

저가 관성항법장치 드리프트 제거에 관한 연구

이인남, 임창동, 임상준, 권영민*

전자부품연구원

leinnam@naver.com, imcd1148@gmail.com, sjtb2@nate.com, *ymkwon@keti.re.kr

A Study on elimination of the Drift for Low Cost IMU System

Lee In Nam, Lm Chang-Dong, Lim Sang-Jun, Kwon Young Min*

Korea Electronics Technology Institute

요 약

본 논문은 9축 관성항법장치를 구성하고 있는 가속도, 자이로센서의 적분오차로 드리프트, 스케일 면에 있어 보정을 하였다. 알고리즘으로 HDR(Heuristic Drift Reduction), HSR(Heuristic Scale Regulation)을 사용하였으며, 측정된 센서 값으로 속도, 각도를 구하는 도중 측정되는 오차 성분을 순환보정을 통해 제어한다.

I. 서 론

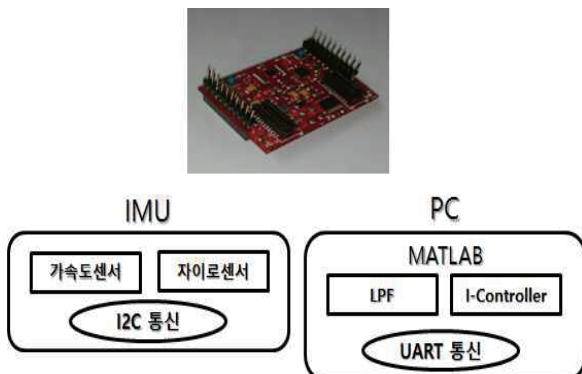
최근 가속도, 자이로센서는 인간편의 제품을 구성하는 휴대폰, 가전제품 건강관리 등 다양한 전자제품에 내장되어 여러 가지 기능을 지원한다.[1] 환경, 시스템적인 요인에 의해 발생하는 불특정 파라미터 성분을 제어하기 위해 특정센서만의 보정 알고리즘 설계가 요구된다. 센서를 통해 구할 수 있는 속도, 각도성분을 계산하는 과정에 발생하는 드리프트, 스케일 변환의 다양한 오차 성분을 보정하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 사용된 센서에 대해 간략하게 소개하고, 보정알고리즘 적용, 측정된 데이터와 알고리즘을 통한 보정된 데이터를 비교하여 결론을 도출 할 것이다.

II. 본론

본 논문에서는 연구소재로 사용된 IMU의 가속도, 자이로센서를 활용해 진행 축의 속도, 각도를 계산 할 것이다. 또한, 값을 도출 하는 도중 발생하는 드리프트, 스케일성분을 I-Controller로 제어해 보정 할 것이며, 실제 측정된 데이터를 MATLAB환경에서 결과를 출력하였다.

1. 관성항법장치

본 연구에서 사용된 관성항법장치는 invensens 사의 9축 IMU(MPU-9150) 모션 센서이다.

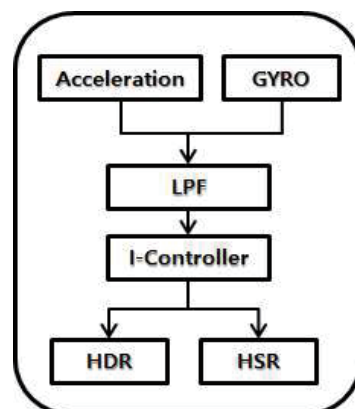


<figure 1. MPU-9150 시스템 블록도>

사용된 가속도센서는 중력성분을 통해 선형 가속도, 기울임 각도를 측정 하며, 측정된 값을 샘플링 된 시간에 적분을 하면 각 축에 대한 이동 속도를 구할 수 있다. 자이로센서는 움직이는 물체의 각 축에 대한 회전과 방향을 측정하며, 가속도센서와 달리 중력 및 외부의 힘에 영향을 받지 않고 독자적으로 운영 할 수 있다.

2. 보정 알고리즘

본 연구에서 필요한 값인 속도, 각도를 구하기 위해서는 측정된 데이터의 적분이 필요하다. 연산을 수행하면서 미세한 오차 성분의 누적 때문에 드리프트가 생기며 실제 모션과 달리 다른 스케일의 값으로 계산이 된다. 이를 HDR, HSR 알고리즘을 통해 자이로, 가속도센서 보정을 수행하였으며, 속도, 각도의 드리프트 제거 알고리즘은 그림 2와 같다.



