

딥러닝 모델 기반의 전자기파 변조 신호 분류에 대한 연구

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

대구가톨릭대학교 인공지능 빅데이터공학과
2021년 11월 26일
권성수

목차

1. 배경설명
2. 데이터 수집 및 분석
3. 딥러닝 기반 전자기파 식별 모델 설계 및 구현
4. 구현 모델 성능 평가
5. 결론 및 향후 연구 방향

• 1. 배경설명

- 스펙트럼 자원 부족 문제
- 신호 간 전파혼신과 간섭 문제
- 허가받지 않은 주파수 사용 문제

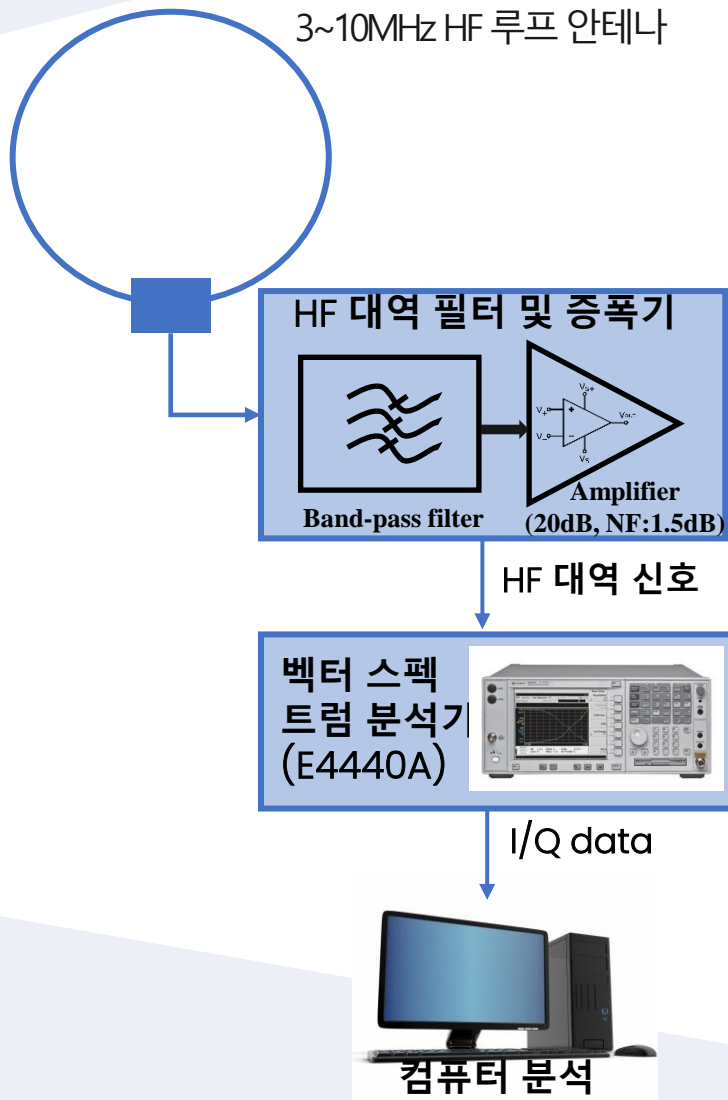
• 1. 배경설명

- 스펙트럼 사용의 효율성
- 불법 전파 탐지
- 레이다 탐지 및 전파 의료영상 진단
- 채널 모델



