

# 딥러닝 모델 기반 UHF 대역 전파 신호 분류에 관한 연구

권성수\*, 이수민\*, 김재현\*, 박형근\*\*, 이종혁\*, 배지훈\*

## A Study on UHF Electromagnetic Wave Modulation Signal Classification Based on Deep Learning Model

Sungsoo Kwon\*, Sumin Lee\*, Jaehyun Kim\*, 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. 이를 위하여, UHF 대역 전파측정 수신기 모듈을 제작 및 활용하여 방송 통신용 DTV와 이동통신용 LTE 주파수의 UHF 대역 변조 신호를 측정 및 수집하였다. 수집된 데이터는 UHF 대역 전자기파 변조 신호에 대한 스펙트로그램 이미지를 생성하여 모델 학습에 사용하였다. 본 연구의 결과에 따르면, 전처리된 스펙트로그램 이미지 데이터를 학습한 컨볼루션 신경망 기반 딥러닝 모델이 99.9% 이상의 높은 정확도로 UHF 대역 변조신호를 분류할 수 있음을 실험적으로 관찰할 수 있었다.

### Abstract

In this paper, we propose a deep learning-based neural network model for classifying modulated signals used in wireless communication in the field of radio detection for radio resource management. For this purpose, we manufactured and utilized a UHF band radio wave measurement receiver module to measure and collect UHF band modulated signals of DTV for broadcast communication and LTE frequencies for mobile communication. We used the collected signals to create a spectrogram image of the UHF band electromagnetic wave-modulated signal and used it for model training. According to the results of this study, it was experimentally observed that a convolutional neural network-based deep learning model trained on preprocessed spectrogram image data could classify UHF band-modulated signals with a high accuracy of over 99.9%.

### Key words

UHF band, deep-learning, modulated signal classification, spectrogram

## 1. 서 론

정보통신 기술(ICT)의 융합으로 인한 차세대 산

업혁명의 가능성과 그 영향력에 대하여 전 인류의 이목이 주목되고 있다. 우리나라에서는 최근 ‘4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축 전략’

---

\* 대구가톨릭대학교 소프트웨어융합대학 인공지능·빅데이터공학전공

\*\* (주)키웨이브

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

※ 교신저자: 대구가톨릭대학교 배지훈(jihbae@cu.ac.kr)

을 마련하여 ICT 융합 신산업 육성을 추진 중에 있으며, 앞으로 이에 따라 국내에서도 초연결 지능형 네트워크의 고도화와 사물인터넷(Internet of Things: IoT) 확산으로 인한 무선기기의 전파이용이 급증할 것으로 예상된다. 하지만, 주파수 자원이 유한한 전파 자원 관리 환경에서는 이러한 무선기기들의 과다 운용과 무선 데이터 통신량의 폭발적인 증가에 따른 스펙트럼 자원 부족 문제, 신호 간 전파 혼신과 간섭 문제, 허가받지 않은 주파수 사용 문제들을 발생시킬 가능성이 있다[1].

2012년 12월에 지상파 방송이 아날로그 TV 방송을 종료한 데 이어 2022년 2월로 국내 모든 아날로그 TV 방송 서비스가 종료됨에 따라 UHF 여유 대역의 활용방안에 대한 논의가 전문가들 사이에서 이루어지고 있다. UHF 여유 대역은 저주파수가 가지는 회절성 및 실내투과성 등 전파특성이 좋은 대역으로 고주파 대역보다 기지국 투자비를 줄일 수 있는 대역으로 주목받고 있다.

DTV 전환 이후에 생성되는 여유 대역에 LTE(Long Term Evolution) 서비스의 할당이 논의되고 있으며, LTE 서비스 할당은 전파특성이 우수한 장점이 있어 커버리지 확보와 같은 이점을 갖고 있다. 따라서, UHF 여유 대역에 LTE 서비스 할당은 서비스 활성화와 주파수 효율성 확보에 큰 이점을 가지고 있다. 따라서, 주파수 할당을 위한 상호 서비스 간의 간섭에 대한 분석이 필수적으로 이루어져야 하기 때문에 각 주파수의 특성을 분류하는 모델이 요구된다. 특히, UHF 여유 대역은 LTE 이동통신용으로 새롭게 활용이 가능해짐에 따라 기존에 서비스가 진행되고 있는 DTV와 공존을 위한 간섭 평가에 대한 논의가 이루어지고 있다.

