

電機システム制御特論

Assignment (2016/05/20)

九州工業大学大学院 工学府

機械知能工学専攻 知能制御工学コース

所属： 西田研究室

学籍番号： 16344217

提出者氏名： 津上 祐典

平成 28 年 5 月 27 日

目 次

1	問題	1
2	カルマンフィルタとは	1
3	カルマンフィルタの設計	1
4	シミュレーション	3
5	考察	3
	参考文献	3

1 問題

Consider the following system

$$\begin{cases} x = ax + bu + v \\ y = x + w \end{cases} \quad (1)$$

where $a = -0.02$, $b = 0.001351$, and v and w are both White Gaussian noise $E\{v^2\} = E\{w^2\} = 0.7$.

Design kalman filter for the system, and demonstrate the performance with computer simulations.

2 カルマンフィルタとは

カルマンフィルタとは、雑音が入った観測値を用いて、ある動的システムの状態推定（フィルタリング）するものである。状態方程式の状態推定する方法として、ルーエンバーガによるオブザーバ（状態推定器）が有名であるが、これは雑音などが存在しない確定的な場合を対象としている。それに対して、カルマンフィルタは、確定的な枠組みで状態推定問題を検討した。カルマンフィルタでは、雑音の正規白色性を仮定することにより、システムティックに最適設計が可能という優位点を持つ。制御対象の正確なモデルを利用できれば、状態推定（フィルタリング）することが出来る。これは、カルマンフィルタの重要なポイントである。つまり、制御対象のモデリングの正確さがカルマンフィルタの精度に関わってくる。図1にある制御対象にカルマンフィルタを適応したものを示す。

