

システム制御レポート

前田陽祐 (03-240236)

2024-07-03

1 制御する対象のモデル化運動方程式から状態方程式を得る

アクチュエータの力 U :

$$U = \frac{d}{Ts + 1} I$$

マス・バネ・ダンパ系の運動方程式:

$$m\ddot{z} + c\dot{z} + kz = U$$

以下のように状態変数を設定する。

$$\begin{cases} x_1 = z \\ x_2 = \dot{z} \\ x_3 = U \end{cases}$$

これにより、状態方程式は以下のようになる。

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -\frac{k}{m}x_1 - \frac{c}{m}x_2 + \frac{1}{m}x_3 \\ \dot{x}_3 = \frac{1}{T}(dI - x_3) \end{cases}$$

これを行列形式に変換する。

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -\frac{k}{m} & -\frac{c}{m} & \frac{1}{m} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{d}{T} \end{bmatrix} I$$

2 制御目的の決定

素早く安定化させることを目的とする

3 制御方式

MATLAB の `lqr()` 関数を使い、最適レギュレータを設計する。

4 各状態の計測の問題

位置 z のみ計測可能とする。

同一次元オブザーバに関する式は以下の通り。

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}} = A\hat{x} + Bu + L(y - \hat{y}) \\ \hat{y} = C\hat{x} \end{cases}$$

5 コントローラの設計各種パラメータ, 極は各自が自由に設定して, コントローラゲイン, オブザーバゲインを求める

5.1 パラメータの設定

例題の値よりも質量を大きくして, コントローラの電流のゲインを小さく設定する。

$$\begin{cases} m = 2 \\ d = 0.5 \\ c = k = T = 1 \end{cases}$$

5.2 MATLAB によるシミュレーション

% パラメータ設定

m = 2;

k = 1;

c = 1;

d = 0.5;

T = 1;

% システム行列の定義

A = [0 1 0;

 -k/m -c/m 1/m;

 0 0 -1/T];

B = [0; 0; d/T];

C = [1 0 0; 0 1 0; 0 0 1];

D = [0; 0; 0];

% LQR 法による最適制御器の設計

Q = C' * C;

R = 1; % 重み行列 (適宜調整)

[K, ~, ~] = lqr(A, B, Q, R);

% オブザーバゲインの設計

% オブザーバ行列の設計

poles = [-3; -4; -5]; % オブザーバ極 (適宜調整)

L = place(A', C', poles)';

```
% 結果の表示
```

```
disp(' 制御ゲイン K:');
```

```
disp(K);
```

```
disp(' オブザーバゲイン L:');
```

```
disp(L);
```

5.3 結果

制御ゲイン K:

0.0293	0.4286	0.4202
--------	--------	--------

オブザーバゲイン L:

3.0000	1.0000	0
-0.5000	3.5000	0.5000
0	0	4.0000