$$S_G^T = \frac{\delta T / T}{\delta G / G} = \frac{G}{T}\frac{\delta T}{\delta G} = \frac{G}{D_{ol} G}\frac{\delta T}{\delta G} = \frac{D \delta G}{D \delta G} = 1$$

gain의 변화가 Transfer function에 그대로 반영.

Closed loop.

$$T_{cl} + \delta T_{cl} = \frac{(G+\delta G) D}{1 + (G+\delta G) D} \qquad T_{cl} = \frac{GD}{1+GD}$$

$$S_G^T = \frac{1}{1+DG}$$ 로 줄여듦

Eigenvalue, Eigenvector 정리.

$A\vec{x} = \lambda \vec{x}$ 의 형태가 되는 식에서

λ : eigen~~vector~~ value $\quad \vec{x}$: vector

1차 미분 방정식 $\dot{u} = au$. 의 해는

$u(t) = C_0 e^{at} \qquad C_0 a e^{at} = a C_0 e^{at}$

u 가 vector라면 $\dot{\vec{u}} = a\vec{u}$ 를 생각할 수 있음

이 때 해가 있다면 $\cancel{\vec{u} = e^{at}}$

$\vec{u} = \vec{x} e^{\lambda t}$ $\quad \vec{x}$는 vector λ는 scalar

라고 가정.

$\dot{\vec{u}} = \vec{x} \lambda e^{\lambda t} = A \vec{x} e^{\lambda t}$ "$A\vec{x} = \lambda \vec{x}$"

Eigenvalue prob.

Shine Orange 11.

$A\vec{x} = \lambda \vec{x}$ A는 정해진, 알고있는 matrix

2차라 할때

~~$A\vec{x}_1 = \lambda_1 \vec{x}_1$~~

$A\vec{x}_1 = \lambda_1 \vec{x}_1$ $A\vec{x}_2 = \lambda_2 \vec{x}_2$

$\vec{u} = \vec{x} e^{\lambda t} \rightarrow \vec{u}(t) = C_1 \vec{x}_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 \vec{x}_2 e^{\lambda_2 t}$

λ_0와 $\vec{x}$를 알면 / ~~spo~~ super position

$A\vec{x} = \vec{x} \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} = \vec{x} D$ D: diagonal matrix independent

$S = [\vec{x}_1 \ \vec{x}_2] \leftarrow$ eigenvector matrix

결정되고, 알수 있음

$$A[x_1 \ x_2] = [x_1 \ x_2] \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix}$$

$$A \ S = S \ D$$

$D = S^{-1} A S$ $A = S D S^{-1}$

$u(t)$를 풀어야 하는데 coupled

→ de coupled $v(t)$로 변환

$u = Sv$ S: eigen vector matrix

$\dot{\vec{u}} = A\vec{u}$ 분해식 $\qquad \vec{u} = S\vec{v}$

$\dot{\vec{u}} = A\vec{u} = AS\vec{v} \qquad AS\dot{\vec{v}} = A\dot{\vec{u}} = \cancel{A}$

$S\dot{\vec{v}} = AS\vec{v} \qquad \dot{\vec{v}} = \underbrace{S^{-1}AS}_{D}\vec{v} = D\vec{v}$ $\qquad$ V는 decoupled ~~S~~ coordinate

$\cancel{u(t) = c_1 u_1 \vec{x}_1 e^{\lambda_1 t} + c_2 \vec{x}_2 e^{\lambda_2 t}}$.

$$\begin{bmatrix} \dot{\vec{v}}_1 \\ \dot{\vec{v}}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{v}_1 \\ \vec{v}_2 \end{bmatrix}$$

$$\vec{v}_1 = \cancel{x}\,\cancel{x_1}\, v_1(0)\, e^{\lambda_1 t} \qquad \vec{v}_2 = v_2(0)\, e^{\lambda_2 t}$$

$$u = \begin{bmatrix} \vec{x}_1 & \vec{x}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1(0)\, e^{\lambda_1 t} \\ v_2(0)\, e^{\lambda_2 t} \end{bmatrix} = \vec{x}_1\, v_1(0)\, e^{+\lambda_1 t} + \vec{x}_2\, v_2(0)\, e^{\lambda_2 t}$$