

딥러닝 모델 기반의 전자기파 변조 신호 분류에 대한 연구

권성수*, 박수진*, 정지연*, 박형근**, 이종혁*, 배지훈*

A Study on the Classification of Electromagnetic Wave Modulated Signals Based on Deep-Learning Model

Sungsoo Kwon*, Sujin Park*, Jiyeon Jung*, Hyeong Geun Park**, JongHyuk Lee*, and Ji-Hoon Bae*

요 약

본 논문은 전파 자원 관리를 위한 전파 탐지 분야에서 무선통신에 사용되고 있는 변조 신호를 분류하기 위한 딥러닝 기반의 신경망 모델을 제안한다. 제안하는 방법은 모스 부호 전송과 같이 변조되지 않은 연속파를 일정시간 전송을 유지하거나 정지시키는 일련의 행위를 수행하는 무선 변조 방식의 데이터를 사용한다. 본 연구의 실험결과에 따르면, 제안된 모델이 측정된 전자기파 신호를 스펙트로그램으로 전처리하여 96% 이상의 높은 분류 정확도 성능을 보여줄 수 있음을 실험적으로 관찰할 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose a deep-learning-based neural network model to classify modulated signals used in wireless communication in the field of radio wave detection for radio resource management. The proposed method uses radio-modulated data that maintains or stops transmission of an unmodulated continuous waver for a certain period, such as Morse code transmission. According to the experimental results of this study, it was experimentally observed that the proposed implementation model could provide a high classification accuracy performance of 96% or more by preprocessing the measured electromagnetic wave signal with a spectrogram.

Key words

Electromagnetic radiation, deep-learning, modulated signal classification, spectrogram

1. 서 론

현재, 전 세계적으로 4차 산업혁명의 물결이 우리의 삶에 거세적으로 몰려오고 있으며, 정보통신 기술(ICT)의 융합으로 이루어지는 차세대 산업혁명

의 가능성과 그 영향력에 대하여 전 인류의 이목이 집중되고 있다. 우리나라에서도 최근 “4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축 전략”을 마련하여 ICT 융합 신산업 육성을 추진 중에 있으며, 이에 대한 주요 핵심 내용은 모든 사람, 사물을 인체

* 대구가톨릭대학교 소프트웨어융합대학 인공지능·빅데이터공학과

** (주)키웨이브

※ 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2019-0-01056).

※교신저자: 대구가톨릭대학교 배지훈(jihbae@cu.ac.kr)

의 신경망과 같이 연결하는 초연결 지능형 네트워크를 구축하는 것으로, 앞으로 이에 따라 국내에서도 초연결 지능형 네트워크의 고도화와 사물인터넷(internet of things: IoT) 확산으로 인한 무선기기의 전파이용이 급증할 것으로 예상되고 있다[1]. 하지만, 주파수 자원이 유한한 전파 자원 관리 환경에서는 이러한 무선기기들의 과다 운용과 무선 데이터 통신량의 폭발적인 증가에 따른 스펙트럼 자원 부족 문제, 신호 간 전파혼신과 간섭 문제, 허가받지 않은 주파수 사용 문제들을 발생시킬 가능성이 있다.

이러한 문제점들을 극복하기 위하여 최근에 4차 산업혁명의 핵심 기술 중의 하나인 인공지능 기술을 스펙트럼 사용의 효율성과 불법 전파 탐지, 레이더 탐지 및 전파 의료영상 진단, 채널 모델과 같은 전파 분야에 적용하여, 미래 산업에 지능화된 전파로 진화하기 위한 노력이 한창 중에 있다[2].

따라서, 본 논문에서는 전파 탐지 분야에 인공지능 기술을 적용하여 무선통신에 사용되고 있는 변조 신호를 학습하고 이를 분류 및 예측하여 변조 신호에 대한 빠른 분류와 신뢰성 있는 신호 탐지를 수행하고자 한다.

II. 딥러닝 기반의 변조 신호 분류실험 결과

본 논문에서 고려한 무선통신의 변조 신호는 그림 1과 같이 어떤 시간 동안 일정한 CW(continuous wave)를 전송하고 정지하였다가 다시 전송하는 것을 되풀이하는 모스 부호[3] 전송과 같은 지속시간 변조 방식으로 생성된 전자기파 데이터이다. 이때, 스펙트럼 분석기를 이용하여 데이터를 수집하였고, 수집된 데이터에 STFT(short time Fourier Transform) 기법을 적용한 스펙트로그램 영상으로써 시간-주파수 영역에서의 특징을 추출할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 그림 1의 형태와 같은 변조 신호를 분류하기 위하여 시간-주파수 영역의 스펙트로그램 이미지로부터 신호의 중요 특징을 추출하고 추출된 특징 간의 시퀀스 연관성을 학습하기 위하여 컨볼루션 신경망(convolutional neural network: CNN)과 LSTM(long short term memory) 순환신경망을 적용한 딥러닝 모델을 설계하였다.

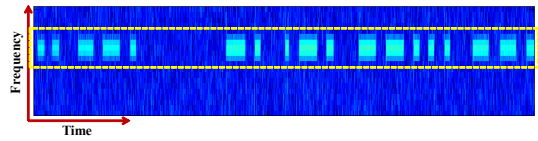


그림 2 전자기파 신호에 대한 스펙트로그램
Fig. 2. Spectrogram of an electromagnetic wave signal

제안된 최종 모델의 변조 신호에 대한 분류 정확도는 표 1과 같이 주어진다. 표의 결과에서와 같이 제안 모델은 실제 측정된 전자기파 신호를 스펙트로그램으로 전처리하여 96% 이상의 높은 분류 정확도 성능을 보여줄 수 있음을 실험적으로 관찰할 수 있었다.

표 1. 제안 모델에 대한 변조 신호 분류 정확도 결과
Table 1. Modulated signal classification accuracy results for the proposed model

Trials	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	Avg.
Acc.[%]	97.5	97.5	96.24	97.5	96.24	96.99

III. 결 론

본 논문은 전파 탐지 분야에서 변조 신호 자동 분류를 위하여 컨볼루션 신경망과 순환신경망을 적용한 딥러닝 모델을 제안하였으며, 제안된 모델에 대하여 96%가 넘는 높은 정확도를 도출하였다. 향후에는 다양한 변조 신호들에 대하여 학습데이터를 구축하고 무선통신 환경의 주변잡음 분석을 고려한 인공지능 적용 모델에 대하여 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] 이봉규외 11명, “4차 산업혁명에 대응한 전파감시 전략 연구”, 과학기술정보통신부 연구결과보고서, pp.1-221, Jan. 2018.
- [2] 전순익외 5명, “전파기술의 AI 적용 동향 및 전망”, 전자통신동향분석, 35권 5호, pp.69-82, Oct. 2020.
- [3] New World Encyclopedia, Morse Code, Retrieved Sep. 30, 2019, [accessed: https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Morse_Code].