

## 線形制御理論

4

図1で示されるフィードバックシステムを考える。ここで  $P(s)$  は制御対象,  $C(s)$  は補償器,  $y$  は出力,  $u$  は入力,  $u_c$  は制御指令値,  $e$  は偏差,  $d$  は外乱,  $r$  は参照入力である。以下の問いに答えよ。

(i) このフィードバック系が安定であることの定義を述べよ。

以下では, 補償器  $C(s)$  は図2の構造をしているとする。ただし  $G(s)$ ,  $K(s)$  は適当な伝達関数であり, ここでは  $G(s) = P(s)$  とおくものとする。

(ii)  $r$  から  $e$ ,  $r$  から  $u$ ,  $d$  から  $u$ ,  $d$  から  $e$  への伝達関数をそれぞれ求めよ。

(iii)  $P(s)$  は安定であるとする。図1のフィードバックシステムが安定となるためには,  $K(s)$  が安定であることが必要十分であることを示せ。

(iv) 伝達関数  $P(s)$ ,  $K(s)$  をそれぞれ

$$P(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}, \quad K(s) = \frac{b}{s + a}$$

とする。ただし  $a, b$  は実定数である。 $r$  を単位階段関数としたときに出力  $y$  の定常値は 1,  $r = \sin t$  を入力したとき, 出力  $y$  の定常振幅は  $2\sqrt{5}/5$  になった。定数  $a, b$  を求めよ。

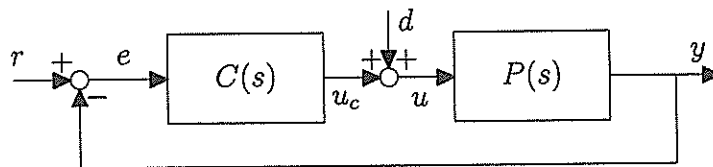


図1: 制御系

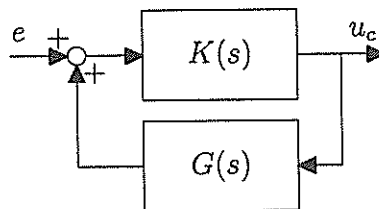


図2: 補償器  $C(s)$  の構造

An English Translation:

## Linear Control Theory

4

A feedback control system is given by the block diagram shown in Figure 1, where  $P(s)$  is a control plant,  $C(s)$  is a compensator,  $y$  is an output,  $u$  is an input,  $u_c$  is a control command,  $e$  is an error,  $d$  is a disturbance, and  $r$  is a reference input. Answer the following questions.

(i) State the definition of the stability of the feedback system.

In what follows, assume that the compensator  $C(s)$  has the structure shown in Figure 2. Here,  $G(s)$  and  $K(s)$  are transfer functions, and we assume  $G(s) = P(s)$ .

(ii) Calculate the transfer functions from  $r$  to  $e$ ,  $r$  to  $u$ ,  $d$  to  $u$ , and  $d$  to  $e$ , respectively.

(iii) Assume that  $P(s)$  is stable. Show that the feedback system in Figure 1 is stable if and only if  $K(s)$  is stable.

(iv) Let  $P(s)$  and  $K(s)$  be given as

$$P(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}, \quad K(s) = \frac{b}{s + a};$$

where  $a$  and  $b$  are real constants. When  $r$  is the unit step function, the steady state value of the output  $y$  is 1. When  $r = \sin t$ , the steady state amplitude of the output  $y$  is  $2\sqrt{5}/5$ . Calculate  $a$  and  $b$ .

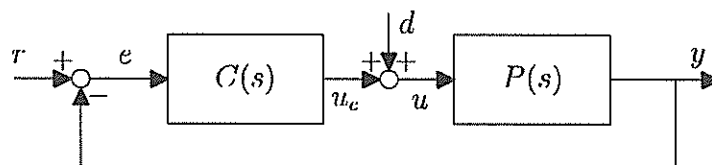


Figure 1 Feedback system.

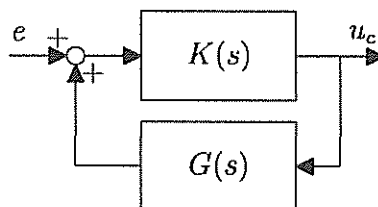


Figure 2 The structure of the compensator  $C(s)$ .