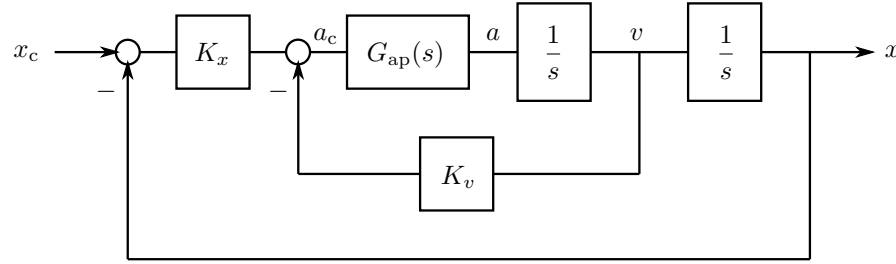


ASE3093 Automatic Control: Homework #6

- 1) *Runway approach problem.* 아래는 활주로에 접근하고 있는 항공기의 횡방향 경로 제어 시스템을 표현한 것인데, 이 문제에서는 위치 오차 $x_c - x$ 와 속도 오차 v 로부터 측방향 기동 가속도 명령 a_c 를 계산하기 위한 제어기를 설계하고 (K_x 와 K_v 를 선택하고), 설계된 제어기의 강인성을 확인하고자 한다. 시스템의 동역학은 아래 블록 다이어그램으로 나타낼 수 있다.



설계된 제어기는 기동 가속도 명령 a_c 를 계산하며, 기동 가속도 명령 a_c 는 오토파일럿 $G_{ap}(s) = a(s)/a_c(s)$ 로 전달되어 실제 가속도 a 가 생성된다.

우선, 오토파일럿이 이상적이라고 가정하여 $G_{ap}(s) = 1$ 이라 하자. 즉, 오토파일럿은 제어기에 의해 계산된 기동가속도 명령을 순간적으로 정확히 발생시킨다고 가정한다.

- a) 페루프 극점이 $s = -1 \pm j$ 에 위치하여, 페루프 대역폭과 댐핑이 각각 $\sqrt{2}$ 와 $1/\sqrt{2}$ 가 되도록 하는 K_v 와 K_x 값을 결정하시오.

이제, 오토파일럿에 스케일팩터 에러가 존재하여 $G_{ap}(s) = 1$ 이 아닌, $G_{ap}(s) = \xi$ 라고 가정하자. 여기서 ξ 는 양의 실수이다.

- b) (a)에서 설계된 제어기를 $G_{ap}(s) = \xi$ 가 고려된 시스템에 적용할 때, 페루프 시스템의 안정성이 보장되는 ξ 의 범위를 구하시오. 필요하면 컴퓨터를 사용하시오.

좀 더 현실적인 오토파일럿은 아래와 같은 3차 동역학 시스템으로 모델링할 수 있다.

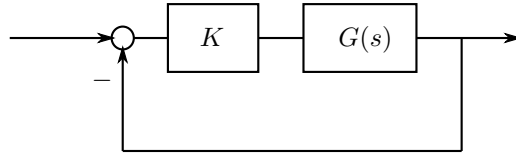
$$G_{ap}(s) = \frac{a(s)}{a_c(s)} = \frac{\xi p \omega^2}{(s + p)(s^2 + 2\zeta \omega s + \omega^2)}$$

위 시스템에서 $\omega = 4$, $\zeta = 0.7$, $p = 6$ 라고 가정한다.

- c) (a)에서 설계된 제어기를 위의 3차 오토파일럿이 고려된 시스템에 적용할 때, 페루프 시스템의 안정성이 보장되는 ξ 의 범위를 구하시오. 필요하면 컴퓨터를 사용하시오.

- 2) *Stability margin of statically unstable systems.* 아래와 같이 unstable한 시스템 $G(s)$ 를 상수 게인 K 를 사용한 비례제어를 통해 안정화하려고 한다.

$$G(s) = \frac{s+1}{s(s-1)(s^2+10s+50)}$$



폐루프 시스템을 안정화할 수 있는 K 의 범위를 구하시오. 컴퓨터를 사용하여 Bode plot과 Root locus를 그려서 안정여유를 종합적으로 분석하며 답하시오.