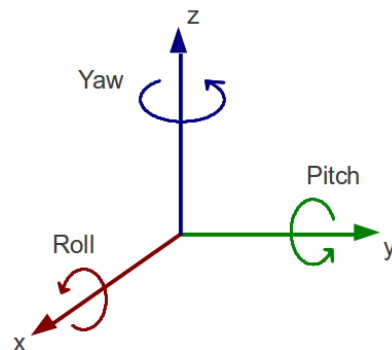
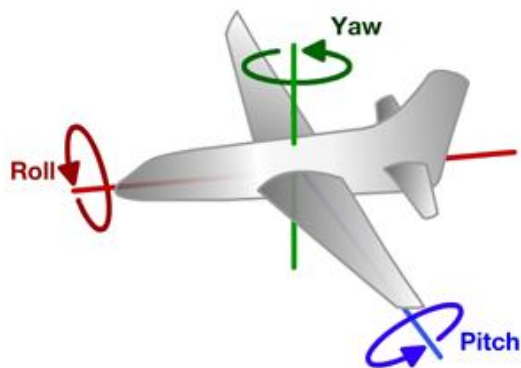


밸런싱 로봇

밸런싱 로봇

- Roll, Pitch, Yaw : X, Y, Z축 기준 기울기



- 가속도 센서 또는 자이로 센서 값을 이용하여 기울기(각도) 값을 계산한다.
 - 가속도 센서 : 가속도 측정
 - 자이로 센서 : 각속도 측정

밸런싱 로봇

- 자이로 센서 → 기울기
 - 측정한 각속도 값을 적분한 값에 이전 각도를 더하여 현재 기울기 계산

$$\theta_{now} = \theta_{prev} + w \times \Delta t$$

- 문제점 : 적분하는 과정에서 누적오차 발생

밸런싱 로봇

- 가속도 센서 → 기울기

- x, y, z 방향으로 측정되는 중력가속도를 이용하여 기울기 계산

$$angle(Y) = atan\left(\frac{-AcX}{\sqrt{Ac^2Y + Ac^2Z}}\right)$$

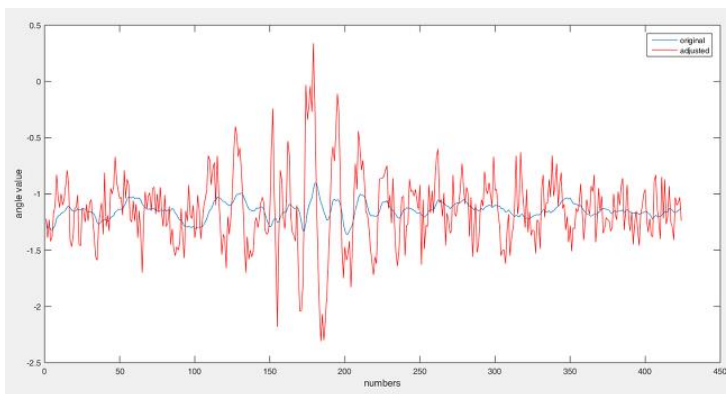
$$angle(Z) = atan\left(\frac{AcY}{\sqrt{Ac^2X + Ac^2Z}}\right)$$

* z축을 기준으로 회전 시 x, y, z축의 가속도 값이 변하지 않기 때문에 z축 방향으로의 기울기는 계산 불가

- 문제점 : 가속도 센서는 힘에 민감하기 때문에 정적인 상태에서는 정확한 방향각을 제공하나 움직임이 있을 경우 노이즈 형태의 불안정한 값을 내보낸다.

밸런싱 로봇

- 상보필터(Complementary Filter)
 - 가속도 센서로부터 전달된 정보로 Roll, Pitch, Yaw를 표현
 - 가속도 센서는 힘에 민감하기 때문에 정적인 상태에서는 정확한 방향각을 제공하나 움직임이 있을 경우 노이즈 형태의 불안정한 값을 내보낸다.
 - 노이즈 파형의 미세 주기보다 충분히 긴 시간을 주기로 불안정한 값들의 평균을 낸다.



밸런싱 로봇

- 상보필터

- 가속도 센서는 긴 시간에 걸쳐서는 정확한 데이터를 제공하지만 짧은 시간에 대해서는 불안정한 값을 준다.
- 자이로 센서는 짧은 시간에 대해서는 변화된 방향에 대한 정확한 데이터를 제공하지만 오랜시간 걸친 적분에 의해 방향에 대한 오류가 발생한다.
- 보다 정확한 기울기를 계산해 내기 위해서는 가속도 센서와 자이로 센서의 값을 조합할 필요가 있다.
- 두 센서 값을 조합하는 방법으로는 표준적인 방법인 칼만 필터(Kalman Filter)와 좀 더 단순한 방법인 상보필터(Complementary Filter)가 있다.

밸런싱 로봇

- 상보필터

$$filtered\ angle_{now} = \alpha \times (filtered\ angle_{prev} + angle_{gyro}) + (1 - \alpha) \times angle_{accel}$$

$$angle_{gyro} = w \times \Delta t$$

$$\alpha = \frac{\tau}{\tau + \Delta t}$$

- Δt : 센서 입력 주기
- τ : 시간 상수(가속도 센서 평균 값 주기)