

# 저 유속 측정에서의 도플러 해석 기법

이종길\*

\*인천대학교

## Doppler Signal Analysis for Low Velocity Measurement

Jonggil Lee\*

\*Incheon National University

E-mail : jnglee@incheon.ac.kr

### 요 약

유속측정 레이더에서는 수신되는 도플러 신호의 스펙트럼을 추정함으로써 속도정보를 추출하게 된다. 그러나 저 유속인 경우 상대적으로 도플러 주파수 대역이 매우 저주파 영역에 나타나게 되며 이로 인하여 신호의 위상잡음이나 배경 클러터 등에 의한 영향을 심하게 받게 된다. 따라서 이러한 경우의 추정치 개선을 위한 방법을 분석하였다.

### ABSTRACT

In a fluid velocity measurement radar, the velocity information can be extracted from Doppler spectrum estimates of the return signal. However, the Doppler frequency ranges are too low for the case of low velocity profile measurements resulting in the serious effects in the velocity measurement. Therefore, the improved method is analyzed to overcome this problem.

### 키워드

Spectrum, Doppler, Velocity, Clutter, Estimates

## I. 서 론

일반적으로 유속측정을 위한 레이더는 초단거리 레이더로 분류되므로 낮은 송신 전력으로 비교적 간단하게 구현이 가능한 FMCW 신호를 사용하고 있다. 따라서 수신 단에서 비트 주파수를 추정하여 거리 및 속도정보를 추출한다.

그러나 이러한 방식에서 크게 문제가 되는 부분은 오실레이터의 위상잡음이나 주변 안테나의 간섭 또는 송신단의 수신 단 누설현상으로 인하여 저주파 영역에서의 심각한 클러터가 발생하게 되고 이로 인하여 비트 주파수 즉 도플러 주파수 추정에 심각한 장애를 발생시키게 된다. 즉 이러한 심각한 클러터 전력에 의하여 도플러 추정치의 정확도가 열화 되거나 의미 없는 값을 나타내는 경우가 발생하게 된다. 대부분의 경우 수표면에서 반사되어 나타나는 수신 신호전력은 매우 약하게 나타나며 이러한 전력신호를 기존의 FFT 방식으로 해석하게 되면 탐지 및 정보추출이 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 스펙트럼 추정

시 AR 방법을 이용하여 스펙트럼 추정을 함으로써 클러터나 간섭의 영향을 최소화하는 방법을 분석하였다.

## II. AR 추정 방법

수신된 신호전력을 AR 스펙트럼으로 추정하는 경우 상대적으로 부엽에 의한 효과가 덜 나타나기 때문에 강력한 간섭이나 클러터 전력 하에서도 약한 수표면 반사전력이 잘 탐지될 수 있다. 따라서 covariance 방법을 적용하여 양방향 오류를 최소화 하는 기법인 AR 추정 방법을 적용하여 보았다[1].

여기에서는 스펙트럼 추정치의 비교를 위하여 동일한 수신 신호의 FFT 방법과 적용한 AR 방법을 클러터의 정도나 신호전력 값에 따라 비교하였다. 실제로 저 유속의 경우 수표면의 교란이 거의 없기 때문에 유속 측정을 위하여 송신된 신호전력의 반사정도가 매우 약하기 때문에 심각한 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 주

로 이러한 상황을 가정하여 결과를 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

클러터에 의한 영향을 보기 위하여 최대 20m/sec 를 측정할 수 있는 도플러 대역에서의 128 point FFT 방식으로 수신 스펙트럼 전력을 추정하였으며 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서의 결과는 클러터대 잡음비 및 신호 전력대 잡음비가 각각 40dB 및 20dB 로 나타나는 경우이다. 그림1의 FFT 스펙트럼 추정치에서는 클러터 및 부엽, 해상도등의 문제로 저 유속 정보를 추출하기가 매우 어렵거나 거의 불가능하다. 그러나 그림2의 AR 스펙트럼 추정치를 보면 상대적으로 용이하게 저 유속에서의 도플러 주파수 정보를 추정할 수 있음을 확인할 수 있다.

