

## 초음파센서의 방위각 추정

강경선, 고진환, \*경상대학교

seonee0526@naver.com, \*jikoh@gnu.ac.kr

## Estimation of Azimuth Angle of Ultrasonic Sensor

Kang Gyungseon, Koh Jinhwan\*

\*GyeongSang National Univ.

## 요약

본 논문에서는 자동차 초음파 센서의 도플러 효과를 이용한 방위각 해석 방법을 연구한다. 일반적으로 자동차 초음파 센서는 저렴한 센서이며 거리측정에 널리 사용된다. 본 논문에서 제안된 알고리즘을 사용하면 방위 분해능을 증가시켜 빔 내에서 다수의 물체를 구별할 수 있다. 고가의 빔 포밍을 수행하지 않고도 표적을 구별할 수 있는 경제적인 해결책이다.

## I. 서론

현재 Google의 자율주행 자동차에 적용되는 등 주류를 이루고 있는 감지 센싱 기술은, 일반 카메라를 이용하는 이미지처리와, LADAR(laser detection and ranging) 기술, 전파를 이용하는 Radar (Radio Detection and Ranging) 기술이다. LADAR(laser detection and ranging)는 전파가 아닌 레이저를 이용하는 것으로 빔포밍(해상도)의 측면에서는 탁월하나, 현재 상용화된 기술이 모두 개발되어 있어 시스템 integration 측면에서의 기술만 요구되고 있다. 레이더는 시각 분해능이 빔포밍의 각도에 의해 정해지므로 빔포밍이 가장 중요한 요소기술이 된다. Active 빔포밍을 수행할 수 있는 능동위상배열 (adaptive phased array)를 사용하게 되는 경우, 기술적 난이도가 높아지며, 현재 기술로는 레이더안테나, 위상변환기, 고전력 발생기, 등 수천불 이상이 레이더만으로 소요된다.

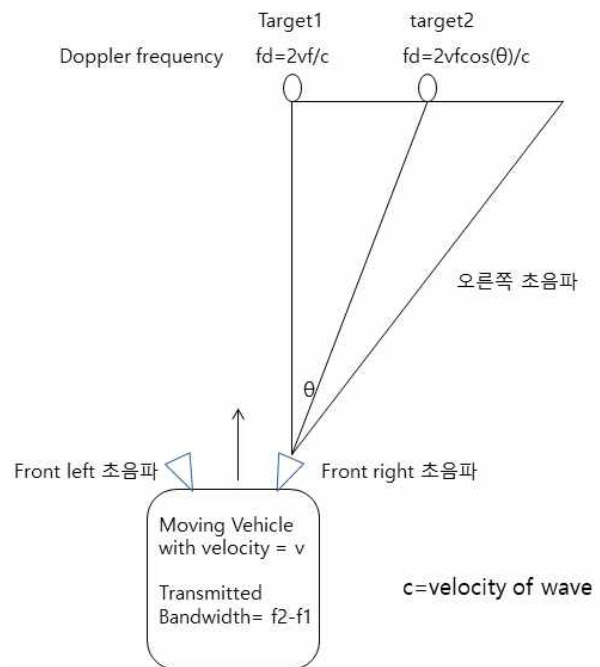
초음파센서는 현재 자동차 후방 거리 탐지를 위해 널리 사용되는 저렴한 센서이며 보통 45도 이상의 빔패턴을 가진다. 일반적 초음파센서의 경우, 1빔 내에서 목표물이 분해되지 않지만, 본 연구에서는 하나의 빔 내에서 도플러편이를 이용하여 각도 분해능을 향상시키는 방법을 제시한다. 본 연구의 결과를 이용하면 1빔 내에서 물체가 인식되어 각도분해능이 향상되는 결과를 가져온다..

## II. 본론

도플러 주파수 편이는 식 (1)로 주어진다.

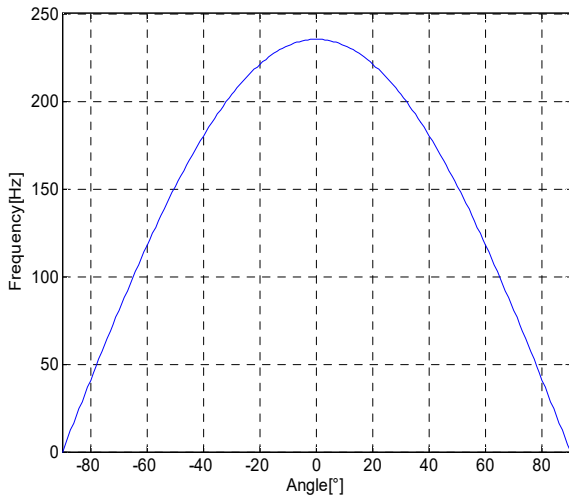
$$f_d = 2f_t v \cos(\theta) / c \quad (1)$$

그림1에서 보는바와 같이 플랫폼이 움직이는 경우 움직이는 목표물 1과 목표물 2의 도플러 편이가 다르다는 점에 착안하여 1 빔 내에서 각도를 분해할 수 있다. 그림2는 플랫폼이 50[km/hour]의 속도로 움직일 때 40[kHz]의 초음파를 전송하여 수신한 각도별 도플러 주파수의 편이를 나타낸다.