3 カルマンフィルタの設計

カルマンフィルタを設計するためにまずカルマンゲイン l を導出する。カルマンゲインは以下の式より導出できる。

$$l = \frac{1}{r} P c^T \quad (2)$$

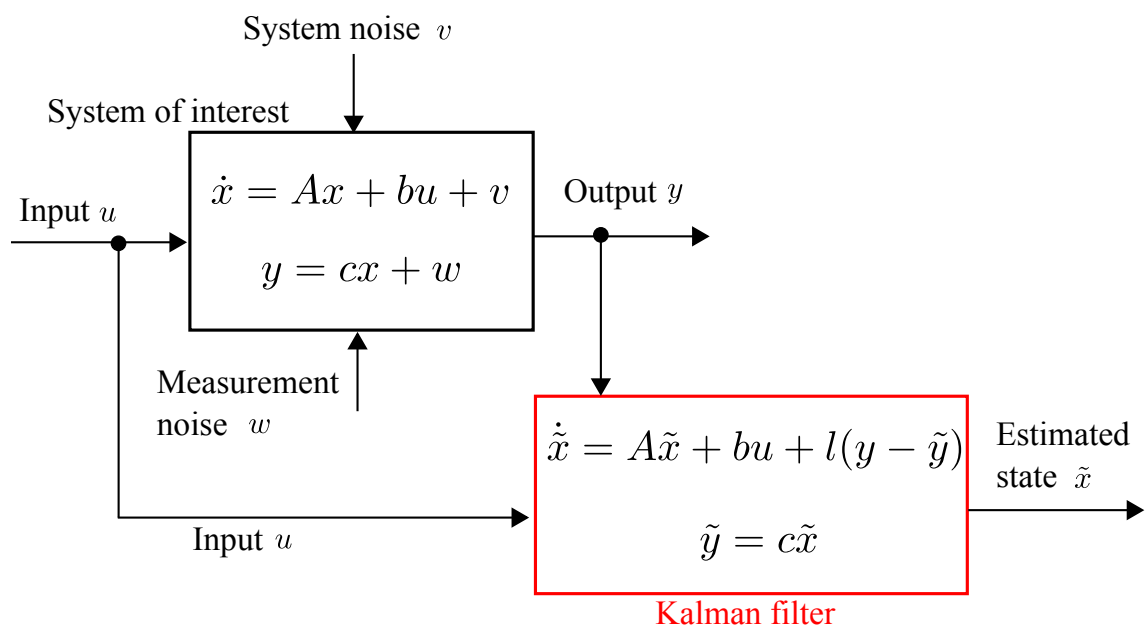


図 1. カルマンフィルタ

ただし， P はリッカチ方程式

$$AP + PA^T - \frac{1}{r}Pc^TcP = -Q \quad (3)$$

の実正定行列解である．(3) 式に

$$\begin{cases} A = -0.02 \\ r = 0.7 \\ Q = 0.7 \\ c = 1 \end{cases} \quad (4)$$

を代入し，整理すると

$$P^2 + 0.028P - 0.49 = 0 \quad (5)$$

を得る． $P > 0$ より上式の解は

$$P = 0.686 \quad (6)$$

となる．するとカルマンゲイン l は，

$$l = \frac{1}{0.7} \times 0.686 \times 1 = 0.98 \quad (7)$$

となる。したがってカルマンフィルタは

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}} = -0.02\hat{x} + 0.001351u + 0.98(y - \tilde{y}) \\ \tilde{y} = \hat{x} \end{cases} \quad (8)$$

となる。

4 シミュレーション

制御入力（ステップ入力） u を $u = 1000$ として MATLAB/Simulink でシミュレーションを行った。このとき，構成した Simulink のモデルを図 2 に示す。また，シミュレーション結果を図 3 に示す。ただし，システムノイズ v を $v = 0$ とし，シミュレーションを行った。

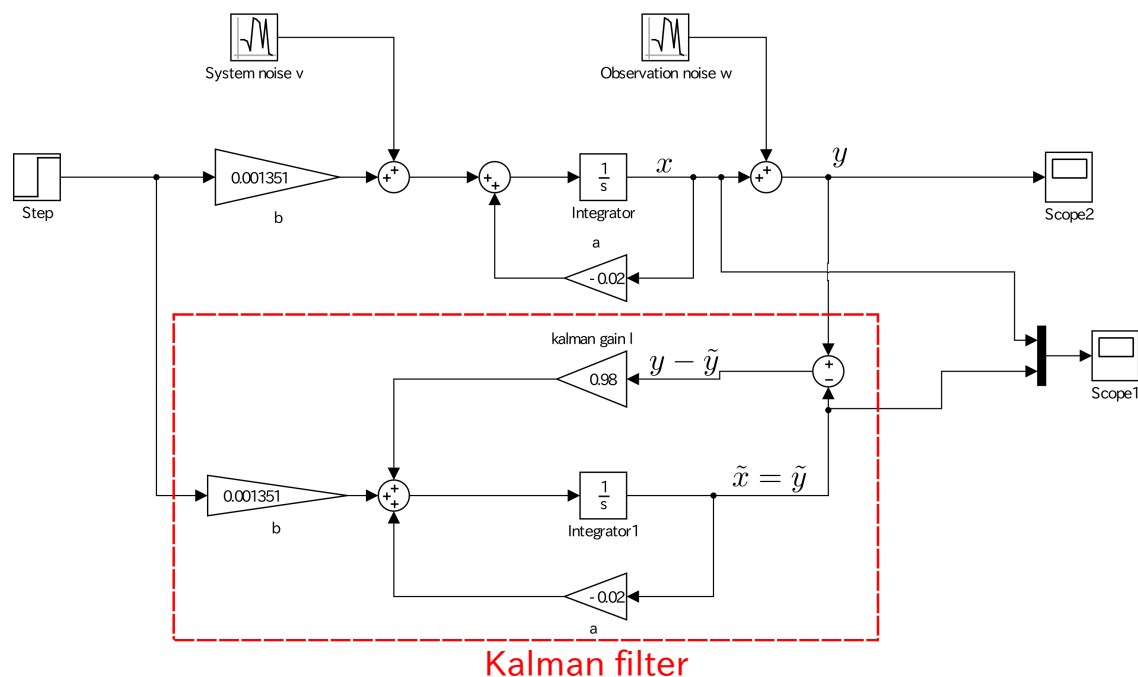


図 2. simulink で使用したモデル

5 考察

参考文献

- [1] T.Sakamoto, "Lecture Notes of Advanced Electrical Drive Control System", 2016.

