

도플러센서를 이용한 속도계측법 연구

Study on the Speed Measurement Method Based on Doppler Sensor

*윤석계¹, 박지용¹, 양성연¹, #강병환¹

*S. J. Yoon¹, J. W. Park¹, S. M Yang¹, #B. H. Kang¹(kangb@kpu.ac.kr)
한국산업기술대학교 기계설계공학과

Key words : Doppler sensor , Speed measurement method

1. 서론

마이크로 웨이브 센서(Microwave sensor)의 이 점은 비 접촉 센서로써 접촉하지 않음으로 인해 제품 또는 인체에 유해를 가하는 것을 차단하며 제품은 물론 센서의 수명까지 연장한다. 초기의 마이크로 웨이브 센서(Microwave sensor)의 성능에 비해 최근 다양한 분야의 연구를 통해 많은 발전을 거듭했다. 부피가 현저히 축소 되었으며 송, 수신 신호의 상호 간섭을 막는 기술을 통해 송, 수신부가 일체화된 센서^[1]를 제작하였으며 기상변화의 측정 또한 마이크로 웨이브 센서(Micro wave sensor)를 활용하고 있다.

본 논문은 도플러효과를 활용한 마이크로웨이브센서(doppler sensor)의 기본 스펙을 분석하고 Speed gun으로서의 활용가능성을 확인하기 위해 dspace, matlab을 활용하였고 실험한 데이터를 통해 센서의 속도계측법을 연구하고자 한다.

2. 도플러센서

도플러 효과는 반사체가 이동하고 있는 경우 그 이동 방향과 속도에 따라 수신되는 주파수는 송신주파수에 비해 천이 되기 때문에 천이 되는 양을 감지하여 이동체의 속도와 방향을 결정할 수 있다. 또한, 이동체 까지의 거리는 반사되어 돌아오는 시간으로 알아낸다. 송신한 주파수를 f_0 , 목표물의 속도를 v 라고 하면 도플러 주파수 f_d 는 (1)이 된다.

$$f_d = \frac{2vf_0}{c} \quad (1)$$

여기서 c 는 광속을 의미한다. 따라서 수신된 주파수는 $f_0 \pm f_d$ 가 되며 부호 '+' 는 목표물에 도달할 때의 주파수 변위이며 부호 '-' 는 되돌아 오는 신호의 주파수 변위를 의미한다.^[2]

3. 실험시스템

실험은 sensor를 기준으로 ABB robot을 이용하여 센서의 중심으로부터 x축의 방향으로 100mm씩 이동하여 최고 400mm까지 실험하였고, y축의 방향으로 100mm씩 이동하여 최고 400mm까지 실험하였다. 센서와 ABB robot 사이의 거리인 z축의 방향은 400mm, 600mm, 1000mm 총 3가지의 경우를 실험하였다. ABB robot의 속도는 1200mm/s, 900mm/s, 600mm/s, 300mm/s 총 4가지의 경우를 실험하였다.

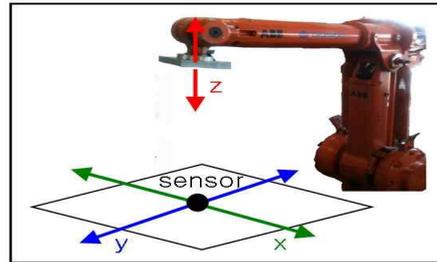


Fig 1. Measurement system

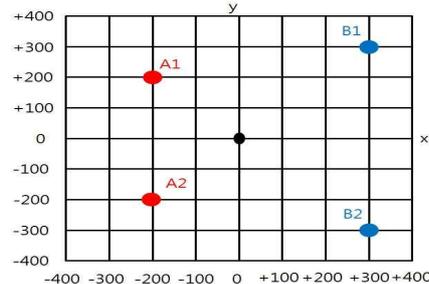


Fig.2 Measurement position

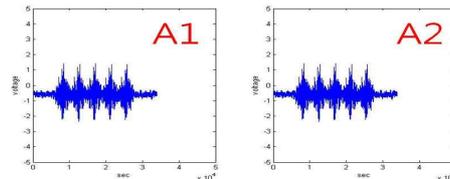


Fig.3 Measurement data at Position A1 and A2

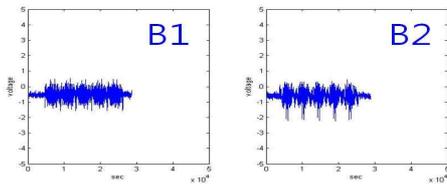


Fig.4 Measurement data at Position B1 and B2

본 실험에 앞서 센서의 상하와 좌우의 데이터에 유사성이 있을 것으로 가정하고 센서의 중심으로 Fig.2와 같이 A1, A2, B1, B2 총 4점에서 $v=600\text{mm/s}$ 일 때의 샘플데이터를 뽑아본 결과 Fig.3와 Fig.4와 같이 상하의 데이터가 유사한 것을 볼 수 있다. 반면 좌우의 샘플 데이터는 센서의 송,수신부의 위치가 약 20cm 가량 떨어져 있어 처음 가정과는 달리 데이터의 차이가 있음을 알 수 있다.

