

平成 17 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[制御工学]

1. 以下の文章はオブザーバに関する説明である。文章を読み、(1) ~ (3) の設問に答えよ。

【 30 点 】

システムの \boxed{a} を直接測定できない場合に、測定できる \boxed{b} と \boxed{c} を用いて \boxed{a} を推定し、この推定値を用いて \boxed{a} フィードバックを行う方法がある。これは、前置補償器を用いて閉ループ系の極を自由に設定する方法と結果的には等価だが、応用範囲が広いことから制御器の設計に広く用いられている。この \boxed{a} を推定するシステムをオブザーバという。

制御対象の \boxed{a} を x 、 \boxed{b} を y 、 \boxed{c} を u とする。 x はベクトルで、 y 、 u はスカラーである。このとき制御対象の状態方程式は

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + bu \\ y = cx \end{cases} \quad (\text{式 1})$$

と表される。ここで A 、 b 、 c が正確にわかっていると仮定すると、 x の推定値 \hat{x} を \boxed{a} とした(式 1)のコピーを構成することができる。すなわち

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}} = A\hat{x} + bu \\ \hat{y} = c\hat{x} \end{cases} \quad (\text{式 2})$$

を計算することができる。ここで、(式 2)における \boxed{b} を \hat{y} とし、 \boxed{c} は(式 1)と共通の u とする。もし、 $\hat{x}(0) = x(0)$ ならば $t > 0$ においても $\hat{x}(t) = x(t)$ となる。しかし、一般的には $x(0)$ は未知なため $\hat{x}(t) \neq x(t)$ であり、 \boxed{b} の推定値も $\hat{y}(t) \neq y(t)$ となる。この \boxed{b} の差にゲイン k をかけて(式 2)の \boxed{c} にフィードバックし、 $\hat{x}(t)$ を修正する。つまり

$$\begin{aligned} \dot{\hat{x}} &= A\hat{x} + bu - k(\hat{y} - y) \\ &= [\text{ア}] \hat{x} + ky + bu \end{aligned} \quad (\text{式 3})$$

とする。このとき、 \boxed{a} の推定誤差 $e = \hat{x} - x$ を考えると、行列 $[\text{ア}]$ を \boxed{d} にできれば、

任意の初期推定誤差に対して $\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = 0$ すなわち $t \rightarrow \infty$ で $\hat{x}(t) \rightarrow x(t)$ となり、 $\hat{x}(t)$ は $x(t)$

の漸近的再現値となる。このとき(式 3)のシステムをオブザーバという。また行列 $[\text{ア}]$ の

\boxed{e} をオブザーバの極という。 k を選んでオブザーバの極が任意に設定できるための必要十分条件は、 (c, A) が \boxed{f} となることである。なお、ここで説明したオブザーバはその次元が制御対象と一致しているので、同一次元オブザーバと呼ばれる。

(問題1 続き)

(1) 文中の \boxed{a} ~ \boxed{f} に当てはまる言葉を以下より選んで答えよ。

入力 出力 状態 ゲイン 安定 不安定 可制御 可観測 初期値
外乱 誤差 極限值 最終値 固有値 停留値 基底 伝達関数

(2) (式3)および文中の [ア] に入る行列を A 、 b 、 c 、 k を用いて表せ。

(3) オブザーバ

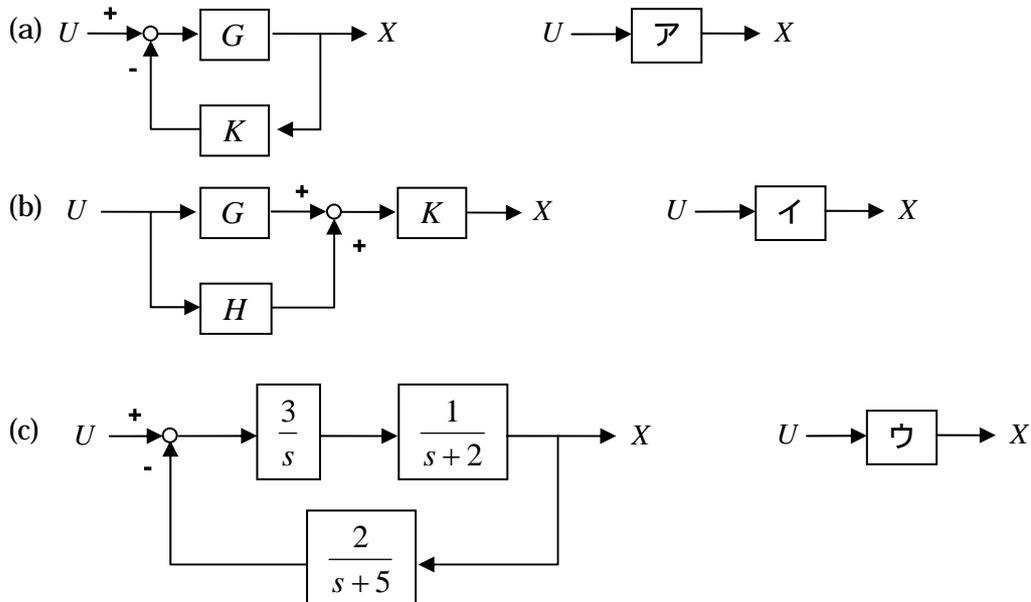
$$\dot{\hat{x}} = \begin{bmatrix} -k_1 & 1 \\ 2-k_2 & -2 \end{bmatrix} \hat{x} + \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \end{bmatrix} y + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

の極を $\gamma_1 = -3$ 、 $\gamma_2 = -5$ とするような k_1 、 k_2 を求めよ。

2. 以下の(1)～(3)の設問に答えよ。

【20点】

(1) 以下のブロック線図の等価変換に関して、簡単化した結果の伝達関数を答えよ。なお、各ブロックに書かれている伝達関数はそれぞれ周波数領域（ラプラス形式）で表されている。



(2) 次の特性方程式をもつシステムの安定性を判別せよ。

(a) $s^2 + 6s + 8 = 0$

(b) $s^3 + 6s^2 + 7s + 50 = 0$

(3) 次の伝達関数をもつシステムの極と零点を求めよ。

$$G(s) = \frac{3s^2 - 9s + 6}{s^3 + 6s^2 + 11s + 6}$$

論点 [制御工学]

- 1 . 現代制御理論における基礎的理解度を問う。
 - (1) 制御工学における基礎的用語の理解度を問う。
 - (2) 状態方程式における基礎的理解度を問う。
 - (3) 極配置に関する理解度を問う。

- 2 . 古典制御における基礎的理解度を問う。
 - (1) ブロック線図の等価変換と伝達関数の導出に関する理解度を問う。
 - (2) 特性方程式における安定判別についての理解度を問う。
 - (3) 伝達関数の極と零点についての理解度を問う。