

어텐션 기반 채널 정보 피드백 및 채널 예측에 관한 연구

주현규, 심병호

서울대학교

hkjoo@islabs.snu.ac.kr, bshim@snu.ac.kr

A Study on the attention-based channel state information feedback and channel prediction

Ju Hyun Gyu, Shim Byong Hyo

Seoul Univ.

요약

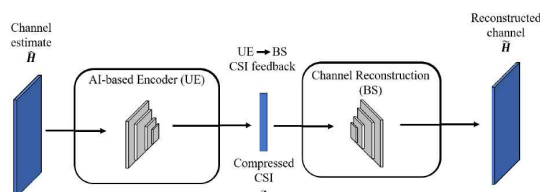
본 논문은 Input 내 element들 간의 상관관계를 효과적으로 학습하여 최근 머신러닝 분야에서 크게 주목받고 있는 어텐션 기법을 활용하여 채널 피드백 과정에서의 압축(compression) 및 복원(reconstruction)하고, 더 나아가 채널 피드백 시점과 데이터 전송 시점간의 간극으로 인해 발생하는 channel aging 현상을 완화하기 위한 채널 예측 기법을 제안한다. Input으로 사용하는 angular-delay 도메인의 최소한 CSI 간의 상관관계를 제안하는 어텐션 기법을 통해 중점적으로 학습하고, 채널 압축 및 채널 예측 과정에서 학습한 correlation을 적극적으로 활용함으로써 기존의 머신러닝 기법보다 우수한 성능을 보이는 것을 확인하였다.

I. 서론

Massive MIMO 시스템은 5G 통신을 넘어 6G 통신으로 발전하기 위한 핵심 기술이다 [1]. 다수의 안테나가 장착된 기지국은 전송 capacity를 비약적으로 향상시킬 수 있다. 이러한 capacity를 현실화하기 위해서는 정확한 CSI가 필수적이고, FDD 시스템에서 정보 전송을 위해 필요한 다운링크 CSI는 단말의 채널 피드백에 크게 의존한다. 하지만, 수많은 안테나의 채널 정보를 모두 피드백하는 것은 엄청난 피드백 오버헤드를 발생시킨다. 따라서, massive MIMO 시스템의 CSI 행렬을 효과적으로 압축하는 기법 개발이 매우 필수적이다.

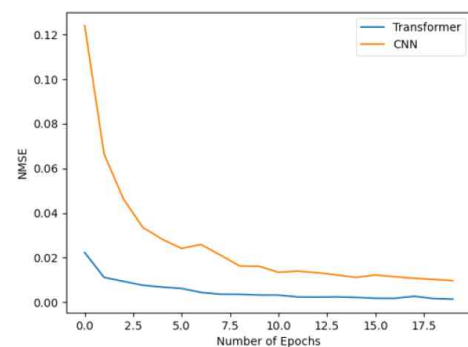
II. 본론

지난 몇 년간, MIMO 시스템에서 채널 피드백 오버헤드를 줄이기 위한 많은 연구들이 있어왔다. 먼저, 채널의 희소성을 요구하는 압축센싱 기반 기법의 경우 실제 시스템에서 CSI 행렬이 항상 희소하다는 가정을 하기 어렵고 [2], MIMO 시스템과 같이 CSI 행렬의 차원이 큰 경우 적용하기 어렵다. 이러한 단점을 채널의 특성을 학습하여 해결하고자 한 딥러닝 기반 기법들의 경우 각각 사용한 딥러닝 프레임워크에 따라 채널 특성을 성공적으로 학습하였으나, 서로 다른 안테나 및 서브캐리어 간의 상관 관계를 충분히 고려하지 않았기 때문에 이러한 상관 관계를 적극적으로 학습 및 활용하여 CSI 피드백 및 채널 예측 성능을 향상시킬 수 있다 [3]. 전체적인 시스템 구조는 아래 그림과 같다.



본 논문에서는 앞서 설명한 안테나/서브캐리어 간 상관 관계를 효과적으로 학습할 수 있는 어텐션 기법을 활용하여 채널 정보인 CSI 행렬을 압축 및 복원하는 채널 피드백 기법을 제안한다. 또한, 단말의 채널 피드백 시점과 기지국의 데이터 전송 시점 사이의 단말의 이동성으로 인해 발생하는 channel aging 현상을 극복하기 위한 채널 예측 기법을 간단히 구현한다.

압축 후 복원된 채널의 정확도를 나타내는 지표인 Normalized MSE (NMSE)를 실험을 통해 비교한 결과 제안하는 기법이 기존의 Convolutional neural network (CNN) 기반 기법에 비해 우수한 성능을 보이는 것을 확인하였다.



III. 결론

본 논문은 Input 내 element들 간의 상관관계를 효과적으로 학습하여 최근 머신러닝 분야에서 크게 주목받고 있는 어텐션 기법을 활용하여 채널 피드백 과정에서의 압축(compression) 및 복원(reconstruction)하고, 더 나아가 채널 피드백 시점과 데이터 전송 시점간의 간극으로 인해 발생하는 channel aging 현상을 완화하기 위한 채널 예측 기법을 제안하였다. Input으로 사용하는 angular-delay 도메인의 최소한 CSI 간의 상관관계

를 제안하는 어텐션 기법을 통해 중점적으로 학습하고, 채널 압축 및 채널 예측 과정에서 학습한 correlation을 적극적으로 활용함으로써 기존의 머신러닝 기법보다 우수한 성능을 보이는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) Grant through the Ministry of Science and ICT (MSIT), Korea Government, under Grant 2022R1A5A1027646

참 고 문 헌

- [1] E. G. Larsson, O. Edfors, F. Tufvesson, and T. L. Marzetta, "Massive MIMO for next generation wireless systems," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 2, pp. 186-195, Feb. 2014..
- [2] P.-H. Kuo, H. T. Kung, and P.-A. Ting, "Compressive sensing based channel feedback protocols for spatially-correlated massive antenna arrays," in *Proc. IEEE Wireless Commun. Netw. Conf. (WCNC)*, Paris, France, 2012, pp. 492-497.
- [3] A. Vaswani et al., "Attention is all you need," in *Advances in Neural Information Processing Systems*. Red Hook, NY, USA: Curran, 2017, pp. 5998-6008.