

단일 안테나 GPS와 가속도계를 이용한 저급 IMU의 자세 보정

Attitude Compensation of Low-cost IMU Using Single Antenna GPS and Accelerometers

조성윤*, 문성제*, 진용*, 박찬국*, 지규인**, 이영재***

* 광운대학교 제어계측공학과(Tel : 02-940-5157 ; Fax : 02-942-7950 ; E-mail : cgpark@daisy.kwangwoon.ac.kr)
 ** 건국대학교 전자정보통신공학과(Tel : 02-450-3070 ; Fax : 02-450-3488 ; E-mail : gjjee@kkucc.konkuk.ac.kr)
 *** 건국대학교 항공우주공학과(Tel : 02-450-3358 ; Fax : 02-444-6670 ; E-mail : younglee@kkucc.konkuk.ac.kr)

Abstract : In this paper, the error compensation method of the attitude reference system with low-cost IMU is proposed. In general, the attitude error calculated by gyro grows with time. Therefore the additional information is required to compensate the drift. The attitude angles can be bound by accelerometer mixing algorithm and the heading angle can be aided by GPS velocity information. The Kalman filter is used for error compensation. The result is verified by comparing with the attitude calculated by medium-grade IMU, LP-81.

Keywords : attitude, GPS, accelerometer, Kalman filter

1. 서론

관성항법장치(INS : Inertial Navigation System)는 관성센서인 자이로와 가속도계를 사용하여 항체의 자세 및 속도, 위치 정보를 주위 환경에 영향받지 않고 독립적이고 연속적으로 제공한다[2, 3]. 지금까지의 관성항법장치는 고가이어서 유도무기, 항공기 등에 한정되어 사용되었다. 그러나 최근에 MEMS기술의 발달로 저가의 반도체형 관성센서가 개발되면서 관성센서의 사용 용도가 폭넓어지고 있다. 본 연구실에서는 이런 저가의 관성센서를 이용하여 항체의 6자유도 움직임을 측정할 수 있는 저급 IMU(Inertial Measurement Unit)를 설계, 제작하고 많은 응용분야에 적용 연구를 하고 있다. 저급 IMU의 경우 기존의 상용 IMU에 비하여 성능이 떨어지므로 항법장치용 보다는 제어 및 소형 움직임을 측정 장치용으로 적합하다. 그러나 차량용 항법장치(CNS : Car Navigation Systems) 및 개인 휴대 항법장치(PNS : Personal Navigation Systems)의 필요성이 증가함에 따라 저급 IMU와 GPS와의 결합을 통하여 성능향상 및 다양한 응용을 위한 연구가 진행되고 있다.

관성항법장치가 제공하는 항법정보는 짧은 시간 안에는 정확하지만 시간이 지남에 따라 관성센서 오차 및 초기 정렬 오차의 누적 등에 의하여 발산하게 된다[2, 3]. 특히 초기 정렬 오차에 의하여 항법정보는 빠르게 발산하며 초기 정렬 오차가 큰 경우 오차의 비선형성 때문에 추정이 어렵다. 저급 IMU를 사용하는 관성항법장치는 지구자전 각속도를 측정하지 못하므로 초기 정렬 시 항체의 요각을 계산하지 못하며 방위각에 대한 정보가 없으면 운항중에도 요각을 보상하지 못한다. 따라서 방위각에 대한 보조 정보를 이용하여 요각을 보정해 주어야 한다. 그리고 시간에 따라 오차가 커지는 롤, 피치각의 보정도 필요하다. 본 논문에서는 단일 안테나 GPS의 속도 정보를 이용하여 항체의 요각을 계산하고, 가속도계를 이용하여 롤, 피치를 계산한 후, 자이로를 이용하여 계산된 자세와 결합하여 자세 오차를 추정, 보상하는 방법을 제시한다. 이 때 자세 오차 추정에는 칼만필터를 사용한다.

본 논문에서는 차량 시험을 통하여 제시한 자세 보정 알고리즘의 성능을 확인한다. 자세오차 모델로 구성된 칼만필터를 통하여 자세 오차를 빠르게 추정, 보상함을 확인할 수 있다. 따라서 제시한 자세 보정 알고리즘은 초기정렬을 할 수 없는 시스템이나 저급

IMU를 사용하는 시스템의 자세 보정에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

2. 구성도

관성항법장치에서 자세 정보는 초기 정렬에 의하여 계산된 초기 자세에서 자이로의 출력을 사용하여 연속적으로 갱신한다. 이 때 사용되는 자세 계산 알고리즘은 오일러각, 방향코사인 또는 쿼터니언 미분방정식 등이 있으며 이 중 계산량이 적고 특이점이 없는 쿼터니언 미분방정식이 많이 사용된다[3]. 그러나 자이로는 바이어스 등 많은 오차를 포함하고 있으며 이 오차에 의하여 자세 오차는 시간이 지남에 따라 발산하게 된다. 특히 저급 IMU를 사용하는 항법장치에서는 항체의 초기 요각을 계산하지 못하므로 잘못된 자세를 계산할 수 밖에 없다. 따라서 본 논문에서는 가속도계와 GPS의 속도정보를 이용하여 항체의 자세를 보정하는 방법을 제시하며 구성도는 그림 1과 같다.

2.1 가속도계를 이용하여 롤, 피치각 계산

가속도계의 출력에는 중력이 포함되어 있어 자세에 따른 중력의 영향이 가속도계에 다르게 반영된다. 따라서 가속도계의 출력을 이용하여 항체의 롤, 피치각을 계산할 수 있다[7, 8]. 동체 좌표계의 속도 미분방정식을 정리하면 식 (1)과 같다

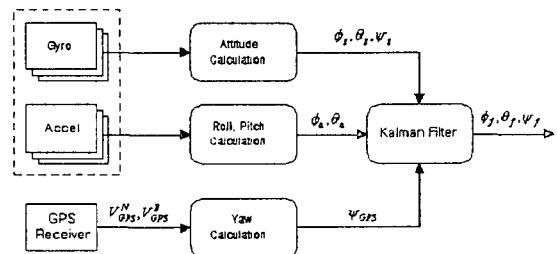


그림 1. 자세 보정 구성도
 Fig. . Block diagram of attitude correction