따라서 이후의 실험은 센서의 중심으로부터 하측부만을 중점적으로 속도, 위치(센서로부터 x, y, z축)변화에 따른 센서의 데이터 값을 측정한다.

4. 신호처리

실험을 통해 얻은 데이터는 시간 t에 대해 센서가 받아들이는 신호의 크기를 voltage값 $5[\text{v}] \sim -5[\text{v}]$ 의 값을 데이터로 받는다. 하지만 이것만으로는 데이터를 분석하고 센서를 분석하는데 어려움이 많으며 각각의 속도와 위치에 따라 센서의 데이터의 차이를 찾아내는데 어려움이 있다.

따라서 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)인 신호처리를 활용하여 위치와 속도에 따른 센서의 Frequency값을 알아내고자 한다.

5. 실험결과

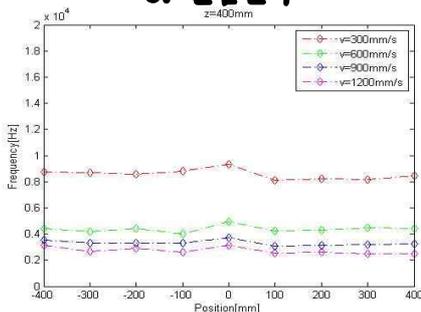


Fig.5 Position and velocity data along the z-axis with 400mm distance

Fig.5는 z축의 거리, 즉 센서와 ABB robot 사이의 거리가 400mm 일 때 속도 v가 300, 600, 900, 1200mm/s 일 때를 나타낸 그래프이다. 그래프의 x축은 각각 ABB robot의 x축방향의 위치

-400mm~+400mm 를 나타낸다. 이때 모든 데이터의 센서와 ABB robot팔의 y축의 거리는 0mm로 동일하다. 센서와 ABB robot팔 사이의 거리가 일정하고 속도가 일정하면 위치에 상관없이 일정한 Frequency값을 나타낸다.

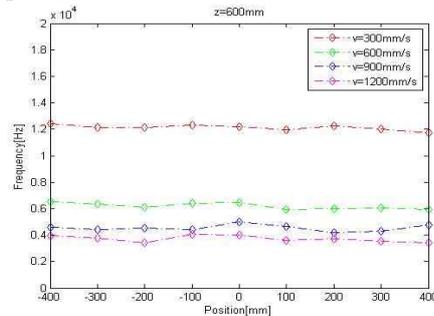


Fig.6 Position and velocity data along the z-axis with 600mm distance

Fig.6는 Fig.5와 다른 조건은 모두 동일하며 센서와 ABB robot사이의 거리인 z축을 600mm일 때의 데이터 값을 그래프로 나타낸 것이다. Fig.5와 동일하게 위치에 상관없이 일정한 Frequency값을 나타낸다. 반면 Fig.5와 Fig.6을 비교해 볼 때 같은 위치 같은 속도 일 때 z축의 높이, 즉 센서와 ABB robot팔 사이의 거리가 다르면 동일하지 않은 Frequency값을 나타내는 것을 볼 수 있다.

6. 결론

본 연구는 도플러센서를 사용하여 움직이는 물체의 속도를 측정하기 위하여 산업용 로봇을 사용하여 정량화하였다. 차후에는 z축과 속도의 변화를 고려한 Frequency값의 정량화를 진행할 예정이다. 또한 보다 정확한 속도 데이터를 얻기 위한 실험 조건에 따른 변화를 진행할 예정이다.

후기

본 논문은 2010년도 한국연구재단의 지원을 받아 지역연구과제 (No. 2010-0016964)로 수행된 연구 결과이며 이에 감사합니다.

참고문헌

- [1] Byung-Jun jang, "A 2.4GHz Bio-Radar System with Small Size and Improved Noise performance Using Single Circular-Polarized Antenna and PLL." 2009
- [2] Sang-yeoul Park, "A Design of the Objecting Detecting system and Microwave Control Sensor's module using the RF Microwave." 2004