

# 밀리미터파 레이더 센서의 타겟 중심점 추출

남명우\*

\*혜전대학교 전기과

e-mail:mwnam@hj.ac.kr

## Target center point extraction of millimeter wave radar sensor

Myungwoo Nam\*

\*Dept. of Electrical Engineering, Hyejeon College

### 요약

본 논문에서는 밀리미터파 레이더 센서를 이용해 얻은 물체의 반사파를 분석하여 2차원 평면에서 물체의 중심점을 추출하는 방법을 제안하였다. 반사파들은 물체의 형태 또는 이동 속도 등에 따라 불규칙한 군집형태를 보인다. 이때 물체의 정확한 중심점 추출은 물체의 이동 경로를 파악하는 데 매우 중요하다. 본 논문에서는 레이더 센서의 반사파로부터 2차원 정보와 3차원 정보를 추출하여 3가지 다른 K-Means 알고리즘에 적용한 후 중심점을 추출하였다. 구해진 중심점을 연결하여 물체의 실제 이동 경로와 비교한 후 각 방법의 유효성을 비교하였다. 유효성 비교를 위해 레이더 센서 앞에서 손동작으로 3, 6, 9 숫자를 그려 중심점을 추출한 후, 중심점들을 연결하여 숫자 형태로 구현하였다. 그리고 구현된 숫자 형태를 원본 숫자 형태와 비교하였다. 실험결과 반사파 군집신호의 2차원 정보와 3차원 정보를 이용해 얻은 중심점은 차이가 없었으며, 제곱 유클리드 거리정보를 이용한 K-Means 알고리즘을 적용한 경우가 가장 좋은 결과를 보여주었다.

### 1. 서론

레이더 센서는 전자파를 전송하고 전파 경로에 있는 물체에서 반사된 신호를 수신하여 물체의 크기, 속도, 각도 등의 정보를 얻는 데 사용된다. 밀리미터파 레이더 센서는 밀리미터 크기의 단파장 전자파를 사용하며 30GHz~300GHz의 주파수로 동작하는 센서이다. 밀리미터파 레이더 센서는 짧은 단파장 특성 때문에 높은 해상도로 물체의 범위, 속도 및 각도를 파악하는 데 매우 유용하며, 안테나의 크기를 줄일 수 있는 장점이 있어 비접촉 감지기술에 많이 이용되고 있다. 그리고 눈, 비, 안개 등과 같은 기상환경에 영향을 받지 않고 플라스틱, 의류 등을 통과할 수 있는 특성이 있어 공장 자동화, 자동차 센서, 의료용 등으로 활용되고 있다[1].

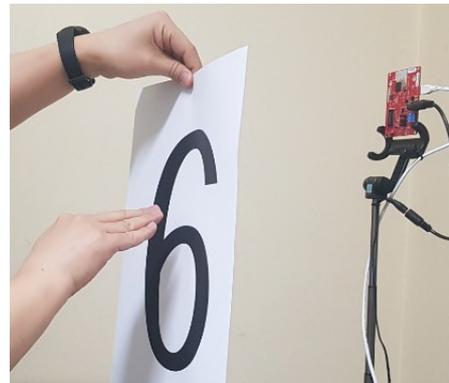
밀리미터파 레이더 센서를 이용하여 물체를 감지하기 위해서는 물체로부터 반사되어 돌아온 반사파들을 정확하게 분석하는 것이 중요하다. 반사파에는 거리, 각도, 높이, 속도, 신호의 세기 등 다양한 정보가 포함되어 있다. 이러한 반사파를 얻기 위해 밀리미터파 레이더 센서는 펄스, 주파수 편이 변조 방식(FSK: Frequency-shift keying), 지속파(CW: Continuous Wave), 주파수 변조 지속 파형(FMCW: Frequency-modulated continuous-wave) 등 다양한 유형의

파형을 사용한다[2][3]. 본 논문에서는 물체의 범위와 속도를 정확하게 측정하기 위해 FMCW 신호를 사용하는 센서를 사용하여 얻어진 반사파에서 물체의 중심점을 추출하는 방법을 제안하였다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 손동작 추적

밀리미터파 레이더 센서의 반사파에서 중심점을 추출하기 위해 레이더 센서 앞에서 손동작으로 3, 6, 9 숫자를 그렸다.

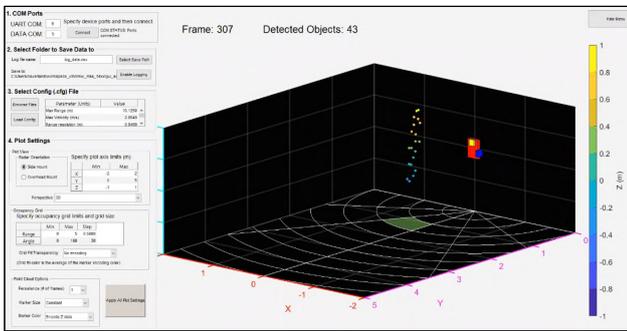


[그림 1] 실험 모습

손동작의 일관성을 유지하기 위해 A3용지에 3개의 숫자를 크게 출력한 후 센서 앞에 위치시키고 출력된 숫자의 형태를 따라 손을 움직였다. [그림 1]은 실험방법 모습이다.

