

문제점 개요서

Project Name	거대 무선 채널 모델 기반 시간에 따른 미래 채널 예측 및 통신 환경 분류 연구
--------------	--

03 조

202002541 이호윤

202202469 김가현

지도교수: 양희철 교수님 (서명)

Document Revision History

REV#	DATE	AFFECTED SECTION	AUTHOR
1	2025/03/21	Survey paper 논문 수정	이호윤

Table of Contents

1.	SURVEY PAPER – LIMITATIONS FOCUS.....	5
2.	LIMITATIONS AND RESEARCH GAPS.....	6

List of Figure

그림 목차 항목을 찾을 수 없습니다.

1. Survey Paper – Limitations Focus

번호	연구 제목(저자)	저널/컨퍼런스 (연도)	주요 내용 요약	한계점
1	Machine Learning for Future Wireless Communications: Channel Prediction Perspectives	arXiv (2025)	시간적 채널 예측과 환경 적응의 측면에서 채널 예측 방식을 소개한다. 이후, 기존 머신러닝 기법에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 고도화된 ML 기반 채널 예측의 활용 방법을 다룬다.	시간적 채널 예측과 환경 적응의 측면에서 채널 예측 방식에 대한 소개만 이루어지며 무선 채널 예측을 위한 모델을 제공하고 있지는 않다.
2	Transfer Learning and Meta Learning-Based Fast Downlink Beamforming Adaptaion	IEEE (2021)	다중 사용자 MISO 다운링크 시스템에서 SINR 균형을 위한 빠른 적응형 빔포밍 최적화를 위해 딥 전이 학습과 메타 러닝 기반의 오프라인 및 온라인 적응형 알고리즘을 제안하며 시뮬레이션 결과 메타 러닝이 우수한 성능인 것을 나타낸다.	기존 모델이 학습된 환경과 실제 적용 환경이 크게 다르면 성능이 저하될 수 있다. 또한 파라미터 튜닝 과정이 필요할 수 있으며, 제대로 최적화되지 않으면 오히려 성능이 좋지 않을 수 있다.
3	Massive MIMO channel prediction via meta-learning and deep denoising: Is a small dataset enough	IEEE (2023)	대규모 MIMO(massive MIMO) 통신 환경에서 빠르고 정확한 채널 예측을 실현하기 위해, 메타 러닝 알고리즘(NAML)과 딥 이미지 프라이어(DIP)를 결합한 새로운 접근법을 제안한다. 적은 양의 라벨 데이터를 활용하여도 빠르게 채널 예측 모델을 재학습할 수 있도록 NAML을 활용하였다. 또한 DIP를 이용해 학습 데이터에 대한 노이즈 제거 과정을 수행함으로써, 특히 낮은 SNR 환경에서의 예측 정확도를 더욱 향상시킨다.	새로운 테스트를 학습하는 과정에서, 이미 학습된 기존 테스트에 대한 지식이 급격히 손실될 수 있다. 또한 메타 러닝의 다중 학습 루프 특성상, 하이퍼파라미터(학습률, 메타학습률 등)를 조정하기가 까다롭고, 적절한 튜닝이 이루어지지 않으면 학습 성능과 일반화 성능이 저하될 수 있다.

2. Limitations and Research Gaps

번호	기존 연구	한계점	연구 필요성	본 연구의 기여
1	Machine Learning for Future Wireless Communications: Channel Prediction Perspectives	시간적 채널 예측과 환경 적응의 측면에서 채널 예측 방식에 대한 소개만 이루어지며 무선 채널 예측을 위한 모델을 제공하고 있지는 않다.	지금까지의 시간적 채널 예측과 환경 적응에서의 예측 모델들의 단점을 보완할 수 있는 새로운 파운데이션이 나와야 한다.	과거의 시간적 채널 예측과 환경 적응에서의 예측 모델들의 단점을 보완하는 파운데이션으로 LWM 기반 거대 무선 채널 모델이 나올 수 있게 기여를 한다.
2	Transfer Learning and Meta Learning-Based Fast Downlink Beamforming Adaptaion	기존 모델이 학습된 환경과 실제 적용 환경이 크게 다르면 성능이 저하될 수 있다. 또한 파라미터 튜닝 과정이 필요할 수 있으며, 제대로 최적화되지 않으면 오히려 성능이 좋지 않을 수 있다.	사전 학습된 모델을 효율적으로 활용함으로써 학습 시간을 단축할 수 있다는 장점이 있다. 다만, 한계점인 학습 환경 변화에 따른 최적화 문제가 해결된다면, 채널 예측 분야에서도 보다 효과적인 성능을 기대할 수 있을 것이다.	변화하는 학습 환경으로 인해 발생하는 최적화 문제를 해결하기 위한 파운데이션으로 LWM이 나오도록 하는 기반을 마련하였으며, 자기 어텐션 기법을 활용하여 이러한 최적화 문제를 해결할 수 있도록 토대를 구축하였다.
3	Massive MIMO channel prediction via meta-learning and deep denoising: Is a small dataset enough	새로운 테스트를 학습하는 과정에서, 이미 학습된 기존 테스트에 대한 지식이 급격히 손실될 수 있다. 또한 메타러닝의 다중 학습 루프 특성상, 하이퍼파라미터(학습률, 메타학습률 등)를 조정하기가 까다롭고, 적절한 튜닝이 이루어지지 않으면 학습 성능과 일반화 성능이 저하될 수 있다.	기존 테스트에 대한 지식의 급격한 손실 위험과 다중 학습 루프 구조로 인한 하이퍼파라미터(학습률, 메타학습률 등) 튜닝이 까다로운 단점을 보완하는 학습 환경 변화에 맞춘 최적화 전략을 마련하고, 효율적인 하이퍼파라미터 조정 방법을 연구할 필요가 있다.	Massive MIMO 연구는 대규모 안테나 배열을 활용하여 복잡한 무선 채널 환경을 깊이 이해할 수 있는 기반을 마련하였다. 이 과정에서 제시된 효율적인 채널 추정 및 예측 기법은 본 연구에 큰 시사점을 주었으며, 복잡한 무선 환경에서도 경량 모델을 활용해 높은 학습 효율을 달성할 수 있도록 도움을 주었다.

종합설계 1