잡음에 강인한 스마트 캐리어용 센싱시스템

천봉원* · 박종영* · 구형진* · 조현진* · 권세익* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Sensing System for Noise Robust Smart Carrier

Bong-Won Cheon* · Jong-Yeong Park* · Hyeong-Jin Koo* · Hyun-Jin Cho* · Se-Ik Kwon* · Nam-Ho Kim*

*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

최근 여행인구가 늘어나면서 캐리어에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 캐리어에 대한 기술이 다양하게 개발되고 있으며, 대표적으로 스마트 캐리어가 많이 사용되고 있다. 그러나 스마트 캐리어는 기울기 센서에 의한 속도 제어시스템을 사용하기 때문에 여러 가지 원인에 의해 잡음 등이 발생한다. 이로 인해 급격한 구동이나 누적오차에 의한 오동작의 소지가 많다. 따라서 본 연구는 기존 시스템의 단점을 보완하기 위해 FIR 저역통과필터를 설계하여 기울기 센서에 적용하여 잡음에 강인한 센싱시스템을 구현하였다.

ABSTRACT

As the number of tourist has been increased recently, the interest level in the carriers was elevated. Hence, the technologies on the carriers have been developed variously, and smart carriers are widely used. However, noises are occurred with multiple causes since smart carrier uses the speed control system by gradient sensor. Because of this, the possibility of wrong operation is high by abrupt operation or cumulative error. Therefore, FIR low pass filter was designed and applied in the gradient sensor to realize the strong sensing system against the noise so as to supplement the weaknesses of the existing system in this article.

키워드

기울기 센서, 스마트 캐리어, 모터, 필터링

Ⅰ. 서 론

최근 여행객의 수가 증가하면서 여행과 관련한 기술들이 많이 개발되고 있다. 특히 체력적으로 부담이 큰 노약자들을 위한 캐리어 연구가 많이 진행되고 있다. 대표적인 제품으로 가속도 센서를 이용하여 캐리어 스스로 속도를 제어하며 움직이는 스마트 캐리어가 있다. 하지만 본체의 떨림과 바닥의 장애물과 같은 여러 가지 원인에 의해 가속도 센서의 데이터를 수신하는 과정에서 많은 잡음이 발생하는 문제점이 있다. 잡음이 발생하면 속도제어에 영향을 주며 스마트 캐리어가 오동작을 일으킬 가능성이 높아진다. 이로 인해 제품의 효율성 및 안정성이 감소하는 현상이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 기울기 센서에 FIR 저역통과필터를 설계하여 잡음을 제거하는 시스템을 구현하였다.

Ⅱ.본 론

2.1 가속도 센서

가속도 센서는 속도(velocity)가 아닌 가속도(acceleration)를 측정하는 센서이다. 가속도 센서가 3축이라 함은 센서가 3차원에서 움직일 때 x축, y축, z축 방향의 가속도를 측정할 수 있다는 의미이다. 이러한 가속도 센서의 특성을 이용해서 물체의 자세, 즉 기울어진 각도를 측정할 수 있다.

2.2 가속도 센서의 기울기 측정 원리

가속도 센서의 축 방향에 대해 진동과 같은 외부의 힘이 가해지지 않고, 중력가속도만 작용하는 상태에는 3축가속도 센서의 출력을 이용해 중력 방향을 기준으로 센서의 기울기를 구할 수 있다.

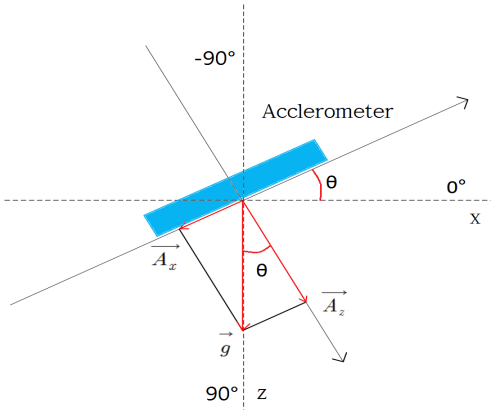

Fig. 1. Accelerometer sensor theory.

3축가속도 센서의 x축 방향이 피치 방향과 일치하면 피치각이 θ만큼 기울어졌을 때, 그림 1과 같이 중력가속도에 의해 가속도 센서에서는 각 축 방향으로의 가속도 $\overrightarrow{A_x}$, $\overrightarrow{A_z}$가 출력된다.

