

움직임 감지를 위한 CW도플러 센서 신호처리 보드 개발

한병훈* · 오창현*

*한국기술교육대학교

Development of CW Doppler Sensor Signal Processing Board for Motion Detection

Byung-hun Han* · Chang-heon Oh*

*Korea University of Technology and Education (KOREATECH)

E-mail : luna988@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문은 자전거, 전동휠체어 등의 안전사고를 예방하기 위해 저가형 CW도플러 센서를 사용한 전방물체감지장치를 제안한다. 이를 위해 CW도플러 센서의 출력 신호를 분석하여 물체의 움직임을 감지하는 알고리즘 및 신호처리보드를 개발한다. 센서에서 출력되는 신호는 아날로그이며 I와 Q 나뉜다. 물체가 센서를 기준으로 접근, 정지, 이탈 할 경우 각각 I와 Q의 위상이 다르게 나타나는 특징을 이용하여 위상에 대한 정보를 판별, 물체의 움직임을 감지할 수 있는 알고리즘을 개발한다. 검증을 위해 MCU 하드웨어 및 알고리즘을 적용한 펌웨어 개발 후 실험을 통해 물체의 움직임에 따라 움직임 정보가 정상적으로 출력되는 것을 확인한다. 실험 결과, 물체의 움직임에 따라 감지정보가 출력되는 것을 확인하였으며, 알고리즘 및 신호처리보드의 동작을 검증하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a device for detect front object using low-price the CW Doppler sensor to prevent safety accident such as a bicycle, an electric wheelchair users. For this propose, we develop a signal process board and the object motion detect algorithm using to analyzing output signal of the CW Doppler sensor. Output signal from CW Doppler sensor is analog I and analog Q. The CW Doppler sensor shows phase I and phase Q of object differently when the object approach, stop, drop by sensor. We develop an algorithm that can detect object by discrimination information of phase using the CW Doppler sensor. The verification use firmware of applied hardware and algorithm. Then, the motion information can be confirming output depending on motion object by experiment normally. As a result, we check that the sensing information output by following motion of object and confirm an algorithm and motion of signal processing board.

키워드

CW Doppler, Radar sensor, Motion detection, detection algorithm

I. 서 론

레저란 '참가의 주된 목적이 의식주 문제의 해결이 아닌, 노동 이외의 자발적인 여가활동'으로 정의된다[1]. 소득수준 상승에 따라 건강에 대한 관심과 레저 활동이 증가한 가운데 자전거가 친환경 교통수단으로 주목받으면서 국내 자전거 시장은 2000년 이후 급격히 확대되었다. 하지만 도

로교통공단에 따르면 자전거 교통사고 발생건수는 2010년 1만1259건, 2011년 1만2121건, 2012년 1만2970건으로 매년 증가하는 추세이다[2].

이러한 자전거 사고를 방지하기 위해 헬멧, 장갑 등 안전 장비가 증가하고 있으며, LED 램프와 탐지 센서가 장착된 웨어러블 점퍼, 자전거 뒤에 라이트를 부착하여 야간에 자전거 도로를 표시하는 광원이 나오는 레이저 라인 라이트, 자전거와 자동차 사이에서 위치 정보를 공유하여 자전거와

자동차가 가까워질 경우 헬멧 진동으로 경고 신호를 보내는 스마트 헬멧 등 다양한 안전 장비들이 있다[3].

본 논문에서는 자전거 사고를 방지하기 위한 정보를 제공하는 도플러 센서 기반 신호처리 보드를 개발한다. 개발한 신호처리 보드는 물체의 움직임을 감지할 수 있는 도플러 센서를 통해 물체의 감지 신호를 입력받은 후, 입출력 신호를 증폭하여 노이즈를 제거하고 물체의 접근과 이탈에 대한 상대속도를 검출한다. 그리고 블루투스 통신을 이용하여 스마트 폰으로 전송하는 기능을 수행한다.

II. 신호처리 보드 개발

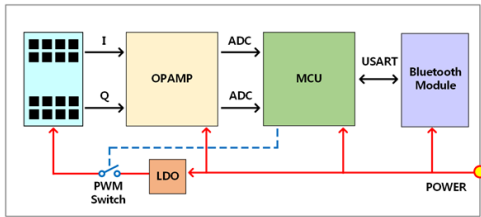


그림 1. 도플러 센서 신호처리 보드 개념도

그림 1은 본 논문에서 개발한 신호처리 보드의 개념도이다. 신호처리보드는 물체의 움직임을 감지할 수 있는 도플러 센서, I/Q 신호의 증폭 및 노이즈 제거를 위한 OPAMP, 물체의 접근/이탈 및 주파수(상대속도)를 검출을 위한 MCU(Micro Controller Unit), 그리고 스마트 디바이스와의 통신을 위한 블루투스 모듈로 구성된다.

