

# 학습 기반 Massive MIMO 시스템에서의 시맨틱 통신

진의환, 이광훈, 김종현, 김광순  
연세대학교

{jinian, kwanghoon.lee, jonghyun.kim, ks.kim}@yonsei.ac.kr

## Semantic Communications in Learning Based Massive MIMO

Eui Whan Jin, Kwanghoon Lee, Jonghyun Kim, Kwang Soon Kim  
Yonsei Univ.

### 요약

본 논문은 시맨틱 통신과 학습 기반 Massive MIMO 기술 동향을 소개하고 목적 지향적 시맨틱 통신 실현을 위한 결합적 연구 방향을 제안한다.

### I. 서론

현재 상용화된 5G 통신까지는까지는 동영상 시청 등 미디어 콘텐츠 소비가 다능하도록 데이터 레이트를 높이는 방향으로 발전해왔다. 하지만 발전된 AI, 대규모 IoT 등의 서비스를 지원하는 6G 통신 실현을 위해서 위해서 기존 Shannon 의 이론을 넘어서 소스 데이터 의미 이해하는 목적 지향적 (Task-Oriented) 시맨틱 통신이 주목받고 있다[1]. 또한 LTE 및 5G 에서 사용중인 MIMO 기술을 고주파 대역을 사용하는 6G 통신에 적합한 Massive MIMO 기술은 높은 복잡도 문제가 발생하기 때문에 학습 기반 접근 방식을 통해 복잡도를 감소시키고 학습 역시 목적 성능 향상 지향해야 한다[2]. 본 논문에서는 시맨틱 통신 연구와 학습 기반의 저복잡도 Massive MIMO 기술 동향을 소개하고 두 기술이 결합적으로 시맨틱 지표를 고려하는 목적 지향적 시맨틱 통신 시스템 발전 방향을 제안한다.

### II. 본론

[3]에서는 분산 추론 시나리오에서 목적 성능 향상과 전송량 감소를 동시에 달성하는 시맨틱 통신 기술을 제안했다. 정보 병목 이론을 사용하여 목적 성능 향상을 위해 신경망 기반 시맨틱 부호기/복호기를 학습시키고, 시맨틱 부호화 데이터의 채널 상황에 따른 전송량 조절 기법을 제안하였지만 데이터 전송량 조절시 채널 상황만을 고려했기 때문에 시맨틱 지표를 고려한 시맨틱 통신이라고 보기 어렵다.

[4]에서는 채널 이득과 채널 상관 관계를 활용하여 사용자를 집단 분류하고 각 집단에 강화학습 기반의 빔 선택 및 빔포밍을 통해 높은 주파수 대역 효율성을 달성하는 학습 기반 저복잡도 Massive MIMO 스케줄링 및 하이브리드 빔포밍 기술을 제안했다. 하지만 집단 분류가 사용자간 채널 상태를 비교하며 진행되기 때문에 안테나 개수와 사용자가 늘어남에 따라 계산 복잡도 상승을 피하기 어려우며, 주파수 대역 효율 향상을 목표로 했기 때문에 시맨틱 지표를 고려한 목적 성능 달성을 위한 추가 연구가 필요하다.

6G 통신 실현을 위해서는 시나리오에 적합한 시맨틱 지표를 도출하고, 목적 성능 향상을 위한 목적 지향적 시맨틱 통신 기술과 학습 기반 저복잡도 massive MIMO 기술의 결합적인 발전이 필요하다. 이를 위해 소스 데이터 의미 추출에 효율적인 중단 신경망 구조의 시맨틱 부호기의 중간 출력값으로 시맨틱 지표 도출이 가능할 것으로 보인다. 예를 들어 신경망 구조의 일종인 Transformer 의 Attention 값을 활용한 시맨틱 지표 도출을 고려할 수 있다. 또한 목적 지향적 시맨틱 통신과 저복잡도 Massive MIMO 기술의 결합적 연구를

위해채널 상황과 더불어 시맨틱 지표를 같이 학습하여 스케줄링과 빔포밍을 수행하고, 시맨틱 지표 정보에 따라 부호화 데이터를 적절한 패킷에 보내는 시맨틱 전송 기법 및 패킷에 담긴 정보의 시맨틱 지표에 따른 수신 기법 및 시맨틱 복호화 등 고도화된 시맨틱 송수신 기법 발전을 고려해야 한다.

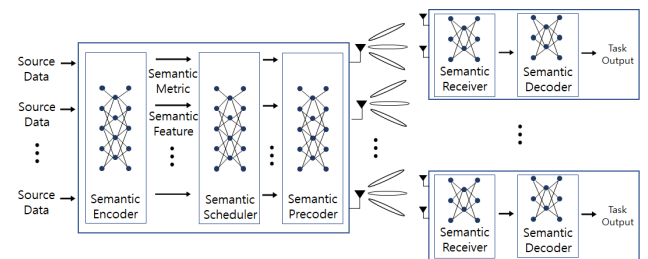


그림 1. 시맨틱 통신을 위한 학습 기반 Massive MIMO 시스템

### III. 결론

본 논문에서는 시맨틱 통신 및 학습 기반 Massive MIMO 기법 동향을 소개하고 두 기술의 결합적 연구 방향을 제안하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2019R1A2C2007982)

### 참고 문헌

- [1] Lan, Qiao, et al. "What is semantic communication? A view on conveying meaning in the era of machine intelligence." *Journal of Communications and Information Networks* 6.4 (2021): 336–371.
- [2] Borges, David, et al. "Massive mimo techniques for 5g and beyond—opportunities and challenges." *Electronics* 10.14 (2021): 1667.
- [3] Shao, Jiawei, Yuyi Mao, and Jun Zhang. "Task-oriented communication for multi-device cooperative edge inference." *IEEE Transactions on Wireless Communications* (2022).
- [4] Ahmed, Irfan, Muhammad Khalil Shahid, and Tarig Faisal. "Deep Reinforcement Learning Based Beam Selection for Hybrid Beamforming and User Grouping in Massive MIMO-NOMA System." *IEEE Access* 10 (2022): 89519–89533.