

ResNet-18과 SVM을 사용한 전이 학습 기반 GNSS 재밍 식별 기법

권혁빈, 유승수, 김선용*

건국대학교

*kimsy@konkuk.ac.kr

Transfer Learning-based GNSS Jamming Classification Technique using ResNet-18 and SVM

Hyuk Bin Kwon, Seungsoo Yoo, Sun Yong Kim*

*Konkuk Univ.

요약

본 논문에서는 전이 학습 기반 GNSS(Global Navigation Satellite System) 재밍 식별 기법을 제안한다. 고려한 GNSS 재밍은 DME(Distance Measure Equipment), AM(Amplitude Modulation)/CW(Continuous-Wave), FM(Frequency Modulation), Chirp, NB(Narrow-Band noise) 재밍이다. 학습 및 실험을 위해 스펙트로그램(spectrogram), PSD(Power Spectral Density), 성상도(constellation), 히스토그램(histogram) 이미지를 결합한 이미지 집합을 사용하여, 이미 학습된 ResNet-18로 특징(feature)을 추출하고, 10 연접 교차 검증(10-fold cross validation)한 SVM(Support Vector Machine)으로 재밍이 없는 경우를 포함한 총 6가지 재밍 상황을 식별하고, 혼동행렬을 통해 식별 성능을 보인다.

I. 서론

2000년대 이후, GNSS(Global Navigation Satellite System)에 대한 군용과 민간용 활용 분야가 폭발적으로 증가하고 있으며 이와 함께 재밍 공격의 피해 규모도 커지고 있다. GNSS 재밍 영향을 줄이는 기법은 재밍 검출, 재밍 식별, 재밍 완화 기법으로 구분할 수 있다[1]. 본 논문에서는 재밍 검출 및 식별 기법에 초점을 맞춘다. 재밍 검출 및 식별 기법은 고전적 신호처리 기반 기법과 기계 학습 기반 기법으로 구분할 수 있으며 이 중 기계 학습 기반 기법은 여러 종류의 재밍 신호의 검출 및 식별에 효과적이다[1, 2]. 본 논문은 기계 학습 기반 기법 가운데 작은 규모의 데이터 집합으로도 높은 정확도로 식별이 가능한 전이 학습 기반 재밍 식별 기법을 제안하고, 그 성능을 보인다.

대부분의 사전 훈련된 신경망은 ILSVRC(ImageNet Large-Scale Visual Recognition Challenge)에서 사용되는 ImageNet 데이터베이스의 약 1백만 개가 넘는 이미지 데이터로 훈련되어 있으며 이를 통해 키보드, 커피 머그잔, 연필, 각종 동물 등 약 1000여 가지 사물 범주를 분류할 수 있다. 사전 훈련된 신경망은 분류, 특징 추출, 전이 학습에서 사용할 수 있으며, 일반적으로 신경망을 처음부터 훈련시키는 것보다 훨씬 더 빠르고 쉽다[2].

II. MATLAB을 통한 전이학습 기반 재밍 식별 결과 및 분석

본 논문에서 고려한 GNSS 재밍은 DME(Distance Measure Equipment), AM(Amplitude Modulation)/CW(Continuous-Wave), FM(Frequency Modulation), Chirp, NB(Narrow-Band noise) 재밍이다. 학습 및 실험을 위해 스펙트로그램(spectrogram), PSD(Power Spectral Density), 성상도(constellation), 히스토그램(histogram) 이미지를 결합한 이미지 집합을 사용하여, 이미 학습된 ResNet-18로 특징(feature)을 추출하고, 10 연접 교차 검증(10-fold cross validation)한 SVM(Support Vector Machine)으로 재밍이 없는 경우를 포함한 총 6가지 재밍 상황을 식별하여 그림 1처럼 혼동행렬을 얻었다.

고려한 재밍별로 800개의 데이터로 학습/검증하고, 200개의 데이터로 실험한 MATLAB을 통한 전이 학습 기반 GNSS 재밍 식별 정확도(accuracy)는 평균적으로 약 95.4%이다. DME, NB, No Jam., AM, Chirp, FM 순으로 각각 100.0%, 89.0%, 99.0%, 93.5%, 93.0%, 98.0%의 정확도를 갖는다. 또한, F1 점수는 테스트의 정밀도와 재현율의 조화평균으로 계산되며 혼동행렬에서 예측의 정확도를 측정하는 척도로 활용된다. 0과 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 우수한 성능으로 평가한다. 제안한 기법의 재밍별 F1 점수는 각각 1.00, 0.90, 0.98, 0.95, 0.91, 0.95이다. 제안한 기법은 DME와 No Jam.에 대한 식별 정확도가 높고, NB와 Chirp 재밍 식별 정확도가 다소 낮다. 이후에는 이를 향상시킬 수 있는 방법에 대해 연구할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2018R1D1A1B07051392).

참고문헌

- [1] R. M. Ferre, A. de la Fuente, and E. S. Lohan, "Jammer classification in GNSS bands via machine learning algorithms," *Sensors*, vol. 19, no. 22, pp. 1-15, Nov. 2019.
- [2] C. J. Swinney and J. C. Woods, "GNSS jamming classification via CNN, transfer learning & the novel concatenation of signal representations," in *Proceedings on 2021 International Conference on Cyber Situational Awareness and Assessment (CyberSA)*, pp. 1-9, Dublin, Ireland, June 2021.

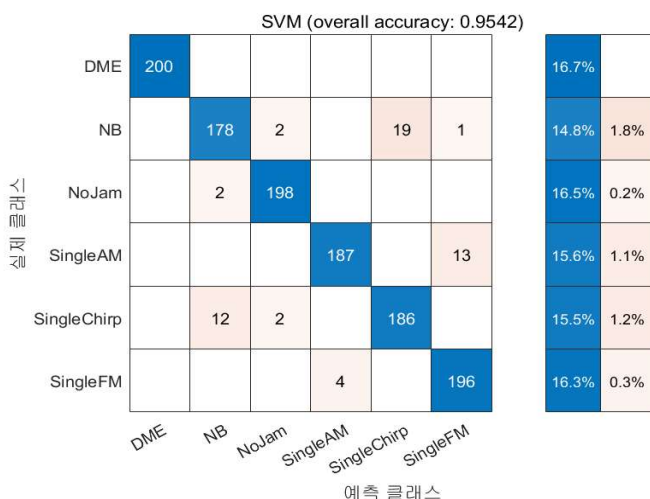


그림 1. 제안한 ResNet-18과 SVM을 사용한 전이 학습 기반 GNSS 재밍 식별 기법의 혼동행렬