

[2024-1 디지털제어] HW#1

(담당 교수 : 박경훈, 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부,
e-mail: gyunghoon.park@uos.ac.kr)

- 출제 범위 : Ch. 2 – Ch. 4 중 수업까지의 강의 내용
- 총점 : 10점
- 제출 마감 : 5/29(수) 10:00까지
- 풀이 및 답안 제출 방법
 - 양식은 자율입니다.
 - 답안은 PDF로 변환한 후 파일명을 “학번_이름_HW01.pdf”로 하여 LMS를 통해 제출해주세요.
 - MATLAB/Simulink을 풀이에 활용해도 되는 문제들은, 문제 앞에 [MATLAB]을 적어놓겠습니다. (반대로, 문제에 [MATLAB] 표시가 없는 문제들은 MATLAB/Simulink 도움 없이 풀어주시기 바랍니다.)

1. (5점) 다음 전달함수

$$G_p(s) = \frac{s+3}{s^2+3s+2} \quad (\text{R.1})$$

로 표현된 연속 시간 시스템에 대하여 다음에 답하세요.

- (a) $G_p(s)$ 에 대한 연속 시간 상태변수 모델(state-variable model)

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Cx + Du\end{aligned}$$

을 구하세요.

- (b) (a)에서 구한 (A, B, C, D) 를 이용하여,

$$C(sI - A)^{-1}B + D$$

를 계산하세요. (여기서 I 는 항등 행렬(identity matrix)입니다.)

- (c) $G_p(s)$ 에 대한 펄스 전달함수(pulse transfer function) $G^d(z)$ 를 계산하세요. (이때 $T > 0$ 는 샘플링 주기입니다.)
- (d) [MATLAB] MATLAB의 c2d 함수를 이용하여 문제의 연속 시간 시스템과 0차 홀드, 샘플러가 결합된 샘플 데이터 시스템(sampled-data system)의 펄스 전달함수와 이산 시간 상태변수 모델을 각각 구하세요. (이때 샘플링 주기 T 는 $T = 0.2 \text{ sec}$ 로 정합니다.)

- (e) (c)에서 구한 펄스 전달함수의 DC 이득(DC gain) $G^d(1)$ 이 샘플링 주기 T 와는 무관함을 보이세요.

2. (3점) 다음 상태변수 모델

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u, \\ y &= \begin{bmatrix} 1 & -1 \end{bmatrix} x\end{aligned}$$

로 표현된 연속 시간 시스템에 대하여 다음을 답하세요.

- (a) 위의 연속 시간 시스템과 0차 홀드, 샘플러가 결합된 샘플 데이터 시스템(sampled-data system)의 펄스 전달함수를 계산하세요. (이때 샘플링 주기는 T 입니다.)
- (b) [MATLAB] (a) 결과를 이용하여 샘플링 주기를 $T = 0.2$ sec일 때의 펄스 전달함수를 계산하세요.
- (c) [MATLAB] MATLAB의 c2d 함수를 이용하여 (b)와 동일한 펄스 전달함수를 계산하고, (b) 결과와 비교하세요.

3. (2점) 다음 이산 시간 전달함수

$$D^d(z) = \frac{U^d(z)}{E^d(z)} = 2 + \frac{4}{z-1}$$

로 표현된 이산 시간 시스템에

$$e^d(k) = 2 \sin(0.5k)$$

를 입력하였을 때, 그 출력인 $u^d(k)$ 를 구하세요.