

차량 충돌 및 전복 감지 센서 시스템

*이희동, 김현덕

경북대학교 전자공학과

e-mail : hyundkim@ee.knu.ac.kr

Vehicle crash and rollover detection sensor system

*Hee Dong Lee, Hyun-Deok Kim

Department of Electronic Engineering

Kyungpook National University

Abstract

We demonstrate a novel calibration-free vehicle crash and rollover detect system by using a 3-axis accelerometer as a sensor element.

I. 서론

자동차용 제어 시스템에 전자장치들의 사용이 늘어나고 있으며, 안전성 확보를 위한 정보 수집 및 제공을 위해 다양한 센서들이 사용되고 있다. 특히, 가속도 센서가 활발히 사용되고 있으며, 가속도 센서를 이용하여 다양한 차량정보를 수집할 수 있다[1]-[2]. 본 논문에서는 3축 가속도센서를 이용하여 calibration 과정이 필요 없는 차량 충돌 및 전복 시스템을 제안하고 구현한다.

II. 본론

가속도 센서는 속도의 변화를 감지하여 전기 신호로 출력하는데, 일반적으로 가속도 센서가 차량에 설치될 경우, 센서 고유의 축 방향과는 관계없이 임의의 방향으로 설치되므로 중력 등의 영향에 따라 원하는 정확한 측정이 어려운 문제점이 있다. 즉, 그림 1에 보인 바와 같이 가속도 센서를 설치하면 가속도 센서의 축(x, y, z)은 차량의 움직임 방향 또는 중력방향과 일치하지 않고 이로 인해 설치 시마다 복잡한 calibration 과정을 거쳐야만 정확한 정보를 획득할 수 있다.

가속도 센서가 네비게이션 단말이나 텔레매틱스 단말에 설치된 상태에서 움직이게 되면 가속도 센서를 통해 측정되는 값은 실제 차량에 움직임에 의한 가속도 벡터와 차량에 가해지는 중력에 의한 벡터의 합이 된다. 즉, 중력에 의한 R벡터와 차량의 움직임에 의한 A벡터의 합으로써 실제 측정되는 벡터는 M벡터로 나타나게 된다. 이러한 M벡터를 이용하여 A벡터 값을 정확히 측정할 수 있으면 차량의 충돌을 감지할 수 있다. 즉, 차량 충돌이 발생하면 차량의 가속도 벡터의 크기가 급격히 증가되므로 이를 감지하여 차량의 충돌을 감지할 수 있다.

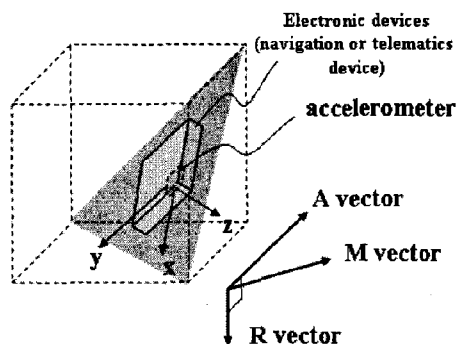


그림 1. 단말에 장착된 가속도 센서 모듈

본 논문에서 제시된 차량 충돌 감지 알고리즘은 그림 2와 같다. 측정된 M벡터에서 R벡터를 빼면 중력의 영향을 받지 않는 차량이 움직일 때의 A벡터를 얻을 수 있다. 충돌이 발생할 경우 속도가 급격히 변하기 때문에 A벡터의 크기가 증가하는데, 특정 값 A_{crash} 이상이 되면 충돌이라고 판단한다.

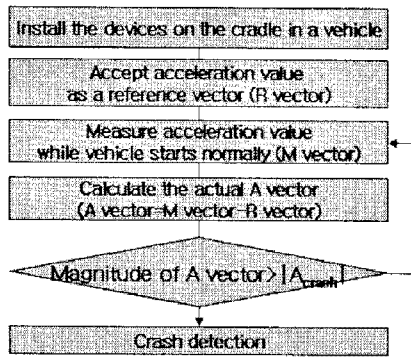


그림 2. 차량 충돌 감지 알고리즘

제시한 알고리즘을 이용한 충돌 감지 시스템의 타당성을 검증하기 위해 충돌 발생 시와 정상적으로 차량이 출발하는 경우 시간에 따라 측정된 가속도를 각각 그림 3에 나타내었다. 정상적으로 차량이 출발하는 경우에도 속도의 변화가 크기 때문에 가속도의 크기가 증가하지만, 차량 충돌 시에는 가속도 크기가 더욱 크게 증가하였다. 특히 차량 충돌 시 가속도의 크기는 약 500 msec 동안 아주 큰 값을 유지하였다. 따라서 이로부터 충돌상황을 감지하기에 충분한 정보를 획득할 수 있다.

