

제한된 프론트홀의 셀탈피 MIMO 시스템을 위한 최적화 학습 기법

유대성, *이훈, †홍승은, 박석환

전북대학교, *부경대학교, †한국전자통신연구원

imcreative93@jbnu.ac.kr, hlee@pknu.ac.kr, iptvguru@etri.re.kr, seokhwan@jbnu.ac.kr

Learning-to-Optimize Approach for Fronthaul-Constrained Cell-Free MIMO Systems

Daesung Yu, *Hoon Lee, †Seung-Eun Hong, Seok-Hwan Park
Jeonbuk National Univ., *Pukyong National Univ.,
†Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문은 셀탈피 MIMO 시스템에서의 빔포밍 및 프론트홀 통신의 연동 최적화를 위한 딥러닝 적용 알고리즘을 연구한다. 기존 딥러닝 적용 기술을 검토한 후, 인공지능망의 입력으로 사용되는 여러 환경 변수 효과를 비교 분석한다.

I. 서론

셀탈피 (cell-free) MIMO 시스템은 기지국 안테나들의 커버리지 구분 없는 신호처리를 통해 효율적인 간섭 제어 및 스케줄링이 가능하다[1]. 이는 유사한 구조를 가진 기존 분산 안테나 시스템 및 클라우드 RAN 시스템에 관한 연구에서 충분히 검증된 바 있다 [2].

한편 최근 셀탈피 시스템의 빔포밍 및 프론트홀 통신 연동 최적화 문제의 해를 효율적으로 찾기 위해 딥러닝 기반의 최적화 학습 (learning-to-optimize) 기법이 [3]에서 제안되었다. 특히 랜덤한 환경 변수 (송신 전력, 프론트홀 용량)를 인공지능망 입력으로 활용하여 학습할 것을 제안했는데, 이 변수들의 입력 효과는 자세히 관찰된 바가 없다. 본 논문에서는 모의실험을 통해 인공지능망의 입력에 따른 효과를 관찰 및 분석한다.

II. 본론

한 개의 central processor (CP), M 개의 access point (AP), K 개의 user equipment (UE)로 구성된 셀탈피 MIMO 시스템의 하향링크를 고려한다. 각 AP 및 UE 는 단일 안테나를 사용하며, 각 AP 와 CP 를 연결하는 디지털 프론트홀 링크의 용량은 C bps/Hz 이다. 각 AP 의 송신 전력은 P 로 제한된다. 해당 시스템의 빔포밍 및 프론트홀 통신 최적화를 위해 딥러닝 기반 최적화 학습 기술이 제안된 바 있다[4]. 환경 변수인 C 와 P 를 인공지능망의 추가 입력으로 활용하였다. 그러나 해당 변수들이 인공지능망의 입력으로 꼭 필요한지에 대한 논의는 생략됐다. 이에 본 논문은 그림 1 과 같이 입력 환경 변수에 따른 여러 경우에 대한 실험을 수행하여 그 성능들을 비교한다.

III. 모의실험 결과

그림 2 에 도시한 실험 결과에 따르면, 환경 변수 C, P 를 모두 입력에서 제외할 경우 심각한 성능 손실이 발생한다. 그러나 둘 중 한 개 이상 입력으로 사용하면 의미 있는 성능 이득을 얻는다. 두 변수 중 P 의 입력 효과가 C 보다 더 큰 것을 확인할 수 있다. P 의 입력 범위가 더 넓기 때문인 것으로 추정된다.

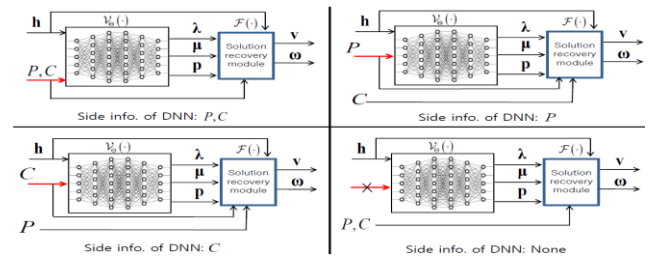


그림 1. 인공지능망 력 변수에 따른 4개 조합

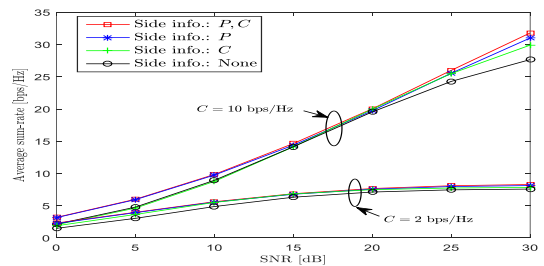


그림 2. 인공지능망 입력 변수에 따른 성능 관찰

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported in part by the NRF of Korea Grants funded by the Ministry of Education under Grant 2021R1A6A3A13046157; in part by the Ministry of Science and ICT under Grant 2021R1C1C1006557 and Grant 2021R1I1A3054575; in part by the Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) Grant funded by the Korea Government (MSIT) under Grant 2018-0-01659; and in part by the 5G Open Intelligence-Defined RAN (ID-RAN) Technique Based on 5G New Radio.

참고 문헌

- [1] E. Nayeri, A. Ashikhmin, T. L. Marzetta, H. Yang, B. D. Rao, "Precoding and power optimization in cell-free massive MIMO systems," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 16, no. 7, Jul. 2017.
- [2] S.-H. Park, O. Simeone, O. Sahin, S. Shamai, "Joint precoding and multivariate backhaul compression for the downlink of cloud radio access networks," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 61, no. 22, pp. 5646-5658, Nov. 2013.
- [3] D. Yu, H. Lee, S.-H. Park, S.-E. Hong, "Deep learning methods for joint optimization of beamforming and fronthaul quantization in cloud radio access networks," *arXiv:2107.02520*, Jul. 2021.