**Altis SW 01 과제**

**로켓 각도 추정 방법**

2022011769

항공우주및소프트웨어공학부

김민주

제출일 : 2024.04.13

**로켓의 각도 추정 방법**

1. 로켓에 부착된 센서를 통해 측정한 속도를 바탕으로 각도 추정

- 속도를 측정하는 센서: 가속도 센서

가속도센서란 지구의 중력가속도를 기준으로 사물이 얼마만큼의 힘을 받고 있는지를 측정하는 센서이다. 중력가속도를 X, Y, Z축으로 성분 분해하여 각 축의 크기를 표시한다.

텍스트, 스크린샷, 라인, 도표이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

지표면에 수직인 면에 대해 회전하는 각(방위각)을 측정하기가 어렵다. 충격에 과하게 반응하여 필요 이상으로 노이즈가 발생하는 것도 확인할 수 있다.

물체가 정지한 상태라면 중력 방향으로 작용하는 힘을 계산하여 각 축의 방향으로 기울어진 각도를 계산할 수 있다.

- 각속도를 측정하는 센서: 자이로 센서

회전 물체의 각속도를 측정하는 센서이다. 각속도는 어떤 물체가 회전 운동할 때 생기는 코리올리 힘을 전기적 신호로 변환하여 계산할 수 있다. 이 때, 코리올리 힘은 운동하는 물체의 속도에 비례하며 운동방향에 수직인 힘을 말한다.

도표, 스크린샷, 라인, 디자인이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

이런 자이로 센서는 드론, 가상현실, 퍼스널 모빌리티, 헬스케어 웨어러블 등 다양한 곳에서 쓰이고 있다.

자이로 센서는 X, Y, Z 축의 각속도 변화량을 측정하고 이것을 통해 각도를 알기 위해서는 이 값을 측정시간 단위로 적분해야 한다. 하지만, 적분을 하게 되면 오차가 누적되는 현상이 발생하여 정확한 각도를 추정하기가 어렵다.

- IMU

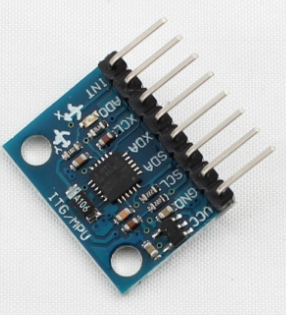
관성 측정 장치 ( Inertial Measurement Unit ) 의 약자로 가속도 센서, 자이로 센서로 이루어져 있으며 일부는 지자기 센서도 포함한다. 가속도 센서, 자이로 센서만 포함하면 6축 IMU라고 부르며 지자기 센서까지 포함하면 9축 IMU라 부른다.

물체가 움직임에 따라 자세(각도)를 측정하려면 초기 물체의 Roll, Pitch, Yaw 각에 자이로스코프(자이로 센서)에서 계산된 회전각을 누적(적분)해야 한다.

Roll 과 Pitch는 가속도 센서에서 간단히 구할 수 있으며 시간에 따라 적분할 필요가 없다. 반면 Yaw는 가속도 센서로 계산할 수 없어 자이로 센서에서 적분을 통해서만 구할 수 있으며 이 과정에서 누적 오차가 발생한다.

- MPU 6050

IMU 센서 중 하나로 가속도 3축, 자이로 3축, 온도 1축의 6축 IMU 센서이다.



2. 추정한 각도의 오차 보정

자이로 센서의 경우 저주파 영역에서 값이 변하는 Drift 현상이 발생하여 정확한 값을 기대하기 어렵고, 가속도 센서의 경우 고주파 영역에서 노이즈가 상당히 많이 혼입되어 실제의 정확한 값을 알기가 어렵다. 이를 위해 필터링이 필요하다.

- 상보 필터

텍스트, 도표, 라인, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명폰트, 텍스트, 타이포그래피, 서예이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

n번째 자이로 값은 n-1 번째 값과 더하여 순간 각도로 구한다.

자이로 값에 a값의 가중치를 주고, 가속도 값에는 (1-a) 만큼의 가중치를 줘서 현재를 각도를 계산한다. 단, a=tau/(tau+ts)로 구하는데 tau는 노이즈 시간 스케일보다 월등히 큰 값, ts는 샘플링 시간이다.

각도 변화가 빠를 때는 a값이 커져 Gyro값의 가중치가 높으나 속도가 느려지기 시작하면 a값이 작아지고 상대적으로 가속도 값의 가중치가 올라간다.

- 칼만 필터

과거와 현재의 값을 기준으로 재귀적 연산을 통해 최적값을 추적하는 것이다. 칼만 필터는 잡음이 포함된 측정치를 바탕으로 선형 역학계의 상태를 추정하는 재귀 필터로 루돌프 칼만이 개발하였다.

칼만 필터는 물체의 측정값에 확률적인 오차가 포함되고, 또한 물체의 특정 시점에서의 상태는 이전 시점의 상태와 선형적인 관계를 가지고 있는 경우 적용이 용이하다. 또한 가우시안 분포에 효과적인 필터가 칼만 필터이다.

칼만 필터는 이전에 수집한 데이터가 다음 단계의 예측에 재사용되는 재귀 필터이기 때문에 해당 값들의 급격한 변화가 발생하는 비선형적인 상황에서 칼만 필터는 추정값의 범위가 커져 오차가 발생할 수 있다. 이러한 비선형 환경에서 적용할 수 있는 확장 칼만 필터(Extended Kalman Filter, EKF), 무향 칼만 필터(Unscented Kalman Filter, UKF) 등의 칼만 필터도 있다.

칼만 필터는 특정 시간(T)에 측정된 데이터로 다음 위치를 예측하는 예측(Prediction) 단계와 다음 측정(T + 1)에서 측정된 데이터와 예측한 값의 차이를 보상해 새로운 추정값을 계산하는 측정 업데이트(Measurement Update) 단계를 반복하는 재귀적 필터이다.

3. 출처

<https://www.lgcns.com/blog/it-trend/19957/>

<https://blue-sea-whale.tistory.com/44>

<https://velog.io/@717lumos/Sensor-IMU%EC%9D%98-%EA%B0%9C%EB%85%90-%EB%B0%8F-%ED%99%9C%EC%9A%A9%EB%B2%95>

<https://m.blog.naver.com/boilmint7/220932352810> 이미지 출처

<https://blog.naver.com/ysahn2k/221382002057>

<https://swiftcam.tistory.com/163>

<https://velog.io/@soup1997/Complimentary-Filter>