그림 2 마이크로파 단층촬영 장치와 실험 임상 결과

• 2. 데이터 수집 및 분석



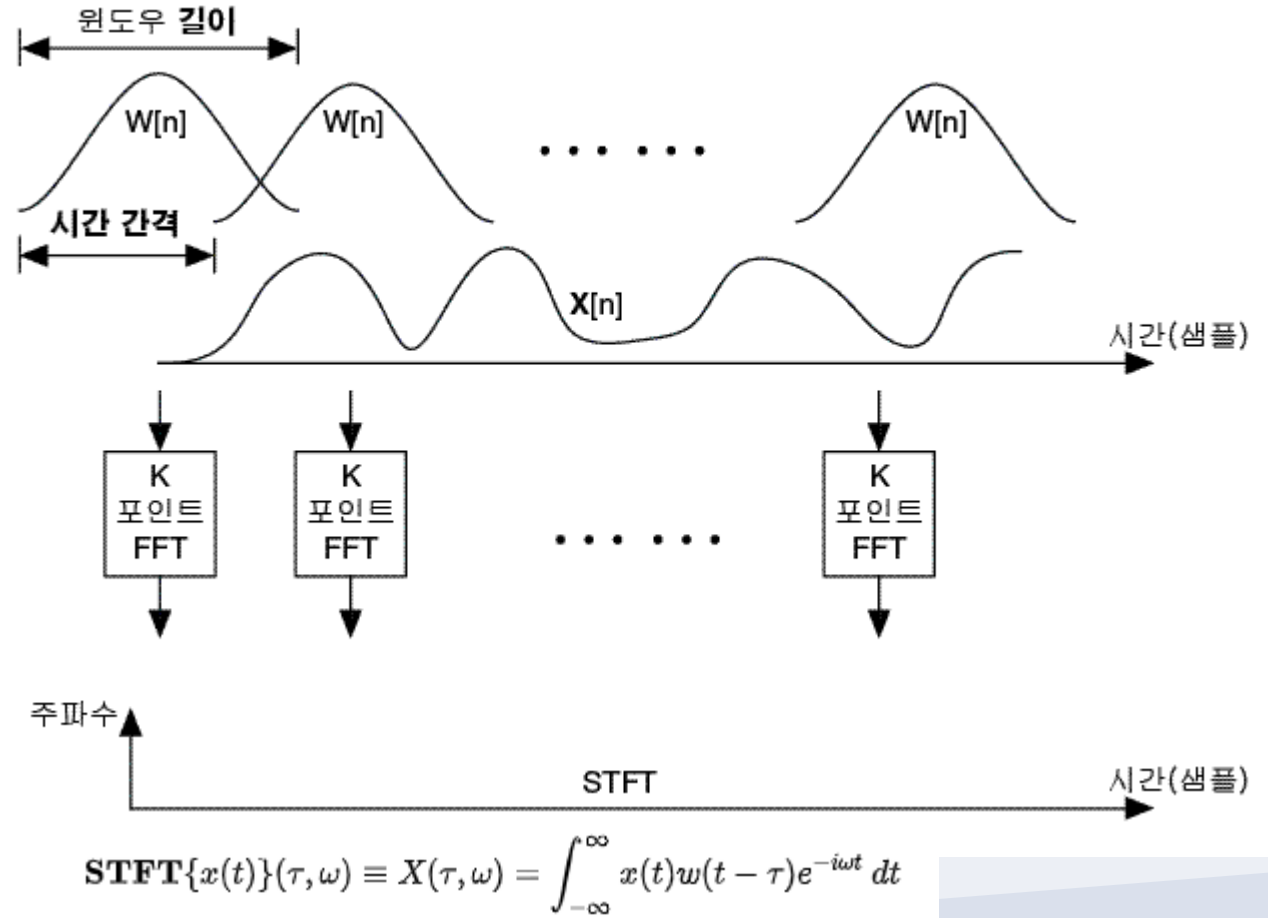
< HF 전파측정 수신기 블록 구성도 >

- 블록 구성도
 - HF 대역 루프 안테나.
 - HF 대역 필터 및 증폭기.
 - 벡터 스펙트럼 분석기.
- 3~10MHz의 HF 루프 안테나가 전자기파 신호를 수신받으면 HF 대역 band-pass 필터 및 증폭기(gain:20dB)를 거쳐서 HF 대역 아날로그 신호가 수신됨.
- 벡터 스펙트럼 분석기를 통해 수신된 HF 대역 신호를 기저대역 10MHz 샘플링 주파수의 I/Q 신호로 변환하여 10초간 저장한 후 LAN으로 출력함
- 컴퓨터에서 I/Q 채널 데이터로부터 복소수 데이터를 형성.
 - STFT를 적용하여 스펙트로그램 이미지 생성.

