

거대 무선 채널 모델 기반 미래 채널 예측 및 통신 환경 분류 연구

| | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| 지도 교수님 | | 양희철 교수님 | |
| 컴퓨터 융합학부 | | 이호윤 (팀장) | 202002541 |
| 인공지능학과 | | 김가현 | 202202469 |

CONTENTS

01 연구 개발의 필요성

02 연구 개발의 목표 및 내용

03 이해당사자 인터뷰 / 설문 인사이드

04 기대 효과 및 향후 확장 가능성

05 연구 개발의 추진전략 및 방법

06 AI 도구 활용 정보 / 참고문헌

기차에서 인터넷 연결이 자주 끊기는 현상

- 설문조사 결과에 따르면, 응답자 59명 중 73%가 KTX 또는 일반 열차에서 인터넷 연결 끊김을 경험했다고 응답
- 인터넷 끊김 현상이 발생하는 이유는?
현재 기술적으로 기지국에서 오는 전파를 기차에 중계하는 것이 아닌, 무작위로 전파를 수신하고 있기 때문에 기차에 안정적인 연결이 어려움
- 딥러닝 기반 모델을 활용하여 기차가 움직이는 것에 따라 채널 예측을 시도해보았지만 다양한 문제들로 인해 이동 환경에서의 안정적인 채널 예측이 이루어지지 않음

연구 개발의 목표 및 내용

거대 무선 채널(LARGE WIRELESS MODEL) 모델 활용,
이동 환경에서 시간에 따른 무선 채널 상태 변화 예측

- 시간에 따른 전파 경로, 반사, 손실 등의 급격히 변하는 특성이 무선 통신 품질에 영향을 미침
- DeepMIMO의 Dynamic Scenario 데이터셋 활용, 시간 순서에 따른 채널 상태 예측 모델 구현
- 모델 성능 평가 : 예측값과 실제값 사이의 MSE Loss를 기준으로 수행
기존 시계열 기반 모델과의 성능 비교로 LWM 기반 예측 모델의 효용성 검증
- LWM 모델을 활용하여 시간 도메인 기반의 무선 채널 예측 정확도를 향상시키고, 이동 상황에서의 통신 시스템 등에 활용

