제어 용어정리

- relaxed at t_0

  : system의 output $y[t_0, \infty]$이 input $u[t_0, \infty]$에 의해서만 결정될 때.

- causal system

  : $t = t_0$ 에서의 output 이 t_0 이후의 input의 영향을 받지 않을 때.

- Time invariant

  : $HQ_\alpha u = Q_\alpha H u$ 를 만족할 때. (Q_α : α 만큼 delay 시키는 operation, $Q_\alpha u = u(t-\alpha)$).

- eigenvalue / eigenvector

  : $A(t)\underline{x} = \lambda \underline{x}$ 를 만족하는 non-trivial solution 이 있을 때의 λ는 eigenvalue, $\underline{x}$는 eigenvector.

- Linear independence

  : vector $\{\underline{x}_i\}$에 대해서 $\sum_i \alpha_i \underline{x}_i = 0$ 이 되는 α_i가 모두 0일 때 $\{\underline{x}_i\}$는 linearly independent.

- state $x(t_0)$

  : t_0 에서의 state $x(t_0)$는 input $u[t_0, \infty]$와 함께 system의 behavior를 unique하게 결정하는 최소의 정보에 해당된다.

- Fundamental matrix

  : $\dot{\underline{x}} = A(t)\underline{x}$ 를 만족하는 n개의 linearly independent 한 solution 들을 n 개의 column 으로 가지는 matrix $A(t)$

- State transition matrix

  : Fundamental matrix $\psi(t)$가 있을 때, state transition matrix는

  $\phi(t, t_0) = \psi(t)\psi(t_0)^{-1}$ 가 된다. 즉, 상태 $x(t_0)$를 상태 $x(t)$로 만드는 matrix.

  ($\phi(t_2, t_0) = \phi(t_2, t_1)\phi(t_1, t_0)$, $\phi(t, t) = I$ $\cdots$)

- Linearity

  : superposition ($f(x+y) = f(x) + f(y)$), homogeneity ($f(\alpha x) = \alpha f(x)$)를 만족.

∘ I/O description vs State variable description.

: I/O description
- Input과 output의 관계를 바로 알 수 있다.
- 내부 parameter 필요 없이 system description이 가능하다.
- unique.
- Time-Varying system 취급 불가, system을 바꾸고자 할 때 불편하다.

vs

State Variable description
- Input과 output의 관계가 복잡하다.
- Not unique
- Time-Varying system 취급 가능하고, system을 바꾸고자 할 때 편리하다.

∘ BIBO stable

: For any bounded input, the BIBO stable system generates bounded output.

∘ Stable in the sense of Lyapunov at t_0

: For equilibrium state x_e, $\exists \delta > 0$ s.t. $\|x(0) - x_e\| < \delta$, $\|x(t) - x_e\| < \varepsilon$, $\forall \varepsilon > 0$, $\forall t \geq 0$.

∘ Asymptotically stable at t_0

: For equilibrium state x_e, $\exists \delta > 0$ s.t. $\|x(0) - x_e\| < \delta$, $\|x(t) - x_e\| \to 0$ as $t \to \infty$

∘ Equilibrium state

: System의 state $x_e = \phi(t; t_0, x_e, 0)$ $\forall t \geq t_0$ 이면 x_e는 equilibrium state.

∘ controllable at t_0

: 임의의 $x(t_0)$ state를 임의의 $x(t_1)$ state로 transfer 하는 input $u[t_0, t_1]$이 존재할 때. (for finite $t_1 > t_0$)

∘ observable at t_0

: Time interval $[t_0, t_1]$ for finite $t_1 > t_0$ 에 대해서, input $u[t_0, t_1]$과 output $y[t_0, t_1]$을 아는 것으로 state $x(t_0)$를 결정하기 충분할 때.

∘ Totally stable

: 모든 initial state, input, output, state variable 들이 bounded.

∘ Equivalence transformation

: State equation 에서 $\bar{x} = Px$ (P: non-singular matrix)를 통해서 equivalent state equation을 만드는 변환.