

딥러닝 기반 OFDM 시스템 파라미터 추정 연구

김지훈, 한동석*

경북대학교 전자전기공학부

soji@knu.ac.kr, dshan@knu.ac.kr*

A Study of Deep Learning-based OFDM System Parameter Estimation

Jihun Kim, Dong Seog Han*

Kyungpook National Univ.

요 약

본 논문은 무선 통신 시스템에서 널리 사용되는 직교 주파수 분할 다중 방식(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)의 시스템 파라미터를 추정하기 위한 딥러닝 기법을 제안한다. 직교 주파수 분할 다중 방식은 다중 반송파를 이용하여 디지털 데이터를 인코딩하는 방식으로 다양한 파라미터로 정의된다. 수신부는 파라미터 정보를 통해 송신된 신호를 정확하게 검출할 수 있다. 본 논문은 수신된 신호와 딥러닝 모델을 사용하여 파라미터 정보가 사전에 주어지지 않은 경우에도 정확한 신호 검출이 가능한 구조를 제안하였다. 제안된 직교 주파수 분할 다중 방식의 파라미터 추정 기법은 약 75%의 추정 정확도의 성능을 제공한다.

I. 서 론

일반적인 무선 통신 시스템은 송수신기 간 사전에 통신 파라미터를 공유하고 이를 통해 수신기는 송신기로부터 전송된 신호를 복조하여 원 데이터를 복원할 수 있다. 그러나 송수신기 간 통신 파라미터가 공유되지 않은 상황, 즉 블라인드 수신 환경 등 악조건에 대한 통신 성능 확보와 개선에 관한 요구들이 증가하고 있다. 본 논문에서는 블라인드 수신 환경에서 직교 분할 다중 방식(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) 시스템의 정확한 수신을 위한 딥러닝 기반의 시스템 파라미터를 추정하는 방법을 제안한다. 직교 주파수 분할 다중 방식 시스템의 파라미터는 부반송파의 수, FFT(fast Fourier transform) 샘플 갯수, 파일럿 반송파의 수 등 여러 값으로 구성된다. 본 논문에서는 직교 주파수 분할 다중 방식을 채택하여 사용하는 3GPP LTE(long term evolution) 표준[1]의 파라미터 조합으로 블라인드 신호의 파라미터 추정 방법을 실험하였다.

II. OFDM 파라미터 추정 방법

본 논문에서는 블라인드 수신 환경에서 정확한 직교 주파수 분할 다중 방식 시스템의 파라미터를 추정하기 위하여 합성곱 신경망(convolutional neural network, CNN) 기반의 딥러닝 구조를 활용하였다[2]. 딥러닝 구조는 총 3개의 합성곱 레이어와 1개의 완전 연결 계층(fully connected layer, FC), 소프트맥스 함수로 구성된다. 직교 주파수 분할 다중 시스템의 파라미터 추정을 위하여 사용된 데이터는 512×512의 수신 신호의 스펙트럼 이미지이다. 최종 추정 및 결괏값은 총 4개의 클래스로 구성된다. 먼저 클래스 A는 1.4MHz의 대역폭, 128의 FFT 크기, 72개의 부반송파, 9개의 파일럿 부반송파로 구성된다. 클래스 B는 3MHz의 대역폭, 256의 FFT 크기, 180개의 부반송파, 20개의 파일럿 부반송파이다. 클래스 C는 5MHz의 대역폭, 512의 FFT 크기, 300개의 부반송파, 20개의 파일럿 부반송파이다. 클래스 D는 10MHz의 대역폭, 1024의 FFT 크기, 600개의 부반송파, 20개의 파일럿 부반송파로 구성된 신호이다. 각 클래스별 학습데이터는 5,000개로 구성된다.

학습 및 평가에 사용된 직교 주파수 분할 다중 방식 시스템 파라미터 추정 데이터는 가산성 백색 가우시안 잡음(additive white Gaussian

noise, AWGN)과 페이딩이 존재하는 이동 통신 환경으로 가정하여 수신 신호를 생성하였다. 그림 1은 제안된 딥러닝 기반의 OFDM 시스템의 파라미터 추정 정확도 결과이다. 각 클래스별 정확도는 약 75%로 수신 신호의 이미지만으로 파라미터 추정과 분류가 가능함을 나타낸다.

신호 클래스	예측 클래스					
	A	B	C	D		
A	3650	623	379	348	73.0%	27.0%
B	462	3850	476	212	77.0%	23.0%
C	268	423	3700	609	74.0%	26.0%
D	211	489	550	3750	75.0%	25.0%
	79.5%	71.5%	72.5%	76.2%		
	20.5%	28.5%	27.5%	23.8%		

그림 1. 딥러닝 기반 직교 주파수 분할 다중화 방식의 파라미터 추정 결과

III. 결론

본 논문에서는 딥러닝 기반 직교 주파수 분할 다중화 방식의 파라미터 추정 방식을 제안하였다. 이는 블라인드 통신 환경에서 정확한 수신 파라미터를 추정하여 송신 신호를 검출하거나 분류하기 위해 활용 가능하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2021R1A6A1A03043144)

참 고 문 헌

- [1] Zyren, Jim, and Wes McCoy. "Overview of the 3GPP long term evolution physical layer." Freescale Semiconductor, Inc., white paper 7 (2007): 2-22.
- [2] LeCun, Yann, et al. "Backpropagation applied to handwritten zip code recognition." Neural computation 1.4 (1989): 541-551.