✱ Ch10 Non-Linear System Control

• 비선형이며 시간에 따라 변하는 시스템

Ch9에서 다룬 $m\ddot{x}+b\dot{x}+kx=0$ 의 b와 k가 t에 따라 변하거나, 시스템의 특성이 비선형이어서 CE를 못구할 때?...

⟶ 제어법칙의 비선형항으로 상쇄시켜, 선형화!

제어기의 비선형항 ≒ 시스템의 비선형항 → 상쇄!

↳ model-base 가 이 항을 포함, Servo는 항상 같게 유지!

① 제어할 시스템의 비선형 term을 제거하기 위해, 제어기의 model-base Part에 비선형 term 설계

↳ 제어할 시스템의 역모델을 만드는 것

② 선형화된 System을 서보 Part로 제어

⇒ 비선형 시스템의 구조와 파라미터를 알아야한다.

일반적으로 어려운 문제!

Ex) 비선형 Spring $f_s = kx \longrightarrow f_s = qx^3$

$\rightarrow m\ddot{x}+b\dot{x}+qx^3 = f = \alpha f' + \beta \longrightarrow$

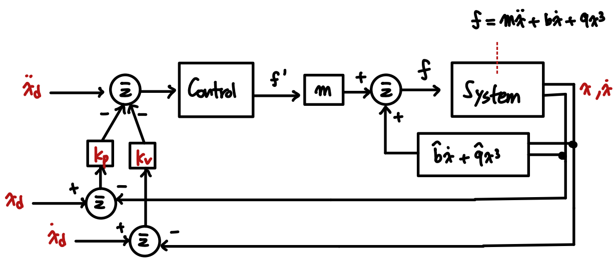
① model-base

$\alpha = \hat{m}$

$\beta = \hat{b}\dot{x}+\hat{q}x^3$

② Servo

$\ddot{E}+k_v\dot{E}+k_pE=0$



$\Rightarrow m\ddot{x}+\underline{b\dot{x}+qx^3} = \hat{m}f' + \underline{\hat{b}\dot{x}+\hat{q}x^3} \longrightarrow \ddot{x}=f' \Rightarrow \ddot{E}+k_v\dot{E}+k_pE=0$

⟶ 비선형 term 상쇄!

MIMO System

Robot의 제어는 MIMO의 문제이다.

Robot 의 위치, 속도, 가속도 → 벡터!

제어법칙은 각 액츄에이터에서 센싱한 정보를 벡터 형태로 받아 계산해야 한다.

제어법칙 : $F = \alpha F' + \beta$

⇒ n 자유도의 경우
$$\begin{cases} F, F' = n\times 1 \text{ 벡터} \\ \alpha = n\times n \text{ 행렬} \\ \beta = n\times 1 \text{ 벡터} \end{cases}$$

서보법칙은 $F' = \ddot{X}_d + k_v\dot{E} + k_pE$

⇒ k_v, k_p는 $n\times n$ 대각행렬

$E, \dot{E}$은 $n\times 1$ 벡터

n개의 motion of Eqn은 decouple이 되게 한다.

Robot Control

마찰

Robot의 motion of Eqn : $\tau = M(\theta)\ddot{\theta} + V(\theta,\dot{\theta}) + G(\theta) + F(\theta,\dot{\theta})$

Control Partitioning 사용해서 선형화!

① model - base

$\tau = \alpha\tau' + \beta$

$\alpha = M(\theta)$

$\beta = V(\theta,\dot{\theta}) + G(\theta) + F(\theta,\dot{\theta})$

② Servo

$\tau' = \ddot{\theta}_d + k_v\dot{E} + k_pE$

$E = \theta_d - \theta$