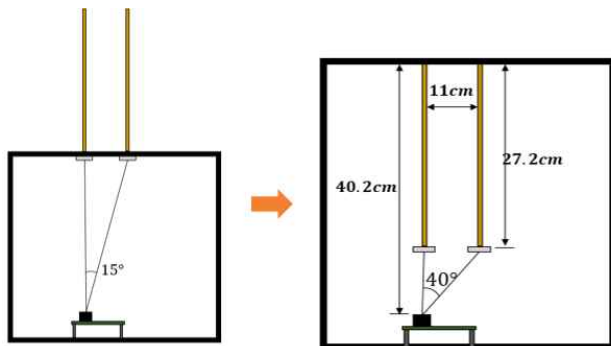


<그림1> 자동차용 초음파센서의 경우  
각도분해의 원리

<그림3>은 본 제안의 타당성을 보여주기 위한 실험 장치이다. 두 개의 타겟이 일정한 속도로 근접하는 경우를 나타낸다. 두 타겟의 각도는 최대 15도에서 최소 40도이며 측정은 타겟이 측정장치에 가까이 있는 경우 큰 신호를 주게되어 0도와 40도에서 측정 신호가 나타나게 된다. 신호는 40KHz 단일톤의 신호를 전송하고 움직이는 속도는 주파수 측정기의 큰 부분으로 예측하였다. <그림4>는 주파수 측정된 그림이며 높은 주파수가 0도에 해당하는 신호이다. <표1>은 그에 따른 추정 각도를 나타낸다. 총 10회 시도하였으며 평균 측정 각도는 39.29 도 로써 실제의 40도와 매우 근접함을 알 수 있다. 10회 타겟의 평균 속도는 0.257 [m/s]로 측정 되었다.



<그림 2> 목표물의 방위각에 따른 도플러 주파수



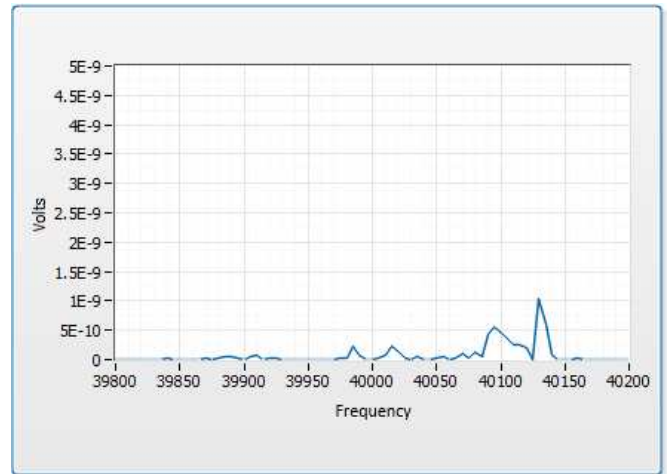
<그림3> 센서와 물체 간의 거리 변화에 따른 각도 변화

<표1> [0° 40°] 실험 결과

min	max	1	2	3	4	5
15°	40°	40.1192°	38.9424°	38.9424°	36.8699°	38.9424°
		0.3638m/s	0.1926m/s	0.1926m/s	0.2140m/s	0.1926m/s
		6	7	8	9	10
		36.8699°	36.8699°	38.9424°	43.3418°	43.0491°
		0.2140m/s	0.2140m/s	0.1926m/s	0.2354m/s	0.5564m/s
평균(각도)		39.28894°				
평균(속도)		0.2568m/s				

### III. 결론

현재 자율 주행 자동차에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며 레이더, 라이다, 카메라, 초음파 센서를 복합적으로 사용함으로써 여러 가지 상황을 판단하고 대응한다. 초음파 센서는 빛의 영향, 장애물의 유무에 따른 측정, 저렴한 가격 등의 많은 장점이 있다. 그러나 타 센서에 비해 분해능이 낮다는 단점이 있다. 본 연구는 자동차용 초음파 센서에 도플러 효과를 적용하는 방식으로 하나의 빔 안에서 각도분해를 할 수 있는 것으로써 방위각 해상도를 높인 기술에 관한 연구를 진행하였다. 실험을 통해 연구의 타당성을 검증하였다.



<그림4> [0° 40°] 도플러 주파수의 변이

<표2> [0° 40°] 실험 결과

min	max	1	2	3	4	5
15°	40°	40.1192°	38.9424°	38.9424°	36.8699°	38.9424°
		0.3638m/s	0.1926m/s	0.1926m/s	0.2140m/s	0.1926m/s
		6	7	8	9	10
		36.8699°	36.8699°	38.9424°	43.3418°	43.0491°
		0.2140m/s	0.2140m/s	0.1926m/s	0.2354m/s	0.5564m/s
평균(각도)		39.28894°				
평균(속도)		0.2568m/s				

### 참 고 문 헌

- [1] 양대규, "라이다의 원리와 장단점, 구현 방식에 따른 종류", 2019, <http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=82099>
- [2] Y. Zhang, J. Wang, X. Wang and J. M. Dolan, "Road-Segmentation-Based Curb Detection Method for Self-Driving via a 3D-LiDAR Sensor," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 19, no. 12, pp. 3981-3991, Dec. 2018,
- [3] R. Sadli, C. Tatkeu, K. Hamidoun, Y. El Hillali and A. Rivenq, "UWB radar recognition system based on HOS and SVMs," in IET Radar, Sonar & Navigation, vol. 12, no. 10, pp. 1137-1145, 10 2018.
- [4] B. Leibe, K. Schindler, N. Cornelis and L. Van Gool, "Coupled Object Detection and Tracking from Static Cameras and Moving Vehicles," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 30, no. 10, pp. 1683-1698, Oct. 2008.
- [5] M. Nakamura, T. Ishikawa, S. Kobashi, K. Kuramoto and Y. Hata, "Blood flow detection under skull by Doppler effect," 2011 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Anchorage, AK, 2011, pp. 758-763.
- [6] 김동호, 최병찬, 김홍배, 허민. "정상임부 및 임신성고혈압 환자에서 도플러초음파에 의한 제대동맥과 태아흉부하강동맥의 혈류속도파형에 관한 비교 연구" Obstetrics & Gynecology Science VOL.34 NO.10 (1991):1381-1387