03

설문 조사 인사이드

조사 기간 및 인원

25 / 03 / 26 ~ 25 / 03 / 28

총 59명의 응답

조사 목표

인터넷 연결 끊김 현상 경험에 대해 기차 사용
경험이 있는 분들의 의견을 받아보기 위해

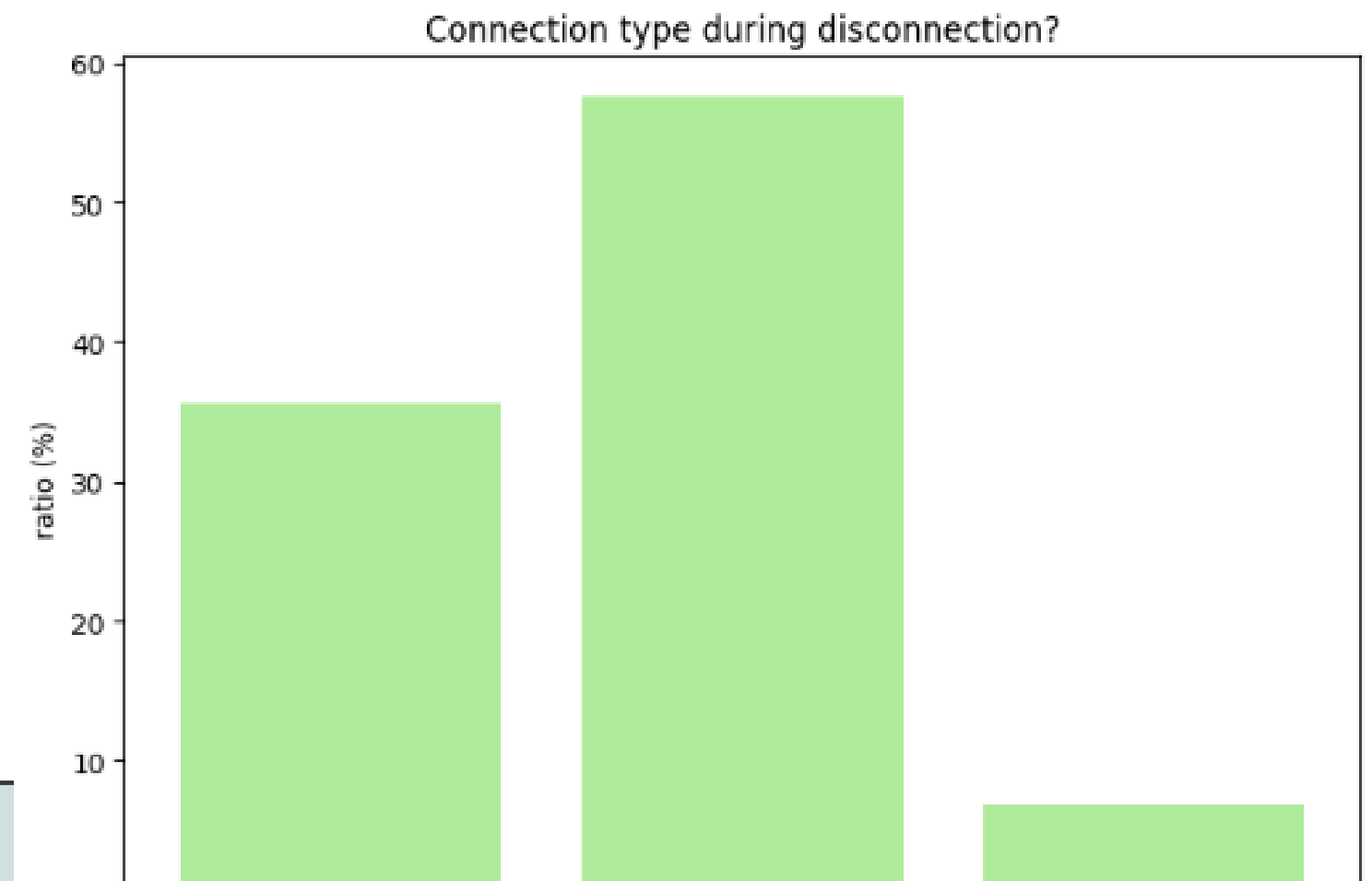
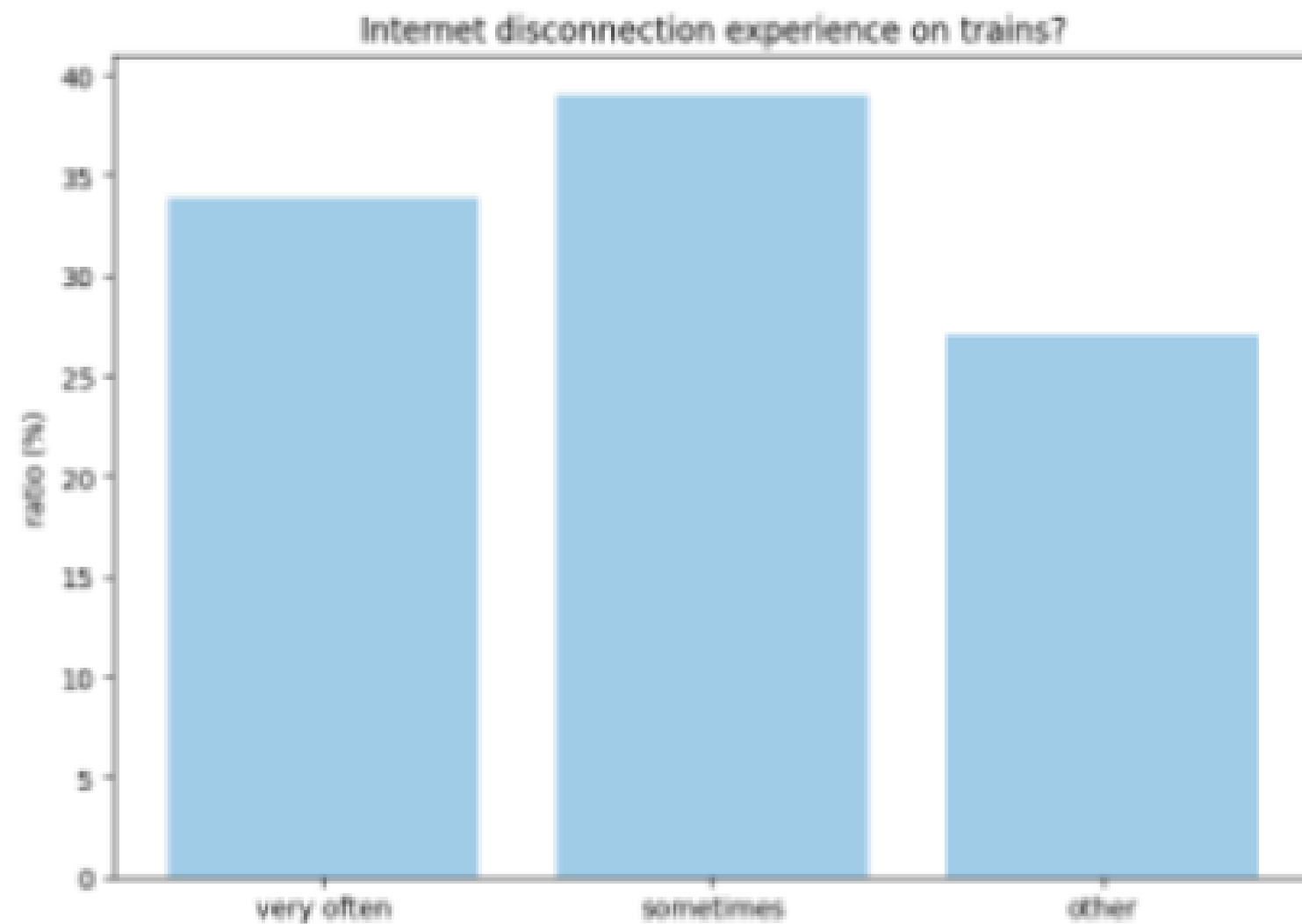
응답 수집 방식

