

Inception-V3와 SVM을 사용한 전이 학습 기반 GNSS 재밍 식별 기법

신지혜, 유승수, 김선용*

건국대학교

*kimsy@konkuk.ac.kr

Transfer Learning-based GNSS Jamming Classification Technique using Inception-V3 and SVM

Jihye Shin, Seungsoo Yoo, Sun Yong Kim*

Konkuk Univ.

요약

본 논문에서는 전이 학습 기반 범역항법위성시스템에 대한 6가지 재밍 상황에 대해 이미 학습된 Inception-V3로 특징을 추출하고, 10연접 교차 검증한 SVM(Supported Vector Machine)으로 재밍 상황을 식별하고, 혼동행렬을 통해 그 성능을 보인다.

I. 서론

2000년대 이후 범역항법위성시스템(Global Navigation Satellite System)에 대한 활용 분야가 늘어나며 재밍 공격의 피해 규모가 커지고 있다. GNSS 재밍 영향을 줄이는 기법 중 재밍 검출 및 식별 기법은 고전적인 신호처리 기반 기법과 기계학습 기반 기법으로 구분한다. 기계 학습 기반 검출 및 식별 기법은 여러 종류의 단순 재밍 신호의 검출 및 식별에 효과적이다 [1]. 본 논문은 기계학습 기반 기법 가운데 작은 규모의 데이터 집합으로도 높은 정확도로 식별이 가능한 전이 학습(transfer learning) 기반 재밍 식별 기법을 제안하고, 혼동행렬(confusion matrix)을 통해 식별 성능을 보인다.

II. 재밍 식별 기법 제안 및 성능 분석

본 논문에서는 전이 학습 기반 GNSS 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, 사전 훈련된 Inception-V3로 특징(feature)을 추출하고, 10연접 교차 검증(10-fold cross validation)한 SVM(Support Vector Machine)으로 재밍이 없는 경우를 포함한 총 6가지 재밍 상황을 식별한다. 사전 훈련된 Inception-V3 모델은 입력 영상이 $299 \times 299 \times 3$ 으로 제한되어 있다. 이에 맞춰 영상에서의 특징을 추출하고, 이를 예측 변수로 사용해 이미지 분류 다중클래스 SVM을 조정한다. Inception-V3와 SVM을 사용한 전이학습 기반 GNSS 재밍 식별 기법의 혼동행렬은 그림 1과 같다. 이를 바탕으로 식 (1)처럼 정밀도(precision), 재현율(recall), 정확도(accuracy)를 사용한 F1 점수를 얻을 수 있다. F1 점수는 재현율과 정밀도의 조화평균으로, 혼동행렬이 불균형 구조일 때, 모델의 성능을 정확하게 평가할 수 있다[2].

$$F1\text{ Score} = 2 \times \frac{\text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (1)$$

DME 재밍의 F1 점수는 1.000, AM/CW 재밍은 약 0.9673, FM 재밍은 약 0.9582, Chirp 재밍은 약 0.8849, 마지막으로 NB 재밍은 약 0.8834이다. 제안한 기법은 DME, AM/CW, FM 재밍은 약 95% 이상의 정확도로 식별할 수 있다. 그러나 Chirp와 NB 재밍 식별에는 다소 취약하다. 이후에는 그 원인과 향상방안을 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참고 문헌

- [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.

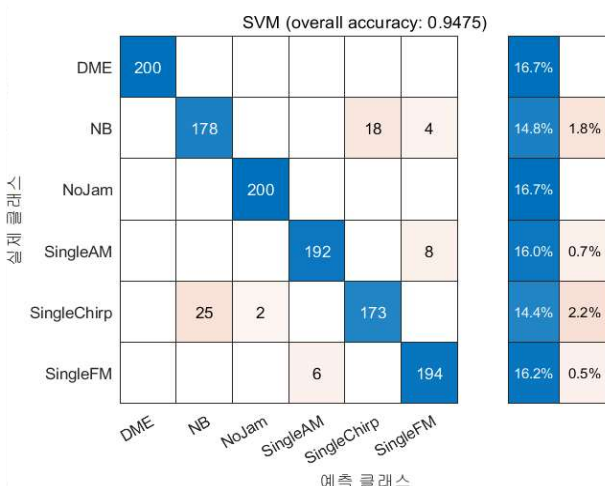


그림 1. 제안한 Inception-V3와 SVM을 사용한 전이 학습 기반 GNSS 재밍 식별 기법의 혼동행렬