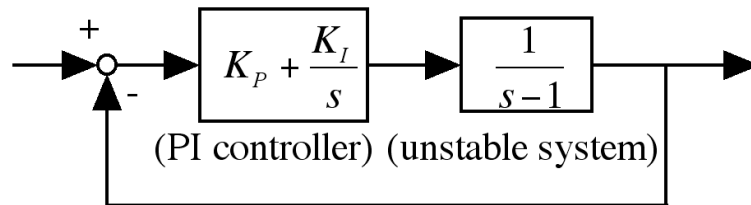


演習問題 No.3

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLATEX 2ε

真鍋多項式を用いて、以下の不安定系を安定に制御するPIコントローラを設計せよ。



1 閉ループ伝達関数

閉ループ伝達関数 $G(s)$ を求めると、次のようになる。

$$G(s) = \boxed{\phantom{G(s) = \frac{K_P + K_I/s}{s-1}}}$$

2 真鍋多項式の適用

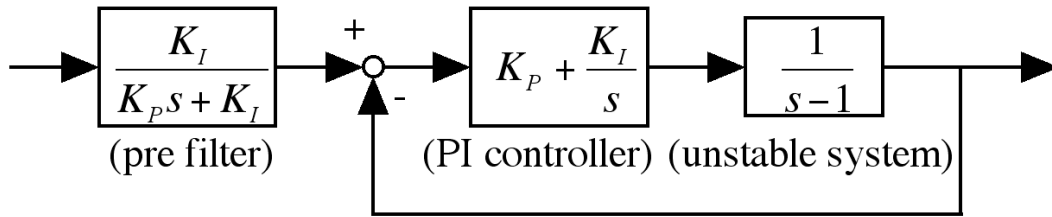
ここでは、等価時定数 $\tau = a_1/a_0 = 1$ となるよう設計することとする（本来、この値は要求される応答速度によって決めるべき値）。この時、真鍋多項式を満たすPIコントローラのパラメータ K_P, K_I を求める。

解くべき方程式

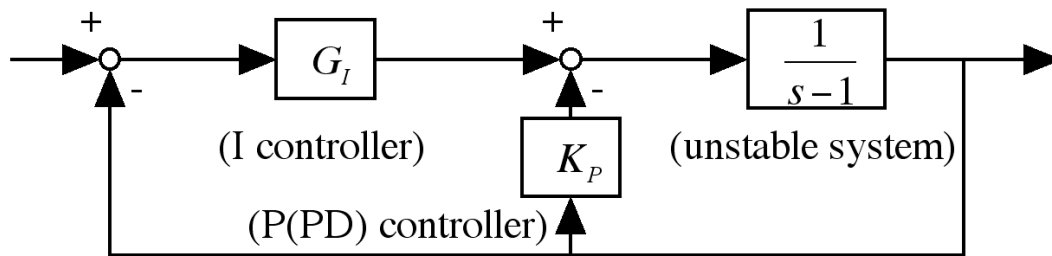
$$K_P = \boxed{}, \quad K_I = \boxed{}$$

3 零点のキャンセル

$G(s)$ は零点を有する。零点は安定性に大きな悪影響を及ぼさない（応答特性自体はかなり変化する）が、綺麗な制御系を構成するために、次図のような零点をキャンセルするプレフィルタを入力部に置くことがある。



これと同じ伝達関数は、次のような制御系でも実現できる。これは、上記の PID 制御に対して、I - PD 制御と呼ばれ、上記の構成より演算が少なくて済む利点がある。



両者の閉ループ伝達関数が等しくなるように、 $G_I(s)$ を定めよ。ただし、 K_P, K_I はそのまま用いよ。

$$G_I(s) = \boxed{\phantom{\frac{K_I}{K_P s + K_I}}}$$

4 安定性の確認

$G(s)$ は 2 次系になるはずである。次に示す 2 次系の一般形において、上記制御系の減衰定数を求めよ。ただし、プレフィルタを想定して零点は無視し、 K_P, K_I に設計した値を代入して求めよ。

$$\text{2 次系の一般形: } \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \text{ より } \zeta = \boxed{\phantom{\frac{K_I}{K_P}}}$$

ζ によって応答特性は変わり、

$\zeta < 0$: 不安定, $\zeta = 0$: 安定限界, $0 < \zeta < 1$: 振動的, $\zeta = 1$: 臨界制動, $\zeta > 1$: 過制動

となるが、この場合は $\boxed{\phantom{\frac{K_I}{K_P}}}$ である。