구글 폼을 통해 학교 커뮤니티 혹은 지인 연락
을 통해 응답 받음

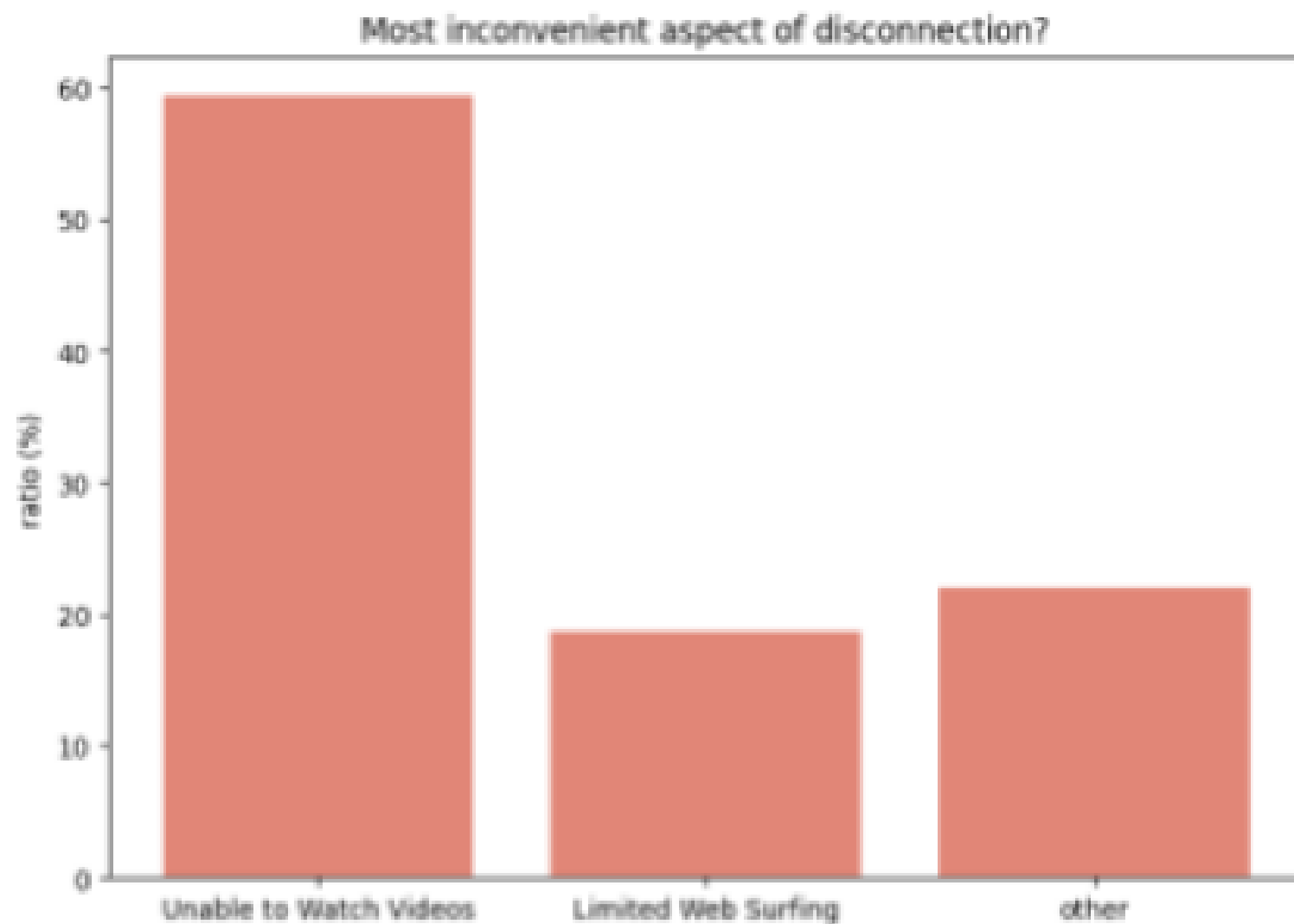
| 항목 | 정보 |
|----------|--------------------|
| 성별 | 확인 불가 |
| 나이 | 20대 |
| 직업 | (대)학생이 대부분 |
| 이해당사자 유형 | 기차를 이용해 본 적 있는 일반인 |

KTX 또는 일반 기차를 이용할 때 인터넷(와이파이 또는 모바일 데이터) 연결이 끊긴 경험이 있습니까?

