

## 심층 신경망 기반 연속파 재밍 검출 기법

Gengxin Li, 이준형, 유승수, 김선용\* (건국대학교)

kimsy@konkuk.ac.kr\*

## A Novel Continuous Wave Jamming Detection Scheme using Deep Neural Network

Gengxin Li, Jun-Hyeong Lee, Seungsoo Yoo, and Sun Yong Kim\*(Konkuk Univ.)

## 요약

본 논문에서는 심층 신경망(deep neural network, DNN) 기반 연속파(continuous wave, CW) 재밍(jamming) 검출 기법을 제안하고, 그 성능을 모의실험을 통해 보인다.

## 1. 서론

심화학습(deep learning)은 컴퓨터로 인간의 두뇌와 비슷한 모양의 인공 신경망을 구성하고 처리하는 기계학습 방법 가운데 하나이다. 심화학습에는 인공 신경망(artificial neural network, ANN), 순환 신경망(recurrent neural network, RNN), 심층 신경망(deep neural network, DNN) 등이 있다. 이 가운데 DNN은 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 여러 개의 은닉층(hidden layer)들로 이루어진 인공 신경망이다. DNN은 일반적인 ANN과 같이 복잡한 비선형 관계를 모델링할 수 있다. 예를 들어, 사물 식별 모델을 위한 DNN은 각 객체가 이미지 기본 요소들의 계층적 구성으로 표현될 수 있다. 이때, 추가 계층들은 점진적으로 모여진 하위 계층들의 특징들을 규합시킬 수 있으며, 이는 분류 및 수치 예측, 특히, 영상처리나 문자인식과 같은 분야에서 활용하고 있다[1].

범역 항법위성시스템(global navigation satellite system, GNSS)은 인공위성을 이용해 지상에 있는 사용자의 위치를 결정할 수 있게 하는 시스템이다. 대부분의 GNSS 신호가 개방된 장소를 기준으로 하였을 때 약 -160dBW의 매우 낮은 수준으로 수신되기 때문에 각종 전파간섭이 발생할 가능성이 높다. CW 재밍은 전파간섭의 종류의 하나로서 GNSS 신호가 사용되는 주파수 대역에 강한 전력의 동일 주파수 신호를 인가하여 GNSS 수신을 방해하는 재밍 기법이다. 이로 인해 GNSS 수신기가 GNSS 신호에 대한 획득 및 추적 과정이 제대로 이루어지지 못하게 된다. 따라서, 재밍 공격에 대처하기 위한 항재밍(anti-jamming) 기법은 매우 중요하다[2,3]. 본 논문에서는 DNN 기반 항재밍기법을 제안하고 모의실험을 통해 그 성능을 분석한다.

## II. DNN 기반 CW 재밍 검출 기법과 모의실험의 성능 분석

DNN은 오류 역전파(back-propagation)를 통해 각 노드(node)에서 다음 노드로 이어지는 가중치(weight)를 학습을 통해 조절해가는 기계학습 방법이다. 일반적으로 고려되는 가중치 갱신 방법은 확률적 경사 하강법(stochastic gradient descent, SGD)이며, 이는 식 (1)과 같다.

$$\Delta\omega_{ij}(t+1) = \Delta\omega_{ij}(t) + \eta \frac{\partial C}{\partial \omega_{ij}} \quad (1)$$

여기서,  $\Delta$ 는 해당 가중치의 변화량,  $\omega_{ij}$ 는  $i$ 번째 노드의  $j$ 번째 가중치,

$\eta$ 는 배치 크기(step size),  $C$ 는 손실함수(cost function),  $\frac{\partial C}{\partial \omega_{ij}}$ 는 경사(gradient)를 의미한다. SGD는 배치 크기가 1인 데이터 세트에서 무작위로 균일하게 선택한 하나의 데이터로부터 각 단계의 예측 경사를 계산하는 방법이다. SGD는 식(1)의 과정을 반복하여 최솟값을 찾아낸다[1].

DNN 기반 CW 재밍 검출 기법에 대한 모의실험 결과는 그림 1과 같다. 그림 1처럼 낮은 유효  $J/N_0$ 에서는 검출 확률(detection probability)  $P_D$ 가 0.2에 불과하지만 비교적 높은  $J/N_0$ 에서는 우수한 검출 성능을 보인다.

추후에는 더 다양한 환경 등에서 DNN 기법을 이용하여 연속파 재밍 기법의 성능을 분석할 예정이다.

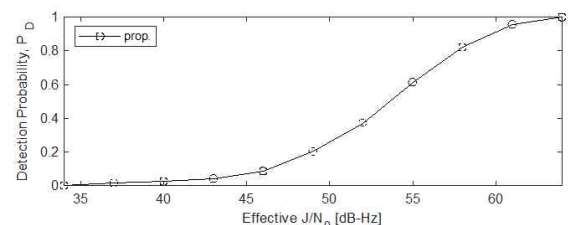


그림 1. DNN 기반 연속파 재밍 검출 기법의 모의실험 결과

## ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No.NRF-2018R1D1A1B07051392).

## 참고 문헌

- [1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, The MIT Press, Cambridge, MA, 2016.
- [2] E. D. Kaplan and C. J. Hegarty, *Understanding GPS/GNSS Principles and Applications, 3rd Edition*, Artech House, London, U.K., 2017.
- [3] J. W. Betz, *Engineering Satellite-Based Navigation and Timing: Global Navigation Satellite Systems, Signals, and Receivers*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2016.