도플러 센서의 I/Q 신호는 매우 미세한 전압으로 출력되며, MCU가 측정할 수 있는 범위로 OPAMP를 사용하여 출력전압을 증폭한다. 그림 2는 I/Q 신호 증폭을 위한 OPAMP 응용회로 및 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 증폭비는 1단에 30dB 이상으로 2단으로 증폭 시 총 60dB 이상 전압이득을 얻는다. 그림4는 증폭기 및 필터의 출력단의 측정 파형이다.

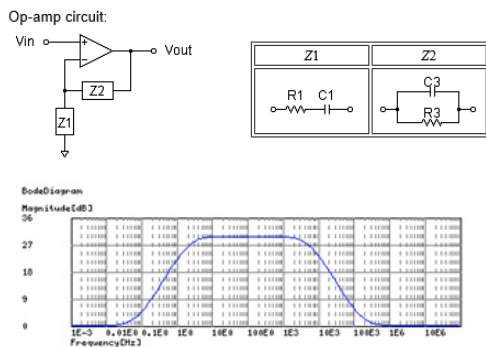


그림 2. 비반전증폭기 회로 및 시뮬레이션 결과

위에서 설계한 증폭회로를 이용하여 그림 3과 같이 회로를 구성하였으며, 그림 4는 증폭기 및 필터 출력 단에서 측정된 파형을 나타낸 것이다. 그림 5는 방향검출 알고리즘이다. I/Q의 위상을 측정 후 역탄젠트 함수를 이용하여 방향을 검출한 뒤 계산된 값에 따라 접근/이탈/정지 3가지의 움직임을 검출한다.

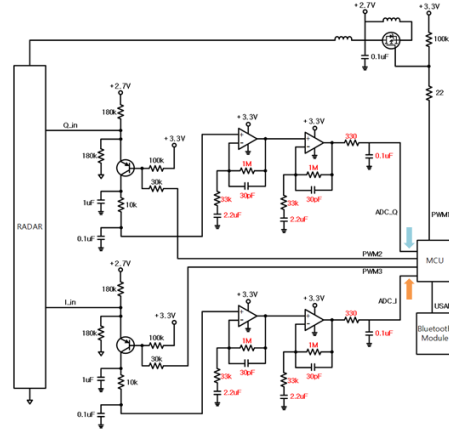


그림 3. 신호처리 보드의 회로도

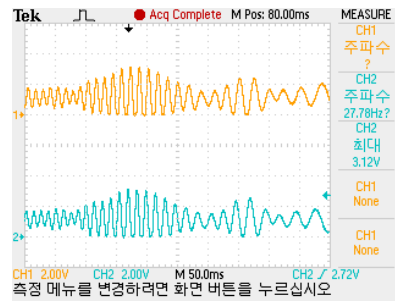


그림 4. 증폭기 및 필터의 출력단 측정 파형

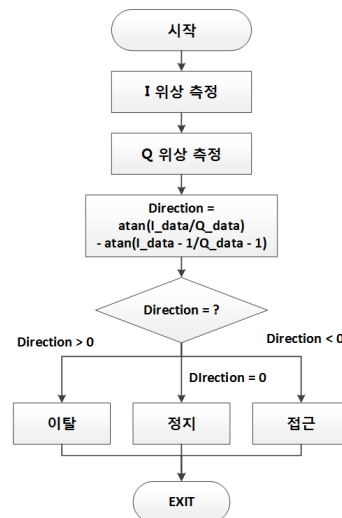


그림 5. 방향검출 알고리즘

최종적으로 개발된 보드에 방향검출 알고리즘을 이용하여 스마트디바이스에 데이터를 전송하기 위한 펌웨어를 개발하였다. 그림 6은 본 논문에서 개발한 하드웨어의 MCU에 적용된 프로그램 순서도를 나타낸 것이다. 초기 MCU에 전원이 공급되면 MCU를 초기화한 후 프로그램 내부의 변수들을 초기화 시킨다. 이후 메인 루프를 통해 신호를 샘플링 한 후 방향검출 알고리즘을 통해 접근/이탈/정지의 정보를 추출한다. 신호의 변화가 있을 경우 블루투스를 통해 데이터를 전송한다.