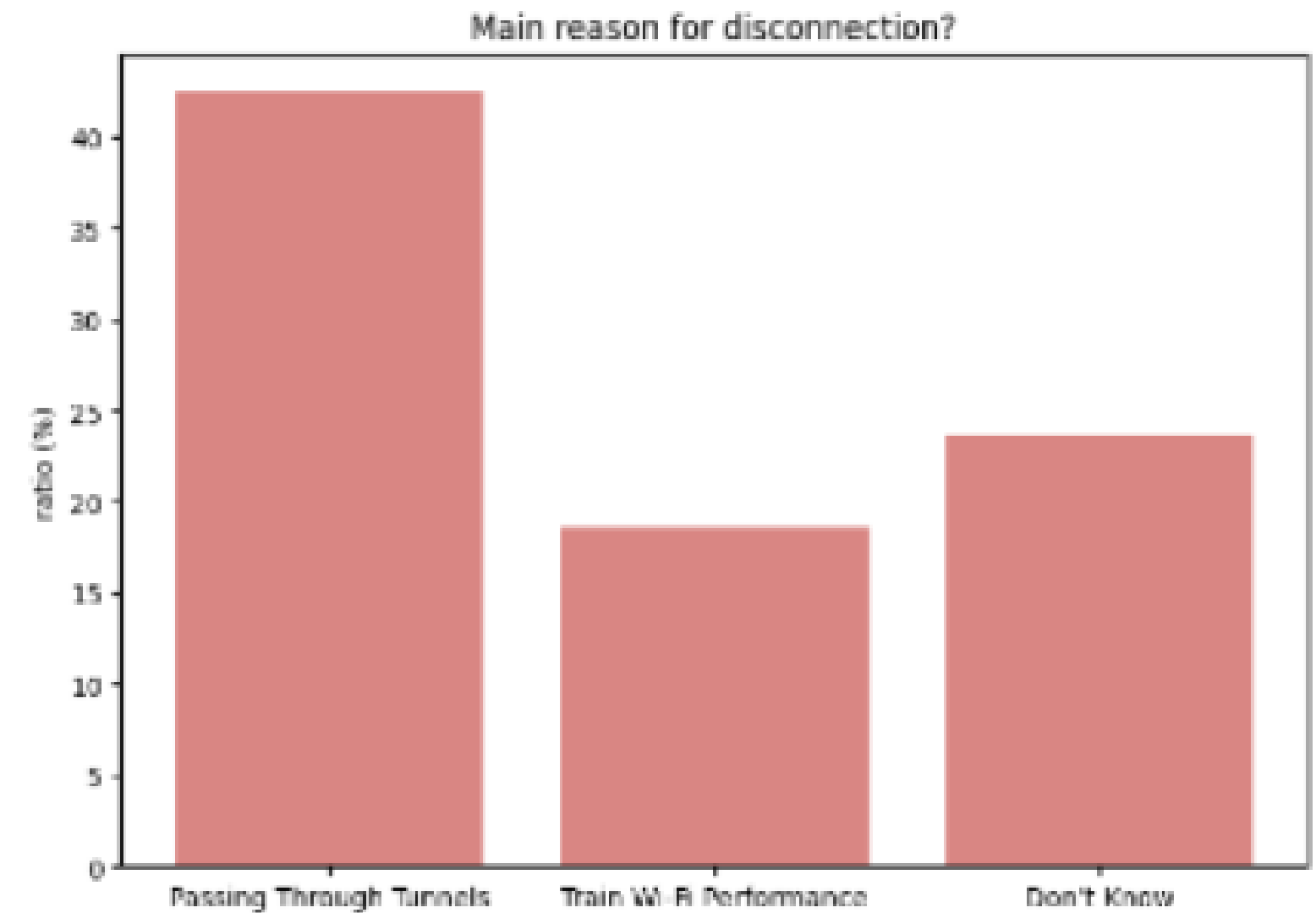
기차에서 인터넷이 끊길 때 주로 어떤 유형의 연결을 사용하고 있었습니까?



기차 이용 중 인터넷이 끊길 때 가장 불편했던 점은 무엇입니까?



기차에서 인터넷 연결이 끊기는 주된 원인은 무엇이라고 생각하십니까?



기대 효과

- 사용자 관점
 - 인터넷 연결 안정성 향상
 - 사용자 경험 개선
- 사회 관점
 - 디지털 접근성 향상
 - 데이터 기반 정책 수립 가능
- 산업 관점
 - 이동통신 사업자의 네트워크 최적화 지원
 - 5G, 6G 기반 스마트 모빌리티 시스템 발전

