

광대역 및 근거리 특성 FMCW 레이더의
거리 해상도 문제에 대한 분석 및 보정

강호정^o, 남상욱

서울대학교 전기정보공학부 뉴미디어통신연구소
hj kang@ael.snu.ac.kr, snam@snu.ac.kr

1. 서론

본 논문에서는 FMCW(Frequency Modulated Continuous waveform) 레이더의 시간과 주파수의 연관된 특성으로 인하여 야기되는 문제를 고찰한다. 또한, 안테나의 상호결합(mutual coupling)이 이와 어떻게 연관되는지 알아본다. 마지막으로, 문제 해결에 필요한 교정(calibration) 방법을 제시한다.

2. 본론

FMCW 레이더의 특징은 시간에 따라 출력 주파수가 변하는 처프(Chirp) 신호를 사용한다는 점이다. 이 처프 신호의, 시간과 주파수의 연관성 특징으로 인해, 처프 신호가 원치 않는 변조(Modulation) 효과를 겪게 된다. 이 변조 효과는, 레이더 시스템을 이루는, 소자에서의 주파수 응답이 원인이고, 처프 신호가 가지는 단점이다. 특히, 변조가 심한 부분은 안테나의 상호 결합에 의한 부분이다. 사용한 1D 배열 안테나의 특성은 그림 1과 같다. 또한, 이 안테나를 사용하였을 때의 변조 효과가 나타난, 최종 기저 대역 출력이 나타나 있다.

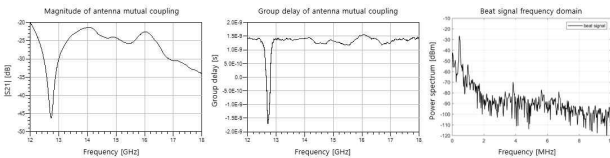


그림 1. 1D 배열 안테나의 주파수 응답과 FMCW 레이더의 기저 대역 출력 스펙트럼

이처럼, 안테나의 상호 결합으로 인해 생기는 큰 신호가 변조를 얻게 되고, 이는 근거리 목표물에 대하여 신호 대 잡음비(SNR)를 악화 시킴을 예상할 수 있다. 이러한 변조 효과를 제거하는 방법으로는, 해석적 신호를 통해, 소자가 가지는 크기 응답과 위상 응답을 얻어내어 보정해주는 것이다. 보정해주는 방식은 아래의 그림 2와 같다. 우선, 목표물 없이, 안테나 상호 결합에 의한 응답을 측정하여, 저장 후 목표물을 측정 시에 보정해 주는 방식이다.

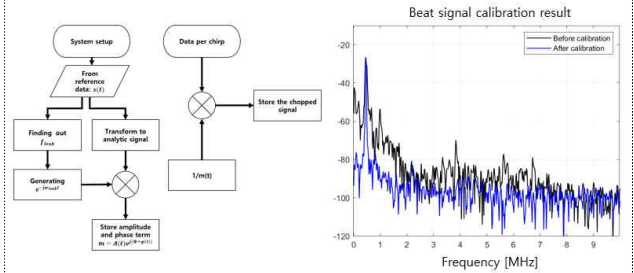


그림 2. 보정 방식의 블록 다이어그램 및 기저 대역 출력의 보정 적용 효과

그림 2의 우측 자료는, 이를 적용하였을 경우의 효과이다. 안테나 상호 결합에 의해 생긴 신호의 변조 효과가 크게 줄어들을 볼 수 있다.

3. 결론

FMCW 레이더는 광대역 신호를 사용하게 될 경우, 변조 효과를 피할 수 없고, 안테나의 상호 결합으로 인하여 근거리 타겟의 신호 대 잡음비가 나빠질 수 있음을 확인하였다. 이러한 효과를 제거하기 위해 해석적 신호를 통해 크기와 위상 성분을 보정해주는 방법을 적용하였다. 추후 계획으로는 다중 채널에 대한 보정 방식을 고려할 예정이다.

참고문헌

[1] S. Thomas, C. Bredendiek and N. Pohl, "A SiGe-Based 240-GHz FMCW Radar System for High-Resolution Measurements," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 67, no. 11, pp. 4599-4609, Nov. 2019
 [2] Junhyeong Park, et al, "Leakage Mitigation in Heterodyne FMCW Radar for Small Drone Detection With Stationary Point Concentration Technique", IEEE Trans. Microwave Theory Tech, vol. 67, no. 3, pp.1221-1232, Mar. 20
 [3] Dong Chen, et al, "A Group Delay Compensation Power Amplifier with Auto Power Level Control for 24GHz FMCW Automobile Radar Application", 2018 IEEE/MTT-S International Microwave Symposium - IMS, pp. 457-460, 2018