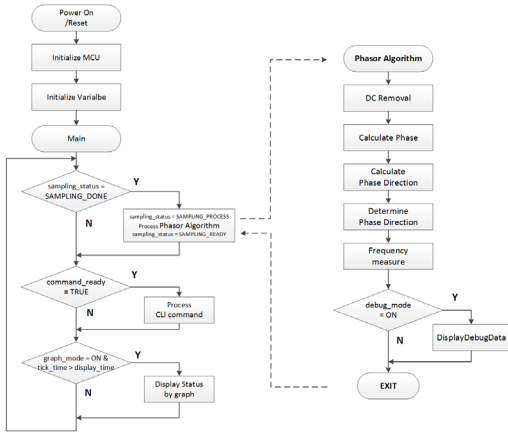


그림 6. 프로그램 순서도

III. 실험 및 평가

본 논문에서 개발한 신호 처리 보드의 성능을 평가하기 위해 물체가 신호처리 보드에 접근할 때의 신호와 이탈할 때의 신호를 측정하였다. 그림 7은 물체가 접근할 경우의 신호이며, 그림 8은 물체가 이탈할 경우의 신호이다. 접근 상황의 경우 Q의 위상이 앞서며, 이탈 일 경우에는 I의 위상이 앞서는 것을 확인할 수 있다. 그 결과 방향검출 알고리즘을 통해 변화량을 확인하여 방향을 검출하는 것을 확인할 수 있다.

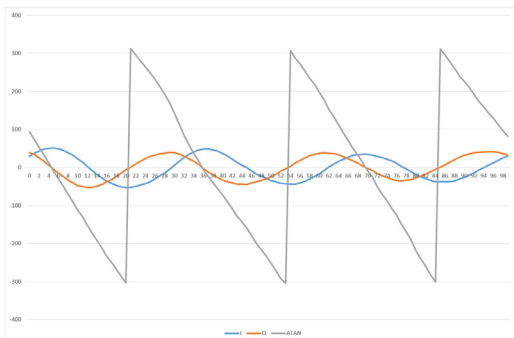


그림 7. 물체가 접근할 경우의 신호

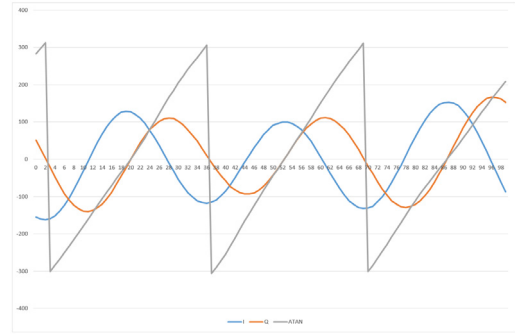


그림 8. 물체가 접근할 경우의 신호

그림 9는 움직이는 물체의 정보를 스마트디바이스로 전송하여 출력한 데이터이다. 접근은 C, 정지는 S, 이탈은 O로 문자를 전송한다. 또한 도플러 주파수를 측정하여 도플러 주파수(상대속도)도 전송한다.

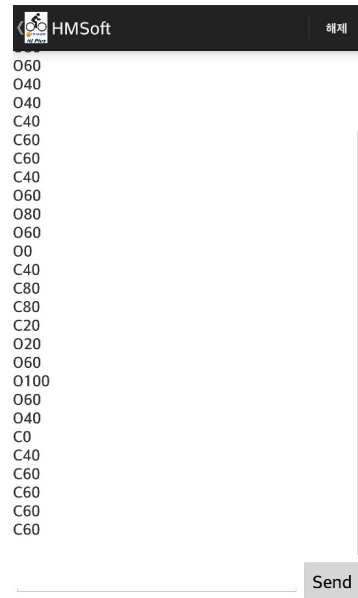


그림 9. 스마트폰의 데이터 표시 화면

IV. 결론

본 논문에서는 자전거, 전동휠체어 등의 안전 사고를 예방하기 위해 전방 물체의 움직임을 감지하는 신호처리보드를 제안하였다. 제안한 신호처리보드는 도플러 센서에서 출력된 신호를 측정하여 방향검출 알고리즘을 통해 물체의 접근, 정지, 이탈 정보를 확인할 수 있으며, 블루투스 통신을 통해 스마트 디바이스로 측정 정보를 전송한다.

실험 결과 정상적으로 접근, 정지, 이탈 상태를 파악하는 것을 확인 하였으며, 파악된 정보를 스마트디바이스로 전송하는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(C0237588)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] S. H. Park, "The Domestic Leisure Industry Overview and Growth Outlook", Hana Institute of Finance, Technical Report, vol. 11, Apr. 2008.
- [2] Koroad. the ROAD Traffic Authority
Availabel:<http://www.koroad.or.kr/>
- [3] H. J. Shin, D. H. Choi, C. H. Oh, "Development of Alarm Service Using Doppler Radar Sensor", J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng, Vol. 19, No.3 : 623~628 Mar. 2015.