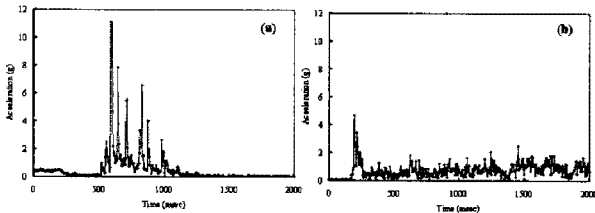


그림 3. 충돌 발생 시(a)와 정상적인 차량 출발 시(b) 시간에 따라 측정된 가속도

동일한 가속도 센서를 이용하여 차량의 전복도 감지할 수 있는데, 차량의 전복 감지 방법은 그림 4와 같다. 즉, 차량 운행 중 측정된 가속도 벡터(M벡터)와 초기 정지 시 측정되는 가속도 벡터 사이의 각도로부터 차량의 전복이 발생하였음을 감지할 수 있다.

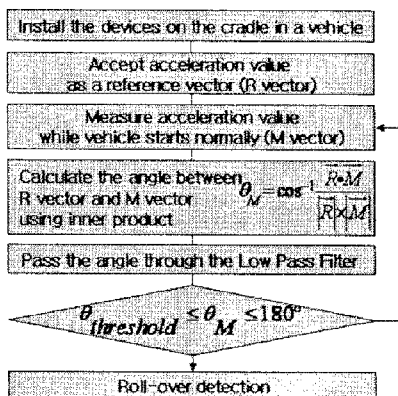


그림 4. 차량 전복 감지 알고리즘

제시된 차량 전복 감지 방법은 R벡터와 M벡터 사이의 각을 벡터 내적을 이용하여 계산하고 low pass filtering을 거쳐 평균 각도값 θ_M 을 구한다. θ_M 이 180° 와 $\theta_{threshold}$ 사이를 값을 가지는 경우 전복으로 판단한다. $\theta_{threshold}$ 값을 다양한 실험을 통해 경험적 통계치를 사용하여 설정할 수 있다.

그림 5는 차량 전복이 발생한 예에서 시간에 따라 측정된 M벡터와 R벡터가 이루는 각이다. 전복이 발생할 경우, 약 150도 정도의 각도를 이루었는데 이 같은 각도 변화를 통해 전복을 감지할 수 있다. 이 실험에서는 순간적인 각도 변화를 상쇄하기 위해서 low pass filter를 통해 평균함으로써 각도 변화를 보다 세밀하게 측정할 수 있었다.

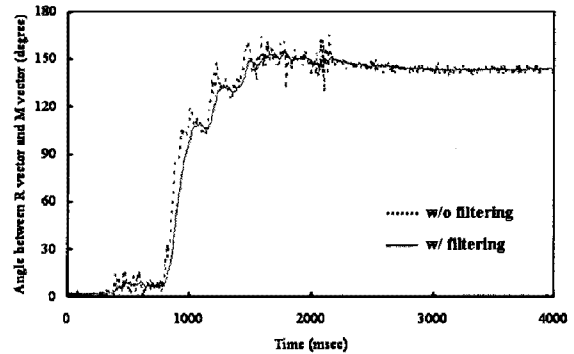


그림 5. 전복 시 측정된 상대적인 각도변화

V. 결론

본 논문에서는 내비게이션 단말 및 텔레매틱스 단말 등에 응용할 수 있는 차량 충돌 및 전복 시스템을 제안하고 검증하였다. 이 시스템은 복잡한 calibration 과정이 필요 없으므로 차량에 고정되는 것이 아니라 필요에 따라 장착되는 단말에서 충돌 및 전복을 감지하기 위해 유용하게 사용될 수 있다.

참고문헌

- [1] Z. C. WU and Z. F. WANG etc., "Gravity based online calibration for monolithic triaxial accelerometers' gain and offset drift," in Proc. of the 4th World Congress on Intelligent Control and Automation, pp. 2171-2175, Shanghai, P. R. China, June 2002.
- [2] C. Y. Chan, "Trends in Crash Detection and Occupant Restraint Technology," in Proc. of the IEEE, vol. 95, no. 2, February 2007