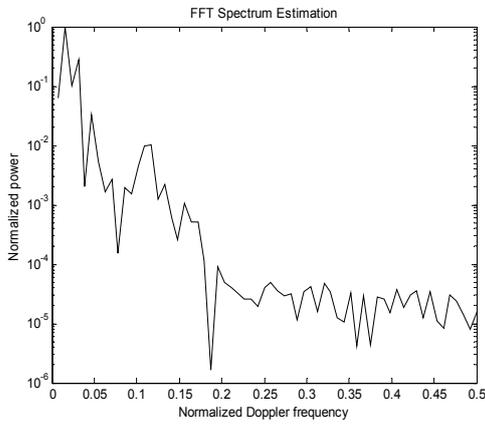


그림 1. FFT 도플러 스펙트럼 추정(SCR=-20dB)

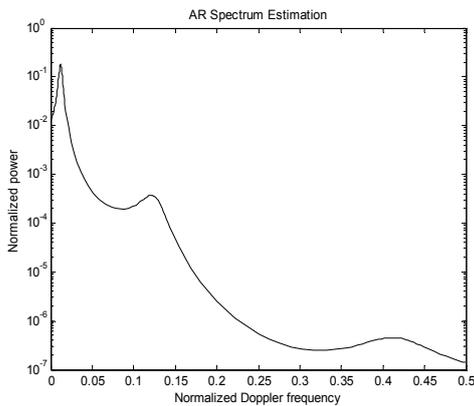


그림 2. AR 도플러 스펙트럼 추정(SCR=-20dB)

그림 3과 그림 4에서는 클러터대 잡음비 및 신호 전력대 잡음비가 각각 50dB 및 20dB 로 나타나는 경우이다. 따라서 상대적으로 간섭 및 누설 전력에 의한 영향으로 신호 전력대 클러터비가 -30dB에 불과하다. FFT 스펙트럼 추정치의 그림3에서 보는 것처럼 측정이 어려우나 그림4의 AR 스펙트럼 추정에서는 저 유속 침투치를 확인할 수 있다.

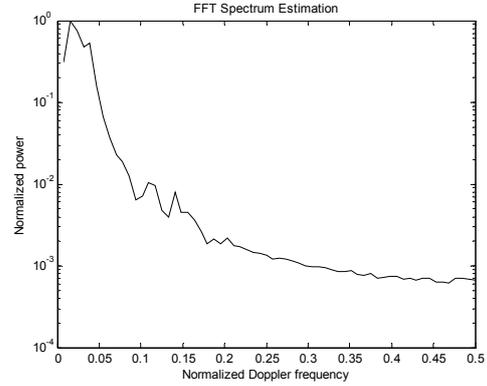


그림 3. FFT 도플러 스펙트럼 추정(SCR=-30dB)

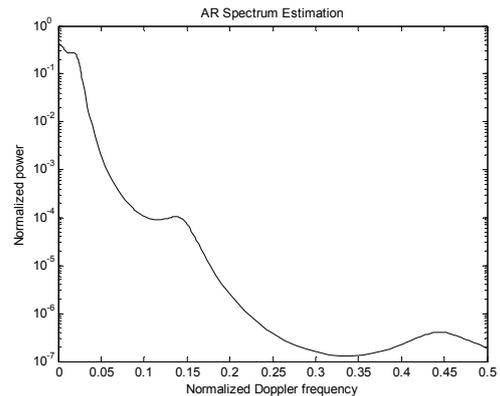


그림 4. AR 도플러 스펙트럼 추정(SCR=-20dB)

### IV. 결 론

결과 그림들에서 볼 수 있는 것처럼 저 유속 측정에서의 일반적인 FFT 스펙트럼 추정방식은 누설전력이나 오실레이터 잡음 등에 의한 큰 클러터가 발생할 경우 유속정보 추출에 심각한 문제가 발생한다. 그러나 AR 스펙트럼 추정치를 이용하면 저 유속 측정의 가능성을 확인할 수 있다.

### 참고문헌

[1] H. Sakai, "Statistical properties of AR spectral analysis", IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process., vol. ASSP-27, pp. 402-409, Aug. 1979.