

Automatic Control Ders 3

State Feedback Controller Design

$$u(t) = -Kx(t) + Nr(t)$$

1. $x(t)$ reachable mı diye kontrol edilir. $M_r = \text{ctrb}(A, B)$; $\rho_{Mr} = \text{rank}(M_r)$; eğer ρ_{Mr} A'nın row ve column sayısına ve, B'nin row sayısına eşitse matrix reachable'dır ve K değeri bulunabilir.
2. Desired lambdaların bulunması gerekir. Eğer zeta ve ω_n soruda verildiyse bu değerler kullanılır eğer verilmediyse, soruda verilen overshoot rise time ya da settling time değerlerini (hangileri verildiyse) aşağıdaki formüllere yerleştirilerek zeta ve ω_n değerleri bulunur.

$$\zeta = \frac{|\ln(\hat{S})|}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\hat{S})}} \quad t_r = \frac{1}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} (\pi - \arccos \zeta)$$
$$t_{s, \alpha\%} = \frac{1}{\omega_n \zeta} \ln \left(\frac{\alpha}{100} \right)^{-1}$$
$$\hat{t} = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}}$$

3. $\lambda_{1,2} = \sigma_0 \pm j\omega_0 = -\zeta\omega_n \pm j\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$ formülüne zeta ve ω_n yerleştirilerek desired lambdalar bulunur
4. K değeri bulunur $K = \text{place}(A, B, \lambda_{\text{desired}})$

5. $\begin{cases} \dot{x}(t) = (A - BK)x(t) + Br(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$ Bu matrisin sistem bulunur $\text{sys_new} = \text{ss}(A - B*K, B, C, D)$
6. N değerini hesaplamak için $N = 1/\text{dcgain}(\text{sys_new})$
7. Kontrol sistemi bu matrislerle bulunur $\text{sys_contr} = \text{ss}(A - B*K, B*N, C, D)$
8. $t_{\text{sim}} = \text{linspace}(0, 20, 100000)$ $[y, t, x] = \text{step}(\text{sys_contr}, t_{\text{sim}})$ ile soruda verilen conditionlar kontrol edilir. (overshoot, rising time vb.)
9. Eğer analytical expression ister ise K ve N yi formülde yerine koyun $u(t) = -Kx(t) + Nr(t)$

Asymptotic State Observer Design

1. Observability kontrol edilir $M_o = \text{obsv}(A, C)$ $\rho_o = \text{rank}(M_o)$ ρ_o eğer A matrisinin row ve column sayısına, ve C 'nin column sayısına eşitse observable'dır.
2. L değeri bulunur $L = \text{acker}(A', B', \lambda_{\text{desired}})$ Desired lambdalar soruda verilmiştir
3. Observer sistemi bulunur $\text{sys_obsv} = \text{ss}(A - L*C, [B \ L], \text{eye}(2), D)$
4. State observer $t_{\text{sim}} = (0, 50, 100000)$, $u_{\text{sim}} = 0.1 * \text{ones}(\text{size}(t_{\text{sim}}))$ ve $[y, t, x] = \text{lism}(\text{sys}(\text{ilk sistem}), u_{\text{sim}}, t_{\text{sim}}, x_0)$ ve son olarak $[y_{\text{hat}}, t, x_{\text{hat}}] = \text{lism}(\text{sys_obsv}, [u_{\text{sim}}', y], t_{\text{sim}}, x_0_{\text{hat}})$ ile simüle edilir ve y x grafikleri kontrol edilir.

State Feedback Controller (State Feedback can not be measured (soruda xin üzerinde şapka var

ise)) $u(t) = -K\hat{x}(t) + Nr(t)$

1. $x(t)$ reachable mı diye kontrol edilir. $M_r = \text{ctrb}(A, B)$; $\rho_{Mr} = \text{rank}(M_r)$; eğer ρ_{Mr} A'nın row ve column sayısına ve, B'nin row sayısına eşitse matrix reachable'dır ve K değeri bulunabilir.

2. Desired lambdaların bulunması gerekir. Eğer zeta ve wn soruda verildiyse bu değerler kullanılır eğer verilmediyse, soruda verilen overshoot rise time ya da settling time değerlerini (hangileri verildiyse) aşağıdaki formüllere yerleştirerek zeta ve wn değerleri bulunur.

$$\zeta = \frac{|\ln(\hat{S})|}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\hat{S})}} \quad t_r = \frac{1}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} (\pi - \arccos \zeta)$$

$$t_{s,\alpha\%} = \frac{1}{\omega_n \zeta} \ln \left(\frac{\alpha}{100} \right)^{-1}$$

$$\hat{t} = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}}$$

3. $\lambda_{1,2} = \sigma_0 \pm j\omega_0 = -\zeta\omega_n \pm j\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}$ formülüne zeta ve wn yerleştirilerek desired lambdalar bulunur
4. K değeri bulunur $K = \text{place}(A, B, \text{lamda_desired})$
5. $\text{Sys_N} = (A - B^*K, B, C, D)$ sistemi bulunur ve N değeri $N = 1/\text{dcgain}(\text{sys_N})$ işlemiyle hesaplanır
6. Observability kontrol edilir $\text{Mo} = \text{obsv}(A, C)$ $\rho = \text{rank}(\text{Mo})$ ρ eğer A matrisinin row ve column sayısına, ve cnin column sayısına eşitse observable'dir.
7. Observer için lamdalar $\text{lamda_des_obs} = [-\text{zeta}*\text{wn} - \text{zeta}*\text{wn}] * 5$ (5 sadece diğer controllardan ne kadar hızlı olduğunu ifade eder) kullanılır. Böylece time constantı daha yüksek olmuş olur.
8. L değeri bulunur $L = \text{acker}(A', C', \text{lamda_des_obsv})$
9. Bu matriste değerleri yerine koyacağız.
10. Sistemi oluşturacağız $\text{sys_cont} = \text{ss}(A_I, B_I, C_I, D_I)$
11. $[y, t, x] = \text{lsim}(\text{sys_cont}, u_sim, t_sim, [x_0; x_0_hat])$ ile istenen değerlere bakabilirsiniz (x_0_hat yok ise [0;0] matrisi kullanın)