그림 1과 같이 가속도 센서가 θ만큼의 기울기를 가질 때, 다음의 식 (1)과 같다.

$$\theta[rad] = \tan^{-1}(\frac{A_x}{A_z}) \quad (1)$$

가속도 센서의 x축, z축 출력으로 각 θ를 연산할 수 있다. 여기서 θ의 단위는 rad이다.
이 값을 각도 값(deg) 으로 환산하면 식 (2)와 같다.

$$\theta[\deg] = \frac{180}{\pi}(\tan^{-1}\frac{A_x}{A_z}) \quad (2)$$

가속도 센서를 이용하여서 고정 되어있는 물체의 기울어진 정도를 측정할 수는 있지만, 센서가 잦은 진동에 노출되거나, 외란을 받는다면 가속도 센서에 영향을 주기 때문에 정확한 출력을 얻기 힘들다.

2.3 스마트 캐리어의 구성

본 논문에서 제안한 스마트 캐리어는 기존의 캐리어에 기울어진 정도를 측정할 수 있는 3축 가속도 센서 ADXL-335와 가속도 센서의 값에 따라 속도를 조절하는 모터드라이버 L298N과 모터를 추가한 것이다. 평소에는 캐리어가 많이 기울어져 있을수록 속도가 빨라지고, 기울기가 0 ~ 20° 에서는 캐리어의 급발진을 방지하기 위해 가속도 센서가 동작하지 않도록 설정하였다. 그리고 70° 이상으로 높아지면 캐리어가 넘어진 상황이라 판단하고 모터가 정지하도록 설계하였다. 스마트 캐리어의 방향 제어는 기울기의 또 다른 축 데이터를 수신하여 조건문을 통해 좌우 방향제어가 되도록 구현하였다.

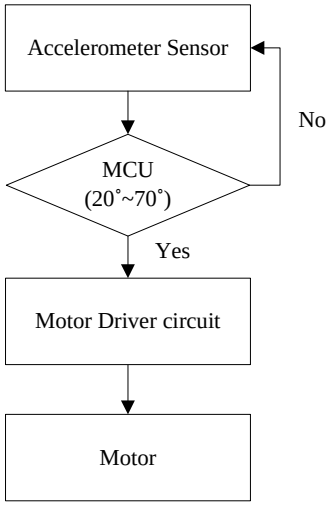

Fig. 2. Motion algorithm

또한 모터제어에 사용되는 모터 드라이버는 Data Sheet에 포함된 L298N DC모터 드라이버 회로 그림 3을 참조하여 그림 4와 같이 설계하였다.

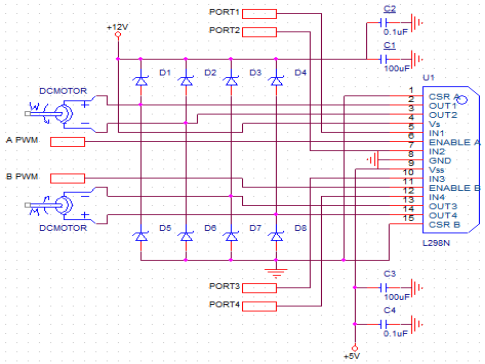

Fig. 3. Motor driver circuit

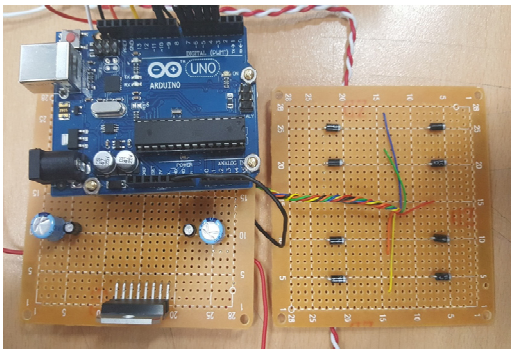

Fig. 4. Motor driver

2.4 시뮬레이션

스마트 캐리어는 앞서 제시한 알고리즘과 같이 내부 센서가 동작한다. 그러나 바닥의 요철이 심한 곳을 캐리어를 끌고 지나갈 때 가속도 센서 값의 변화가 갑작스레 변할 우려가 있다. 그에 따라 캐리어의 속도 또한 급변하는 경우가 생길 수 있다. 때문에 사용자의 속도에 맞추기 위한 스마트 캐리어가 오히려 불편한 상황을 야기하게 된다. 이를 보안하기 위한 필터의 성능을 시험하기 위해 먼저 그림 5와 같이 잡음이 포함된 가속도 센서의 출력을 사용하였다.

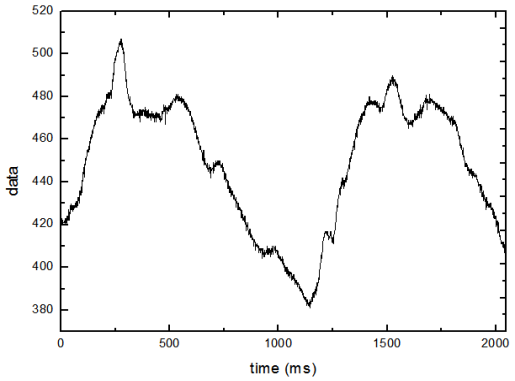

Fig. 5. Sensor output

먼저 FIR 필터의 성능을 검증하기 위해, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 노이즈가 제거되는지 실험하였다. 그리고 다양한 필터를 시뮬레이션하여 그 중 가장 우수한 필터를 적용하여 설계하였다. 시뮬레이션을 통해 원 신호에서 노이즈가 제거된 신호를 그림 6에 나타내었다.