### 2.2 중심점 추출

밀리미터파 레이더 센서의 반사파에서 2차원 정보인 가로축(x)과 세로축(z) 정보를 추출하여 3가지 다른 K-Means 알고리즘에 적용하였다. 그리고 동시에 3차원 정보인 가로축(x)과 세로축(z), 거리(y) 정보를 추출하여 3가지 다른 K-Means 알고리즘에 적용하였다. 반사파 신호에는 손동작으로 인해 발생하는 손과 손목, 팔꿈치 정보가 포함되어 있다. 그리고 이것들의 움직임으로 인해 반사파는 불규칙한 점들의 형태로 나타난다. 손으로 숫자를 그릴 때 팔꿈치로 인해 발생하는 반사파 정보를 제거하여 손동작의 움직임을 정확히 추적하기 위해 센서로부터 가까운 거리에 분포한 반사파들만 추출하여 K-Means 알고리즘에 사용하였다. 이는 손으로 숫자를 그릴 때 팔꿈치는 손보다 뒤쪽에 위치하기 때문에 불필요한 정보로 판단한 것이다. 그리고 실험을 진행한 결과 손바닥으로 숫자를 그릴 때와 손끝으로 숫자를 그릴 때 모두 손동작 추적에 큰 차이는 없었다. [그림 2]는 손동작으로 인해 발생한 반사파의 형태이다.

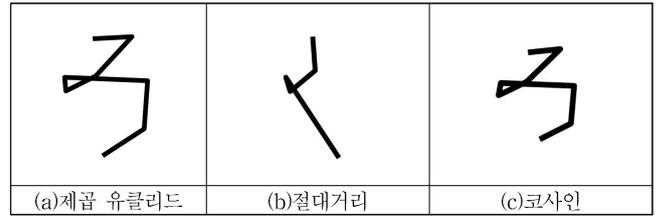


[그림 2] 손의 움직임으로 발생한 레이더 센서의 반사파

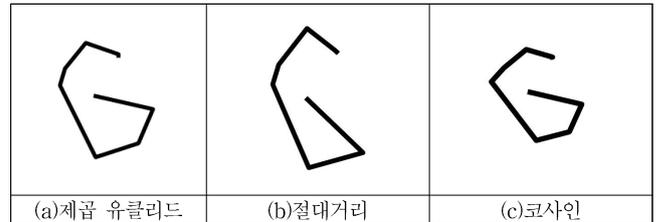
### 2.3 K-Means 알고리즘

3차원 공간에서 군집 신호들의 최소 거리를 측정하여 중심점을 구하는 방법이 K-Means 알고리즘이다. 이때 거리 측정 방법에 따라 중심점이 달라진다. 본 연구에서는 K-Means 알고리즘에 3가지의 다른 거리 측정 방법인 제곱 유클리드 거리 측정 방법, 절대 거리 측정 방법, 끼인각에 대한 코사인값을 이용한 측정 방법을 사용하여 중심점을 추출하였다. 사용한 프로그램은 매트랩이며, 매트랩에서 제공하는 함수들을 사용하여 실험을 진행하였다[4]. 그림 3, 그림 4, 그림 5는 3가지 다른 거리 측정 방법을 이용해 중심점을 추출한 후 연결한 결과이다. 결과를 분석하면 숫자별로 정확성의 차이를 보여주었다. 특히 숫자 3에서 절대 거리 측정 방법이 가장 다른 형

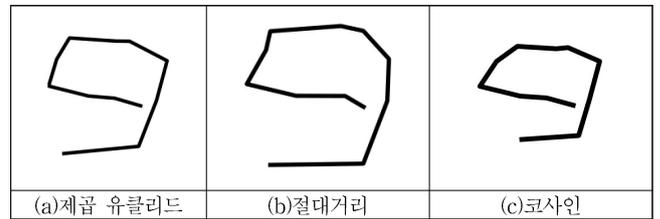
태를 보여주었다.



[그림 3] 중심점을 연결해 얻어진 숫자 3



[그림 4] 중심점을 연결해 얻어진 숫자 6



[그림 5] 중심점을 연결해 얻어진 숫자 9

### 3. 결론

레이더 센서는 전자파를 전송하고 전파 경로에 있는 물체에서 반사된 신호를 수신하여 물체의 크기, 속도, 각도 등의 정보를 얻을 수 있다. 이러한 정보를 사용하여 움직이는 타겟의 중심점을 추출할 경우 제곱 유클리드 거리 측정 방법을 사용한 K-Means 알고리즘이 가장 좋은 결과를 보여주었다. 또한, 끼인각에 대한 코사인값을 이용한 예도 유사하게 좋은 결과를 보여주었다. 그리고 2차원 정보와 3차원 정보를 이용해 얻어진 중심점들을 차이가 없었다. 이는 3차원 정보를 이용해 얻어진 중심점을 2차원 정보로 변환하면 2차원 정보를 이용해 얻어진 중심점과 같아지기 때문이다.

향후 레이더 센서에서 얻어진 정보 중 반사 신호의 크기 정보를 추가로 사용하여 더욱 정확한 중심점 추출을 위한 실험을 진행할 계획이다.

### 참고문헌

[1] <http://www.ti.com/lit/wp/spyy005/spyy005.pdf?ts=1588052548357>  
 [2] <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/iwr1443.pdf>  
 [3] <http://www.ti.com/ko-kr/sensors/mmwave/overview.html>  
 [4] <https://kr.mathworks.com/help/stats/kmeans.html>