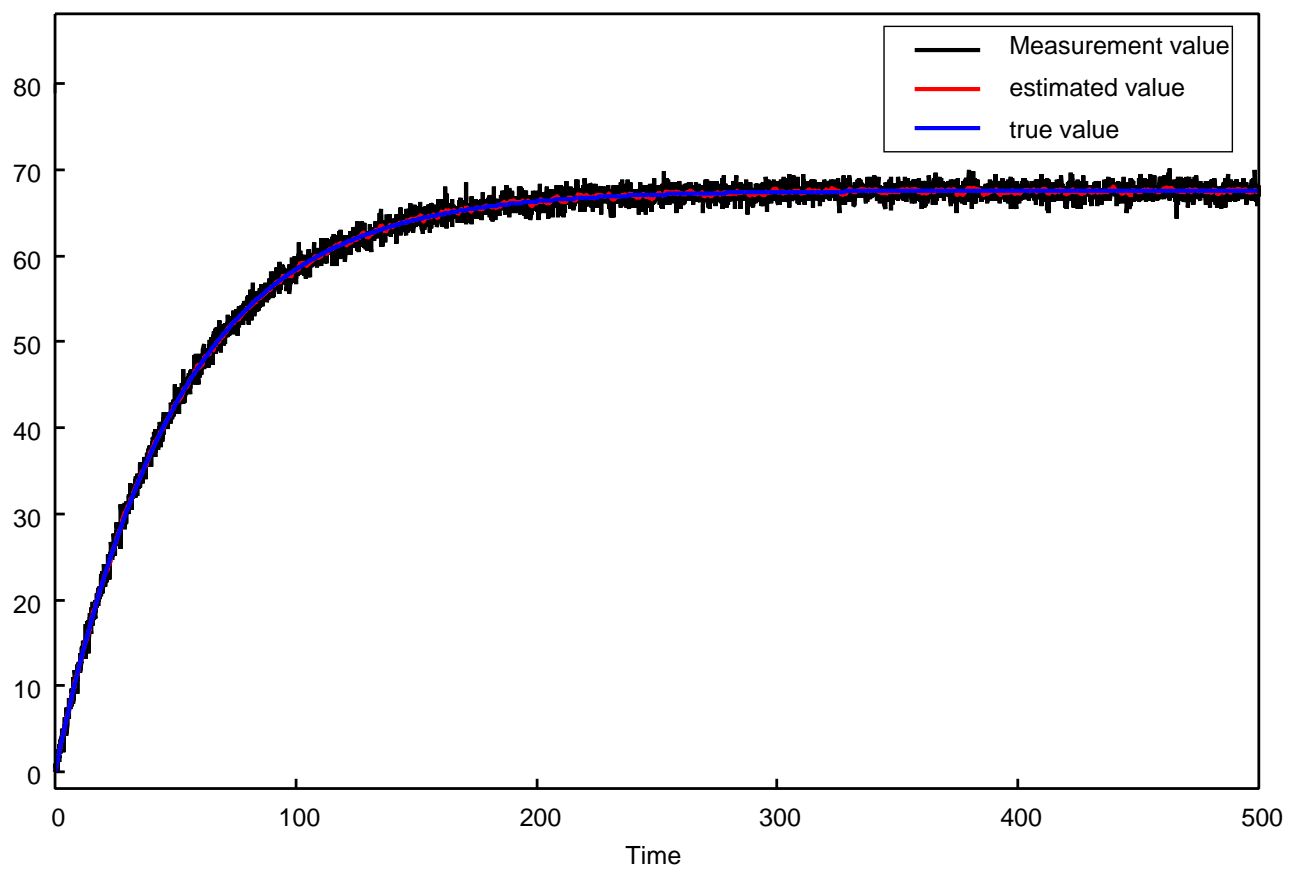


図 3. シミュレーション結果

[2] 足立修一，丸田一郎，”カルマンフィルタの基礎”，東京電機大学出版局，2014.