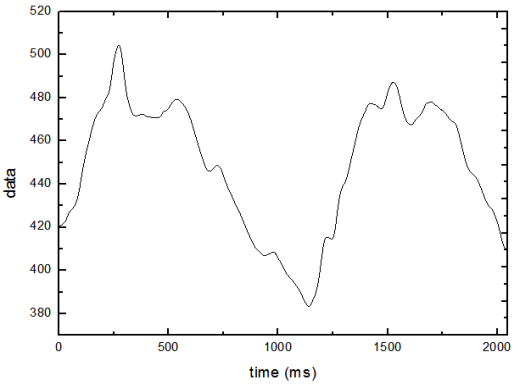

Fig. 6. FIR filter output.

2.5 시스템 구현

다음은 FIR 필터를 구현하여 가속도 센서의 출력과 필터의 출력을 비교하였다. 그림 7의 파형 중 위의 파형이 필터를 추가하지 않은 원 신호, 아래의 파형이 필터를 추가한 후의 가속도 센서의 출력 파형이다.

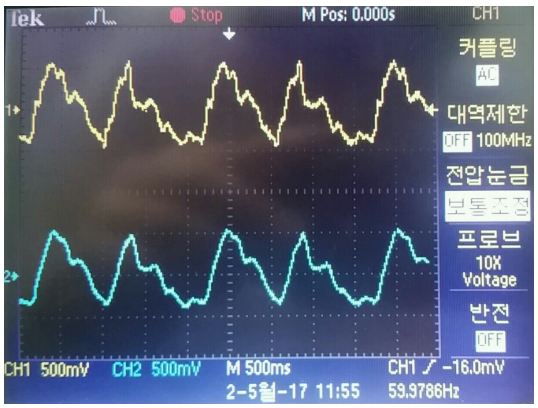

Fig. 7. Measured wave form

FIR 필터의 설정을 바꾸어가며 여러 번 실험을 진행하여 가속도 센서에 가장 적합한 필터를 설계할 수 있었다. FIR 필터를 적용함으로 원래의 신호에 있던 잡음이 많이 감소되었음을 알 수 있다.

Ⅲ.결 론

본 논문은 기존 캐리어의 단점을 보안한 스마트 캐리어에 사용되는 노이즈 처리를 포함한 센싱 시스템을 제안하였다.

시스템을 구현하여 센서의 성능을 확인한 결과, 잡음이 섞인 센서신호 중 상당부분의 노이즈 제거 가능했다. 이를 통해 노이즈가 제거된 센서의 신호를 받아 오작동의 요소가 적은 시스템 구현이 가능하다.

본 논문에서 제안한 센싱 시스템은 일정 수준의 잡음에 훼손된 경우에도 우수한 성능을 내는 것이 가능하다. 사용되는 장소의 특성에 따라 필터의 성능을 조절한다면 스마트 캐리어 뿐 만 아니라 센서가 사용되는 모든 분야에서 효과적으로 사용될 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2017.

참고 문헌

[1] Seul Jung, Digital Signal Processing & Filter Design

[2] S. H. Kim, "Design of FIR Filters With Sparse Signed Digit Coefficients," j.inst.Korean.electr.electron.eng, Vol. 19, no. 3, pp. 342-348, Sep. 2015

[3] S. I. Ji, J. K. Lee, "IMU-Barometric Sensor-based Vertical Velocity Estimation Algorithm for Drift-Error Minimization," Journal of Institude of Control, Robotics and Systems, Vol. 22, no. 11, pp. 937-943, Nov. 2016

[4] 양철오, 이대성, 오민석, 박희진, 구영모, 배영환, 송명현, "3축 가속도 센서를 이용한 이동물체의 자세각 측정" 대한전기학회 학술대회 논문집, pp.1728-1729, 2010.

[5] 임동하, 박철호, 김남호, 유윤선, "3축 가속도 센서 데이터에 은닉 마르코프 모델과 임계값을 적용한 낙상 감지 알고리즘" 대한전자공학회 학술대회, pp.489-491, 2013.

[6] 최정연, 정성부, 이현관, 엄기환, "노약자 보호를 위한 무선 3축 가속도 센서를 이용한 움직임 검출 시스템" 한국정보통신학회 논문지, pp.2427-2432, 2009.