• 2. 데이터 수집 및 분석

<스펙트로그램 생성>

- 스펙트로그램은 시간축과 주파수 축의 변화에 따른 전자파 신호 특징을 동시에 관찰하도록 시각화.
- 시계열 신호에 대한 특징 추출을 위한 Pre-Processing 기법으로 많이 활용.
- 스펙트로그램 이미지를 얻기 위해 시계열 데이터에서 시간에 대해 구간을 짧게 나누어 나누어진 여러 구간의 데이터를 각각 Fourier 변환하는 방법으로 단시간 Fourier 변환인 STFT 이용



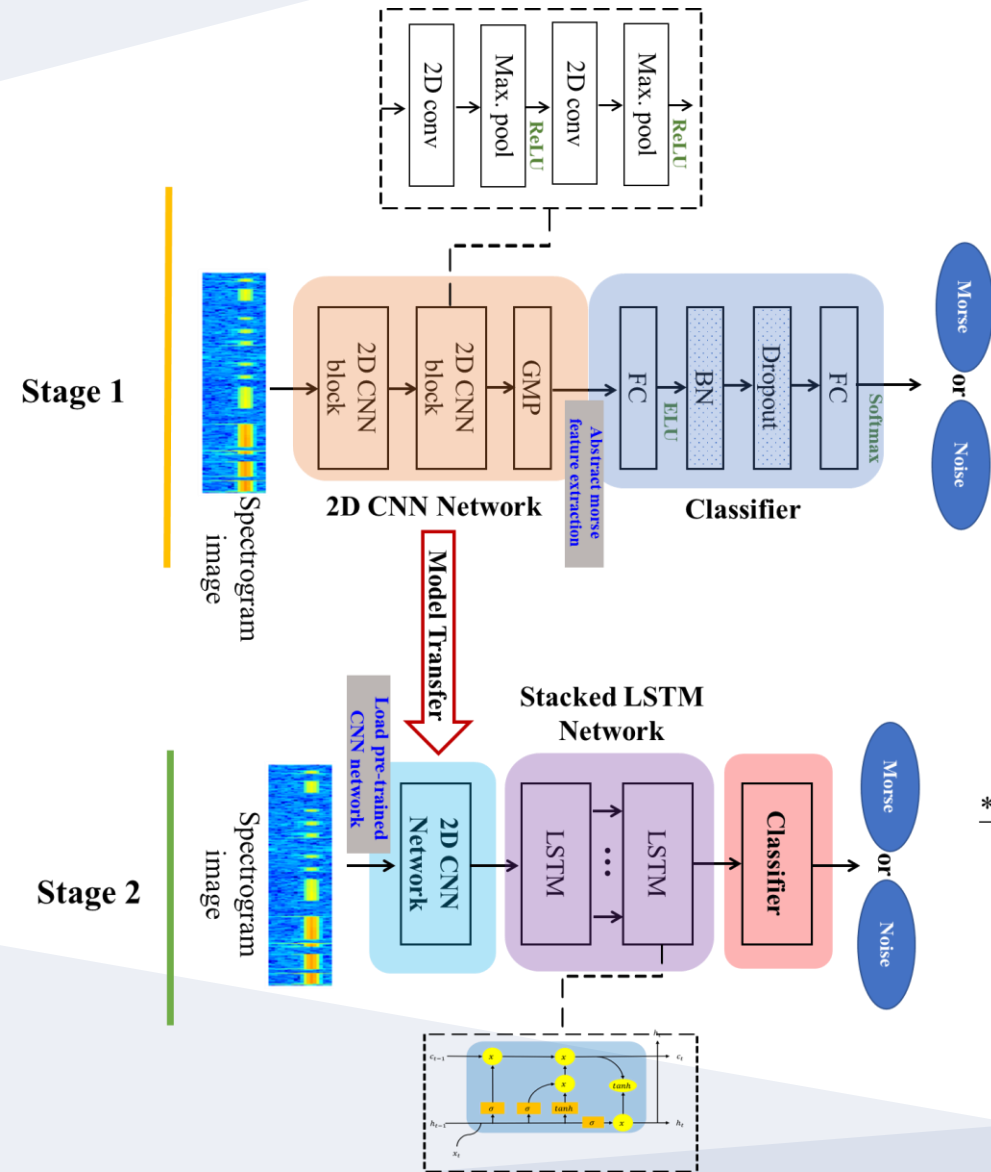
3. 딥러닝 기반 전자기파 식별 모델 설계 및 구현

< 모델 설계 구성도 >

- 1 단계 : 전이학습(transfer learning) 기법을 적용하여 2D 컨볼루션 층으로 이루어진 네트워크를 특징 추출기로 그대로 사용.
