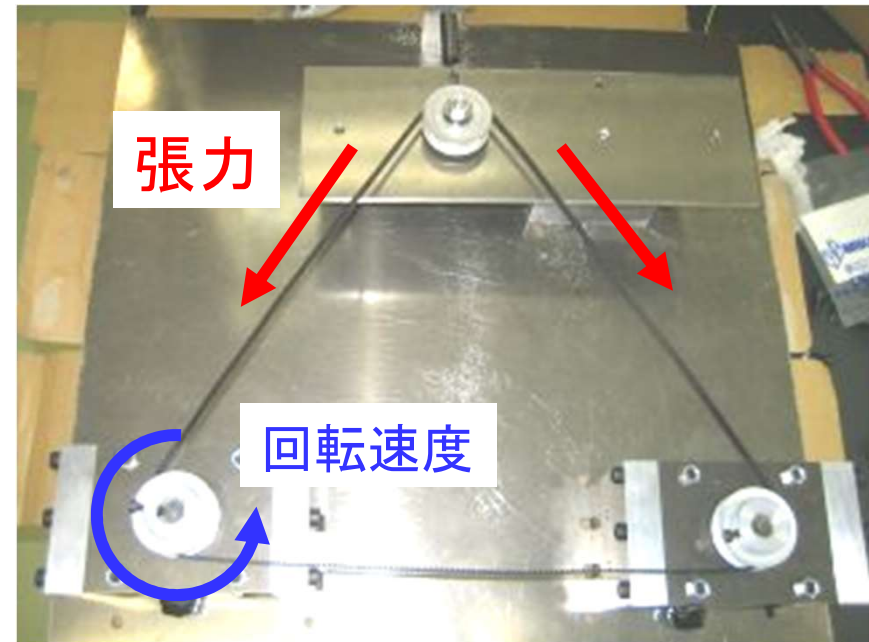
➤ PID制御器

ゲインを自分たちで調整

ゲインの調整を自動化したい！

入出力データだけを使って簡単に最適なゲインを設計

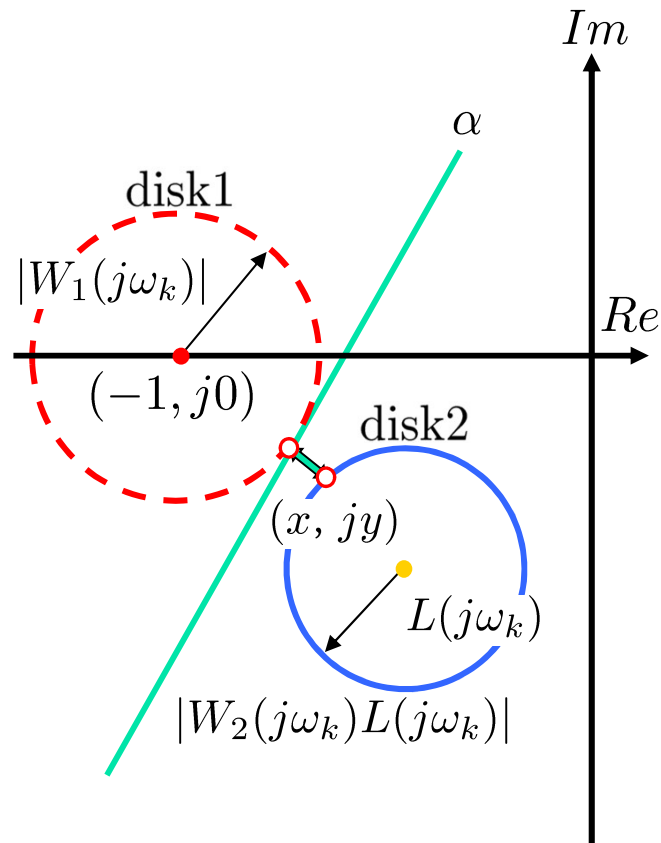
モータに与える電圧やモータの角度などの時系列のデータがあれば簡単に設計可能



張力・速度制御実験システム
(学生たちで作成)

圧延システム, 紙の巻き取り装置を模擬

■ 周波数応答に基づく制御器設計法



ナイキスト線図

安定性と要求する性能を満たす制御器を設計したい

最適化問題を解く

周波数応答だけを使う

→ 伝達関数など使わない

2慣性共振系

