

# 시간-주파수 변환을 이용한 SAR 자료의 이동물체의 속도 측정

## Application of time-frequency transform for velocity retrieval of moving target

원중선\*, 박정원

Joong-Sun Won and Jeong-Won Park

연세대학교 지구시스템학과

jswon@yonsei.ac.kr, orepaku@yonsei.ac.kr

SAR 자료로부터 이동물체의 속도측정 방법 중 시간-주파수 변환(joint time-frequency transform)을 이용한 방법과 적용결과를 토의한다. SAR 자료에 기록된 이동물체의 속도는 거리방향과 비행방향 성분에 따라 각각 다른 파라미터에 영향을 준다: 거리방향 속도는 도플러중심주파수(Doppler Centroid)의 변화에 영향을 주며; 비행방향의 속도는 도플러주파수 변화율(Doppler frequency rate)에 영향을 준다. 따라서 물체의 속도를 정밀하게 복원하기 위해서는 두 파라미터를 독립적으로 산출하는 방법이 필요하다. 이동물체의 거리방향 속도를 복원하는 방법은 다양한 기법이 개발되어 있으나, 특히 이동물체의 비행방향 속도를 복원하는 방법들은 아직 많은 어려움이 존재한다.

이 연구에서는 SAR 자료로부터 이동물체의 속도를 복원하는 방법의 이론적 배경과 시간-주파수 변환을 적용하여 복원하는 방법 및 TerraSAR-X 자료의 적용결과 및 적용 타당성을 논의한다. 이 방법은 그 동안 고해상도 항공기 SAR 신호에 시험 적용되어 기술 개발이 진행 중에 있으며, 특히 최근 고해상도 위성 SAR 시스템의 상용화로 그 적용 가능성이 제기되고 있다. 레이더 신호에 대한 시간-주파수 변환은 비행방향으로 얻어진 1차원 신호로부터 시간변화에 따른 주파수 특성을 분석할 수 있도록 시간-주파수의 2차원 영역으로의 변환을 얻는 것으로, 도플러주파수 변화율은 시간-주파수 영역에서는 1차원 선형 함수의 기울기로 나타난다. 시간-주파수 변화의 종류에는 선형의 변환의 하나인 Short-time frequency transform (STFT)와 비선형 변환의 하나인 Wigner-ville distribution (WVD) 가 흔히 사용된다.

STFT의 경우 시간-주파수 영역에서 대신 비행방향의 시간영역 신호로 복원이 가능하나 해상도가 낮은 반면 SWD의 경우는 신호의 파워 변환으로 해상도는 높으나 역변환이 불가능 하며 cross product 잡음이 존재한다는 단점이 있다. 그러나, WVD 변환된 신호의 파워 시간-주파수 분포는 1) 시간영역에서의 두 신호의 스칼라 곱은 각각의 WVD 변환의 스칼라 곱과 동일하며, 2) WVD 영역에서의 평균주파수는 신호 위상의 시간변화율과 동일하다는 특성을 갖으며 따라서 도플러주파수 변화율을 직접 측정 가능하다. 두 방법을 TerraSAR-X 및 ENVISAT 자료에 적용한 결과 항공기 자료가 아닌 위성 SAR 자료에도 적용 가능성이 높은 것으로 나타났다. 특히 고해상도 TerraSAR-X 자료의 경우 clutter cancellation 필터링을 거친 후 적용하는 경우 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 다만, 시간-주파수 변환을 적용할 때 azimuth compression이 이뤄진 영상자료에 적용하는 경우는 오차 발생율이 높고 정밀한 속도 측정이 어려우며 range compression 상태의 신호에 적용하는 것이 더 효과적이다.