<figure 2. Compensation Algorithm>

측정된 가속도 데이터는 속도를 구하기 위해 저역필터를 통해 불필요한 중력성분을 제거하며, 자이로 데이터의 좌우 흔들림을 통한 미소한 오차 최소화를 한다.

$$\frac{(\Gamma \times data + \lambda \times LPF(data))}{(\Gamma + \lambda)} \quad (1)$$

식 1에서 Γ, τ 는 저역필터 성능을 결정하는 설계변수이며, $data$ 는 센서 측정치이다. 저역필터로 보정된 데이터를 바탕으로 가속도 값은 HSR 알고리즘을 통한 적분으로 누적오차 제거와 이에 따른 스케일 변화를 보정한다.[2]

$$\|a\| = \sqrt{acc^2} \quad (2)$$

위 식은 각축 측정 가속도를 norm 하여 제어범위를 설정한다. 식 3은 I Control변수 설정과정으로 업데이트 된 scale factor이다. 여기서 I_s 는 알고리즘 보정치를 결정하는 설계변수이다.

$$C = \begin{cases} CI_s & \text{if } \|a\| > 1 \\ C/I_s & \text{if } \|a\| < 1 \end{cases} \quad (3)$$

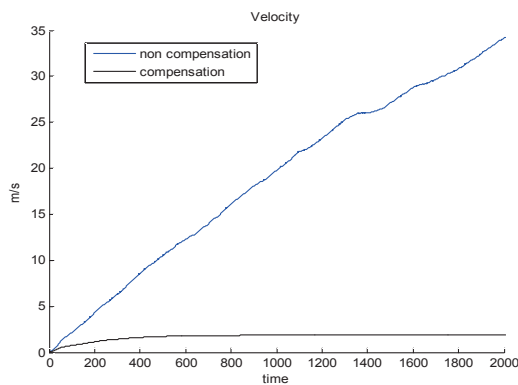
자이로센서의 각속도를 적분하여 회전각을 결정하는데, 계산도중 발생하는 미소한 드리프트 성분이 적분되면 지수 함수적으로 누적되어 큰 오차를 발생시킨다. 센서 측정치에 더해진 바이어스 성분을 최소화하기 위해 HDR 알고리즘을 사용한다.[3]

$$I_g = I_{g-1} - \text{sign}(w_{g-1})I_{gs} \quad (4)$$

식 4는 HDR의 I controller 부분이다. I_g 는 설계변수 I_{gs} 와 자이로 값 w 에 따라 정해지는 보정 값이다.

III. 결론

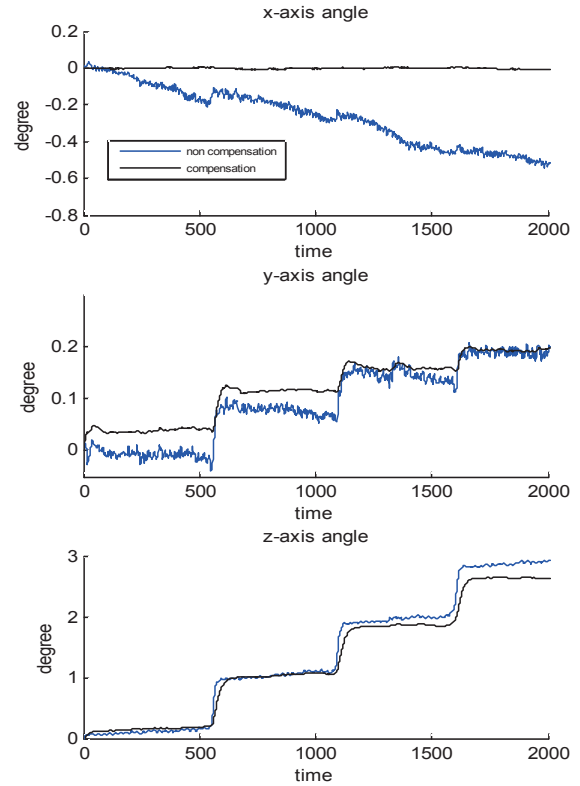
본 논문에서는 진행 축의 정확한 속도와 각 축의 각도를 구하기 위해 저역필터, HDR, HSR 알고리즘을 사용해 적분도중 누적되는 드리프트 성분을 최소화 하였다. 실험은 테니스장에서 수행 되었으며 직사각형을 그리며 보행을 하였다. 그림3은 보정 전, 후 가속도센서 데이터를 적분하여 속도를 구하였으며, 보정 된 가속도센서는 오차의 누적 없이 진행 방향으로 일정하게 약 2m/s 속도를 나타낸다.



<figure 3.non-compensated velocity & compensated velocity>

그림 4는 보정 전, 후의 자이로센서를 통한 각도를 나타낸다. 보정 알고리즘이 없는 자이로센서는 시간이 지남에 따라 드리프트 성분에 의해 각

도를 계산하는 과정에서 오차 값이 누적되어 한쪽 방향으로 기우는 것을 확인 할 수 있다. 알고리즘에 의해 보정된 데이터는 미세한 흔들림과 드리프트 성분을 최소화해 정확한 보행 각도를 나타낸다.



<figure 4.non-compensated angle& compensated angle>

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 IT융합기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [R0101-14-0047]

참 고 문 헌

- [1] 양희성, 이상연, 이강복, 방효찬, " 사물인터넷용 센서 기술 동향 및 발전 방향." 정보처리학회지, 2014.2, pp. 30-38.
- [2] Borenstein, J., Ojeda, L, and Kwanmuang, S. " Heuristic reduction of gyro drift for personnel tracking systems." Journal of Navigationn 62, 2009, pp. 41-58.
- [3] 남동균, 박주영, 박현우, 김도윤, " 저가형 자이로 센서의 드리프트 감소 방안에 대한 고찰." 한국지능시스템학회 2010, pp. 103-106.