이러한 문제점들을 극복하기 위하여 최근 4차 산업혁명 시대에서는 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 UHF 대역 수신 안테나를 제작하여 데이터를 수집한 후 전파 탐지 분야에 인공지능 기술을 적용하여 이동통신용 LTE와 방송시

스템 DTV에 사용되고 있는 전파 신호를 학습하고 이를 분류 및 예측하여 전파 신호에 대한 빠른 분류와 신뢰성 있는 신호 탐지를 수행하고자 한다.

## II. 딥러닝 모델 기반 UHF 대역 신호 분류실험 결과



그림 1. 데이터 수집을 위한 UHF 대역 수신기  
Fig. 1. UHF band receiver for data collection

본 논문에서 고려한 이동통신용 LTE 및 방송시스템용 DTV 신호는 그림 1과 같은 신호수집 H/W 수신기를 제작 및 활용하여 일정 시간 동안 측정하여 획득하였다. 그림 2와 같이 수집된 시간 영역 데이터에 STFT(short time Fourier Transform) 신호처리 기법을 적용하여 그림 3과 같이 시간-주파수 영역에서 시간에 따른 스펙트럼 특징 변화를 시각적으로 관찰할 수 있는 스펙트로그램 영상을 생성한다.

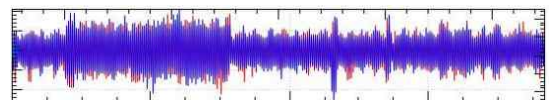
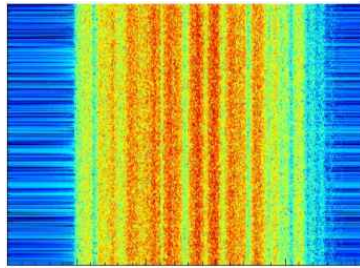
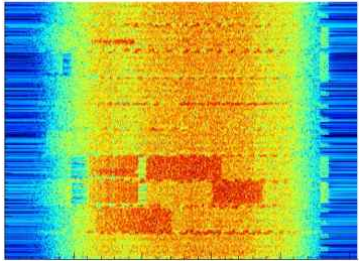


그림 2. 수신기로부터 수집된 시간 영역 데이터  
Fig. 2. Spectrogram of DTV signal

본 연구에서는 UHF 대역 전자기파 변조 신호를 분류하기 위하여 그림 3의 시간-주파수 영역의 스펙트로그램 이미지 영역에서 컨볼루션 연산(convolutional operation)을 통하여 신호의 중요 특징들을 지역적으로 추출하여 학습하기 위하여 컨볼루션 신경망(convolutional neural network; CNN)을 적용한 딥러닝 모델을 설계하였다.



(a) DTV



(b) LTE

그림 3. DTV, LTE 전자기파 신호에 대한 스펙트로그램

Fig. 3. Spectrogram of DTV, LTE electromagnetic wave signals

제안된 최종 모델의 UHF 대역 전파에 대한 분류 정확도는 실험결과 실제 측정된 UHF 대역 전파 신호를 스펙트로그램으로 전처리하여 99.9%의 높은 분류 정확도 성능을 보여줄 수 있음을 관찰할 수 있었다.

### III. 결 론

본 논문은 UHF 대역에서 방송 통신용 DTV 주파수와 이동통신용 LTE 주파수의 전자기파 변조신호 자동 분류를 위하여 컨볼루션 신경망을 적용한 딥러닝 모델을 제안하였으며, 제안된 모델에 대하여 99.9%의 높은 분류 정확도를 도출하였다. 향후에는 HF 대역 및 UHF 대역의 다중대역 신호들에 대하여 학습데이터들을 구축하고 다양한 변조신호들을 탐지하고 분류할 수 있는 딥러닝 기반 모델에 관하여 연구할 계획이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 권성수 외 5명, “딥러닝 모델 기반의 전자기파 변조 신호 분류에 대한 연구”, 한국정보기술학회 추계종합학술대회 및 대학생논문경진대회, 제주

KAL 호텔, 2021년 11월 25~27일, pp.403-404.

- [2] 심용섭 외 2명, “DTV 전환에 따른 DTV 송신기와 LTE 기지국 간 공존에 관한 연구”, 한국인터넷방송통신학회논문지, 제12권 1호, pp.189-194, 2012.
- [3] 전순익 외 5명, “전파기술의 AI 적용 동향 및 전망”, 전자통신동향분석, 제35권 5호, pp.69-82, 2020년 10월.