

DarkNet 기반 GNSS 재밍 식별을 위한 특징 추출 기법 성능 분석

유재덕*, 정희수, 유승수, 김선용†

건국대학교

kimsy@konkuk.ac.kr

Performance Analysis of DarkNet Based Feature Extractor for GNSS Jamming Classification

Jae Duk Yoo*, Heesoo Jeong, Seungsoo Yoo, and Sun Yong Kim†

Konkuk Univ.

요약

본 논문에서는 범역항법위성시스템 재밍 상황에 대해 DarkNet-19를 사용해 특징을 추출하고, SVM (Support Vector Machine)으로 재밍을 식별한다.

I. 서론

범역항법위성시스템 (Global Navigation Satellite System, GNSS)은 지상 사용자의 위치, 항법, 시간 정보 (Positioning, Navigation, Timing, PVT)를 얻기 위해 제안된 체계이다. 지상의 수신기는 위성 신호가 송출된 시각과 수신기가 신호를 수신한 시각의 차이를 통해 위성파와 수신기 사이의 거리를 추정하고, 추정된 거리를 활용해 수신기의 PVT 정보를 추출한다. 이때, 재밍은 임의의 간섭 신호를 송출해 수신기의 GNSS 신호 수신을 방해하는 것을 의미한다. 본 논문은 [1]에서 제안한 ResNet-101 (Residual Network-101) 기반 특징 추출기, VGG-16 기반 특징 추출기와 새롭게 제안된 DarkNet 기반 특징 추출기의 성능을 분석하고, 실행 시간과 정확도를 비교 분석한다.

II. 훈련 및 검증

본 논문에서는 DarkNet-19와 SVM (Support Vector Machine)을 이용해 DME (Distance Measure Equipment) 재밍과 AM (Amplitude Modulation) 재밍 2종 (SingleAM, MultiAM), FM (Frequency Modulation) 재밍 2종 (SingleFM, MultiFM), NB (Narrow-Band Noise) 재밍 2종 (NB 10kHz, NB 100kHz), Chirp 재밍 4종 (SingleChirp 10MHz, SingleChirp, DoubleChirp, MultiChirp), 총 11종의 재밍 신호를 식별한다.

훈련 및 검증을 위해 [1]에서 제안한 스펙트로그램 (spectrogram), PSD (Power Spectral Density), 성상도 (constellation), 도수분포도 (histogram)를 결합한 이미지 표본을 사용한다. 각 표본의 특징 추출을 위해 DarkNet-19 기반 이미지 특징추출기를 구성하고, 10연접 교차 검증한 SVM으로 재밍이 없는 경우를 포함한 총 12가지 라벨을 식별한다.

각 라벨 별 3000개의 표본으로 SVM을 훈련 후 1000개의 표본으로 검증한 결과는 표 1과 같다. 세 기법 중 VGG-16을 사용했을 때 약 94.17%로 가장 낮은 정확도를 보인다. ResNet-101을 사용했을 때 정확도 약 94.99%로 가장 높은 정확도를 보였으며, DarkNet-19를 사용했을 때 정확도는 약 94.42%로 약간 더 낮다. 그러나 DarkNet-19를 사용했을 경우, ResNet-101을 사용했을 때와 비교해 SingleChirp, DoubleChirp,

MultiChirp 라벨의 정확도는 상대적으로 낮은 반면 SingleAM과 DoubleAM 라벨의 정확도는 더 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 상대적으로 가볍고 지역적인 특징 추출에 강한 DarkNet의 특징이 식별 결과에 반영된 것으로 추정된다.

표 1. ResNet 기반 재밍 식별 기법의 성능 평가 결과.

| | Accuracy (%) | Tact Time for 100 samples (s) | Memory Size (MB) |
|------------|--------------|-------------------------------|------------------|
| VGG-16 | 93.70 | 7.09 | 548 |
| DarkNet-19 | 94.42 | 5.73 | 80 |
| ResNet-101 | 94.99 | 5.92 | 171 |

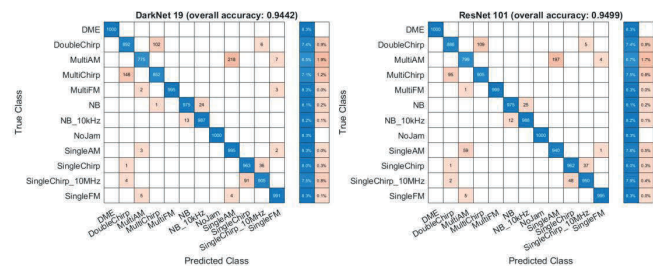


그림 1. (좌) DarkNet-19 특징 추출기의 혼동 행렬 (우) ResNet-101 특징 추출기의 혼동 행렬

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원-대학ICT연구센터(ITRC)의 지원을 받아 수행된 연구임 (IITP-2025-RS-2023-00258639)

참고 문헌

- [1] Jae Duk Yoo, Seungsoo Yoo, and Sun Yong Kim, "Performance Analysis of ResNet-Based Feature Extractor for GNSS Jamming Classification," in Proc. Korea Institute of Communications and Information Sciences Fall Conference 2024, Gyeongju, Republic of Korea, Nov 2024.