추후 프로젝트 확장 가능성 및 후속 연구 아이디어

- 다양한 이동 환경에서의 채널 예측 연구
- 강화학습 기반 동적 채널 최적화
- 핸드오버 문제 연계 가능성

연구 개발의 추진전략 및 방법

| 주차 | 핵심내용 |
|------|---|
| 1주차 | 연구 개요서 작성 및 팀 구성 |
| 2주차 | 문제점 개요서 작성 및 LWM 관련 논문 찾기 |
| 3주차 | 브레인 스토밍 작성 및 LWM 관련 논문 읽고 정리하기 |
| 4주차 | 문제정의서 작성 및 DeepMIMO에서의 데이터셋 확인 및 설계 |
| 5주차 | DeepMIMO 데이터셋 전처리 및 주요 채널 정보(CLR, DOA, PL)등 분석 |
| 6주차 | LWM 기반 입력 템플릿 구성 및 예측 목적 변수 설정 |
| 7주차 | LWM 모델 학습 시작 / Pre-trained model 활용 또는 Fine-tuning 실험 |
| 8주차 | 예측 결과 및 성능 평가/ 문제점 피드백 수렴 |
| 9주차 | 다양한 조건 실험 시나리오 설정 및 일반화 실험 |
| 10주차 | 다양한 딥러닝 기법 적용 및 기존 결과와 성능 비교 |
| 11주차 | 최종 모델 구조 확정 및 성능 개선 작업 |
| 12주차 | 결과 정리 및 시각화 |
| 13주차 | 최종 발표 자료 제작 및 연구결과 기반 요약 |
| 14주차 | 최종 발표 리허설 및 데모 준비 |
| 15주차 | 최종 보고서 제출 및 발표 / 회고 정리 및 공유 |

단계별 전략

- 조사 : LWM, DeepMIMO, Transformer 기반 채널 예측 관련 논문 분석
- 설계 : DeepMIMO 시나리오 기반 입력 데이터 구성 및 예측 대상 정의
- 모델 개발 : LWM 기반 사전학습 모델 또는 자체 lightweight 모델 설계
- 테스트 : 다양한 환경에 따른 일반화 실험 수행 및 MSE 기준 성능 비교

팀 협업 방식

- 역할 분담
 - 데이터 분석 및 시각화 담당 : 공동
 - 모델 설계 및 학습 담당 : 이호윤
 - 실험 환경 설계 및 결과 보고 담당 : 김가현
- 매주 1회 이상의 지도교수님과 회의를 통한 결과 공유 및 병렬 작업 진행

정량적 · 정성적 목표

한국정보과학회 논문 제출

사용 도구 GPT-4o, Microsoft 365 Copilot

사용 목적 추진일정 작성, 설문조사 정보 표로 만들기

프롬프트

- 주차별 일정 계획표 작성해줘
- 위의 내용(설문조사 세부 내용)을 표로 정리

반영 위치

1. 연구 개발의 추진전략 및 방법 (p9)
2. 설문 조사 정보 표

수작업

주차별 일정 계획표 LMM에 맞게 수정

수정

X

설문 조사에 대한 정보를 성별, 나이, 직업, 이해당사자 유형 등 조사 방식을 표로 간단히 정리해보려고 합니다. 성별은 확인할 수 없으며, 나이는 20대입니다. 직업은 (대)학생이 대부분이며 이해 당사자 유형은 기차를 이용해 본 적 있는 일반인입니다. 이에 대한 걸 표로 간단히 정리해보려고 합니다.



Copilot

여기 설문 조사 정보를 간단히 표로 정리해 보았습니다:

| 항목 | 정보 |
|----------|--------------------|
| 성별 | 확인 불가 |
| 나이 | 20대 |
| 직업 | (대)학생이 대부분 |
| 이해당사자 유형 | 기차를 이용해 본 적 있는 일반인 |

이렇게 정리하면 도움이 될까요? 추가로 필요한 정보가 있으면 말씀해 주세요!

- [1] S. Alikhani, G. Charan, and A. Alkhateeb, “Large Wireless Model (LWM): A Foundation Model for Wireless Channels,” Arizona State University, 2023.
- [2] H. Kim, J. Choi, and D. J. Love, “Machine Learning for Future Wireless Communications: Channel Prediction Perspectives,” **IEEE Communications Magazine**, vol. 59, no. 1, pp. 57–63, Jan. 2021.
- [3] Y. Yuan, G. Zheng, K.-K. Wong, B. Ottersten, and Z.-Q. Luo, “Transfer Learning and Meta Learning-Based Fast Downlink Beamforming Adaptation,” **IEEE Transactions on Wireless Communications**, vol. 22, no. 3, pp. 1453–1467, Mar. 2023.
- [4] H. Jiang, M. Cui, D. W. K. Ng, and L. Dai, “Accurate Channel Prediction Based on Transformer: Making Mobility Negligible,” **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, vol. 40, no. 9, pp. 2717–2731, Sep. 2022.

감사합니다