

ロバスト制御理論特論 期末試験 (2010.8.6)

出題 平田 光男

問 1. 物体の位置を $y(t)$ [m], 物体に加える力を $u(t)$ [N] としたとき, 次の運動方程式が成り立つものとする。このとき以下の各問いに答えよ。

$$\ddot{y}(t) + 4\dot{y}(t) + 3y(t) = 2u(t)$$

- (1) 状態方程式と出力方程式を求めよ。ただし, 入力を $u(t)$, 出力を $y(t)$, 状態変数を $x(t) = [y(t), \dot{y}(t)]^T$ とする。
- (2) システム行列 (状態方程式 $\dot{x} = Ax + Bu$ の A のこと) の固有値を求めよ。

問 2. 下記の用語について簡潔に説明せよ。

- (1) 内部安定性 (2) 既約分解
- (3) スモールゲイン定理 (4) 有界実

問 3. 図 1 の直結フィードバックシステムにおいて $P = 1/s$ とする。そして, 正の実数 k に対して, $K = k$ とする比例制御を考える。ただし, r は目標値, d は外乱, n は観測ノイズとする。このとき, 以下の問いに答えよ。

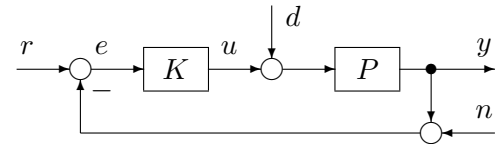


図 1:

- (1) 感度関数 S と相補感度関数 T を求め, ゲイン線図を描け。
- (2) ゲイン k を大きくしてゆくと, 目標値応答特性, 外乱抑圧特性, 耐ノイズ特性, ロバスト安定性はどのように変化するか, 説明せよ。

問 4. 制御対象 P が与えられたとき, 次の H_∞ ノルム条件

$$\left\| \begin{array}{c} P \\ \frac{1+PK}{PK} \\ \frac{1}{1+PK} \end{array} \right\|_\infty < 1 \tag{1}$$

を満たす H_∞ 制御器 K を求めたい。このとき, 以下の各問いに答えよ。

- (1) 一般化プラント G のブロック線図を書け。
- (2) 一般化プラント G の伝達関数表現を求めよ。

問 5. 行列変数 $X = X^T$ に対する次の行列不等式がある。

$$XA + A^T X + XBB^T X + R < 0 \tag{2}$$

ただし, A, B, R は実数を要素に持つ行列で, $R = R^T$ が成り立つとする。このとき, 以下の問いに答えよ。

- (1) (2) 式は線形行列不等式 (LMI) ではない。その理由を述べよ。
- (2) (2) 式を Schur complement を用いて LMI に等価変換せよ。