- 2 단계 : 순환신경망 모델을 그 위에 추가한 다음, 분류기를 이용한 학습을 통하여 최종 전파변조 신호 식별을 수행.
- 2D CNN 모델 설계 결과.
 - {8, 16, 16, 32}의 특징 맵 개수를 가지는 4개 층의 2D Convolutional layer와 4개의 max pooling을 사용.
 - 2개의 fully connected layer 사용하였고 Dropout 적용.
- 순환신경망 모델 설계 결과.
 - 2개의 Stacking 순환층을 사용.
 - 순환신경망으로 LSTM 적용
 - 순환 상태의 Dropout 적용.

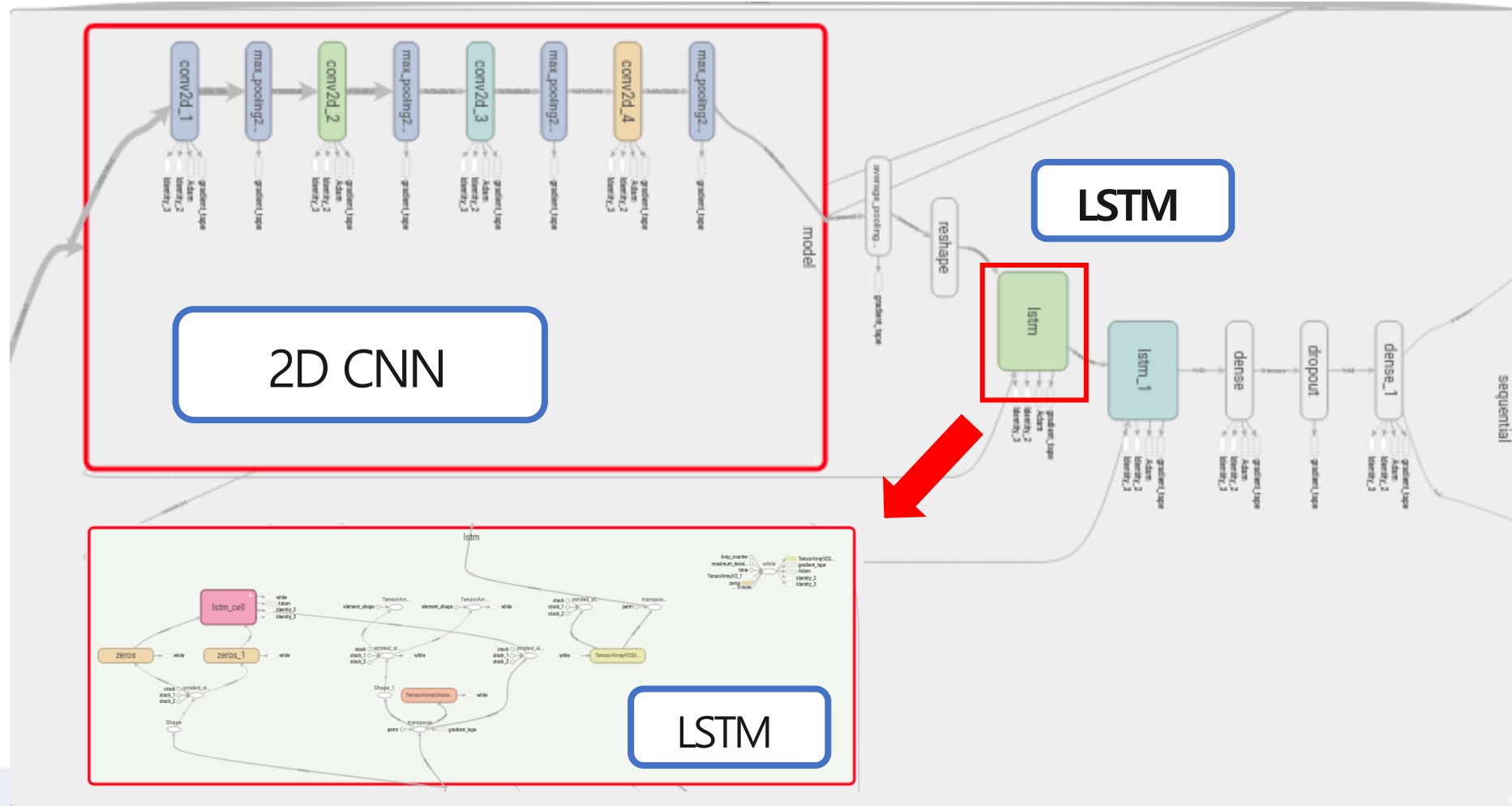
*Note:

- conv: convolutional layer
- GMP: global max pooling layer
- FC: fully-connected layer
- ReLU: rectifier linear unit
- BN: batch normalization



3. 딥러닝 기반 전자기파 식별 모델 설계 및 구현

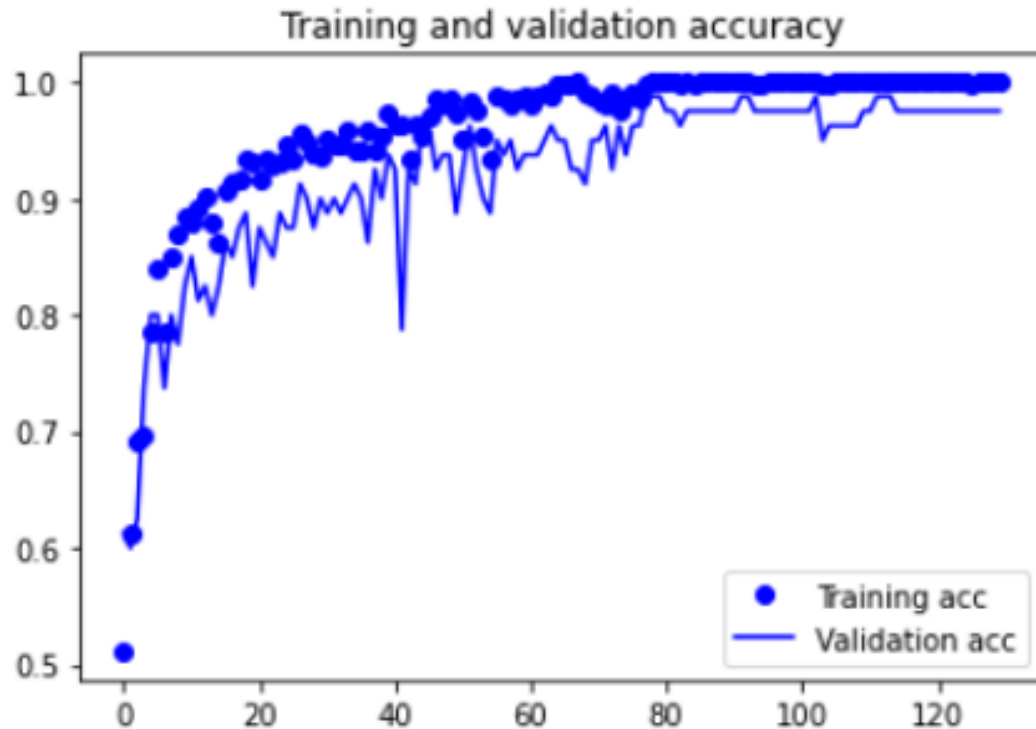
<Tensorflow Keras로 구현된 그래프 모델>



• 4. 구현 모델 성능 평가

< 학습 파라미터 설정 >

파라미터	값
Batch_Size	20
Epoch	130
Learning_Rate	Step_decay Learning Rate 적용
학습 알고리즘	Adam



< 학습 성능평가 결과 >

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

• 4. 구현 모델 성능 평가

< 분류 정확도 성능 비교 결과 >

적용 방법	정확도 성능 [%]	비 고
CNN 모델	88.74	
CNN + LSTM 모델	91.25	
CNN + LSTM with TL 모델 (제안 방법)	<u>97.5</u>	- 전이학습을 통한 모델 transfer 적용

• 5. 결론 및 향후 연구 방향

- 새로운 변조 신호 형식들을 예측
- 저사양 컴퓨터 센서 모듈 탑재를 위한 전파감시 모델 경량화 설계 및 구현
- 전이학습을 통한 전파감시 모델 학습 및 다른 유사 도메인에 모델 재사용

감사합니다.