

저궤도 위성통신 기반 SNR 커버리지 맵 시뮬레이션 연구

A Study on SNR Coverage Map Simulation for LEO Satellite Communications

Daeun Lee, Hyeonseon Min, Seokkeun YI*, Taehoon Kim[§], Inkyu Bang

Hanbat National University

Department of Intelligence Media Engineering, *EverySim, [§]Department of Computer Engineering,

1. Motivation & Contribution

- 통신 음영 지역 및 재난 상황에서 지상 통신망의 한계 발생
→ 저궤도 위성의 낮은 지연 시간과 넓은 커버리지 특성을 활용한 실시간 SNR 분석 필요
- 본 연구는 대한민국의 지리 데이터를 활용하여 SNR 커버리지 맵을 시각화하고 분석하는 시뮬레이션 방법을 제안
- 군집 모델, 궤도 평면의 수, 평면당 위성 수, 등 여러가지 파라미터를 조정하여 SNR 커버리지 맵 최적화에 적합한 조건 제시

2. Design for Experiment

▶ System Model

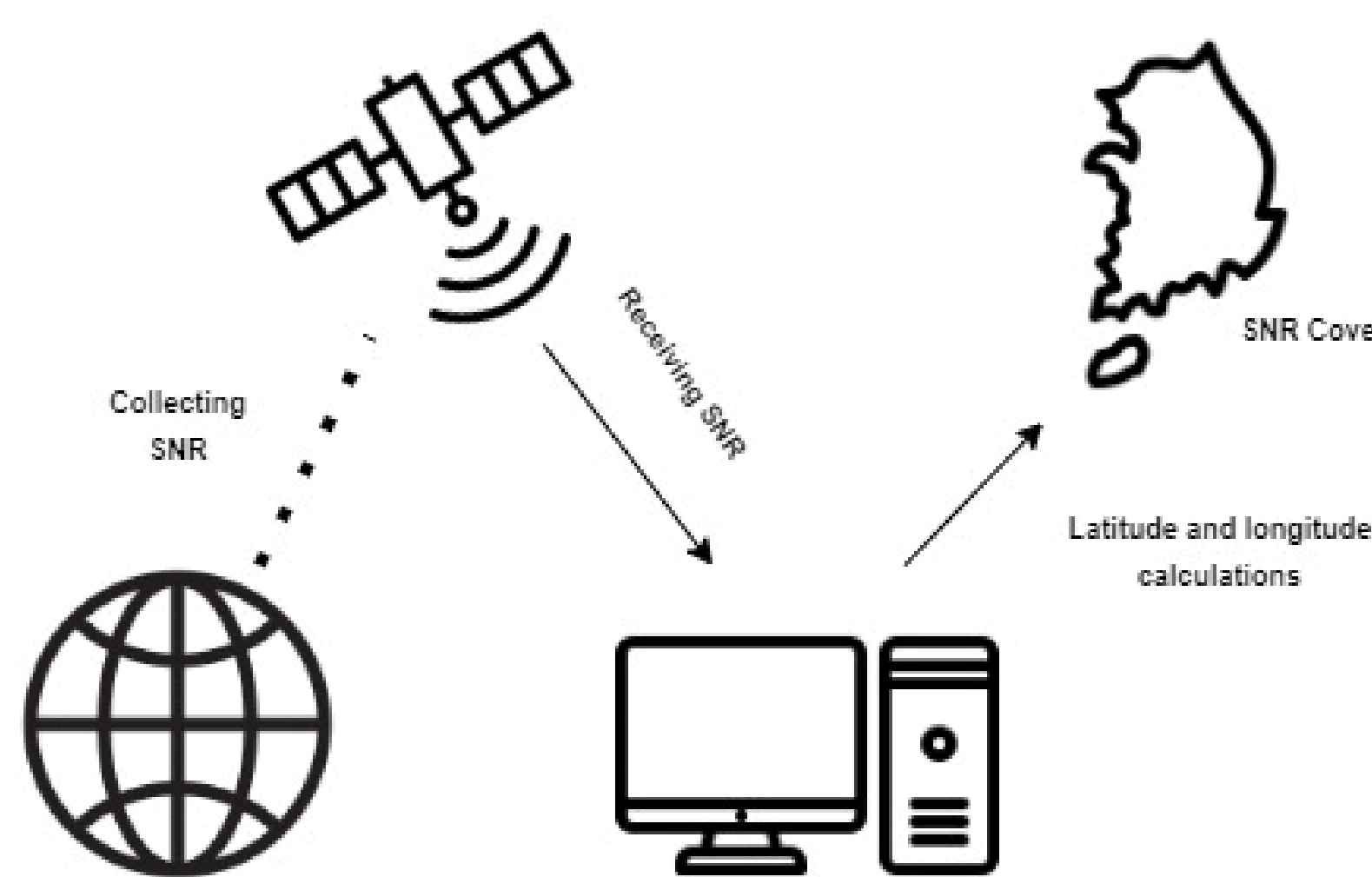


그림 1. 시스템 구성

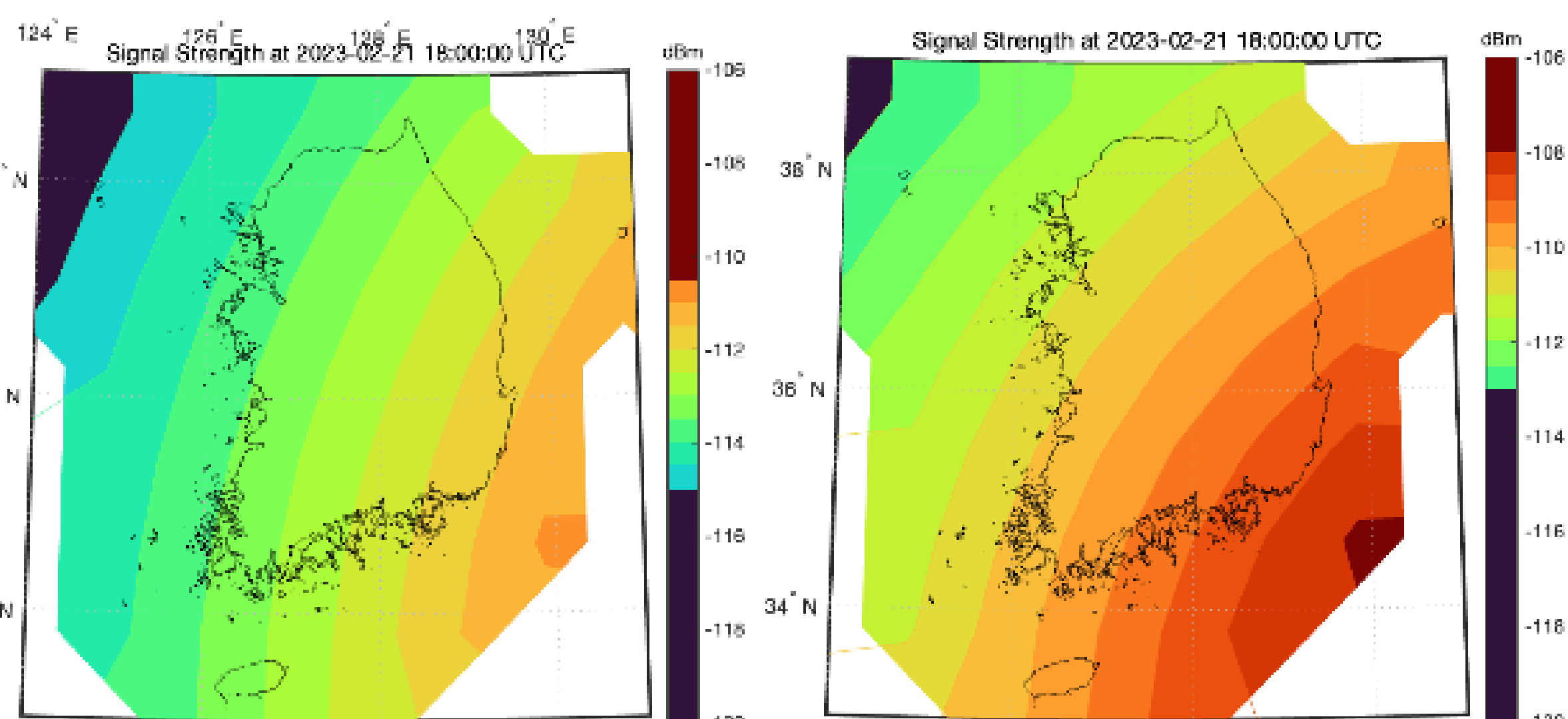
- 시간 및 위성의 위치 정보를 바탕으로 각 지역의 수신 **SNR 값을 계산**
- 수신 장치에서 GADM(Global Administrative Areas)에서 제공하는 대한민국의 지리 좌표 데이터를 기반으로 위도와 경도를 계산하여 각 좌표에 해당하는 **SNR 값 매칭**
- MATLAB 환경에서 데이터 처리 속도를 높이기 위해 샘플링 후 **데이터 분석 수행**

▶ Scenario

- 실험① 에서 저궤도 위성 군집 모델 선정 (Walker Star 모델, Walker Delta 모델)
- 선정된 군집모델을 통해 실험② 에서 **위성 배치별 SNR 비교**
- 앞서 실험한 결과를 통해 **적합한 군집 모델과 위성 배치 설정**
- 설정한 조건들로 특정 위치의 **SNR 커버리지맵 추출**
- 특정 위치의 SNR(dBm)값 확인

3. Results

실험 ① Walker Star 모델과 Walker Delta 모델 비교



Walker Star

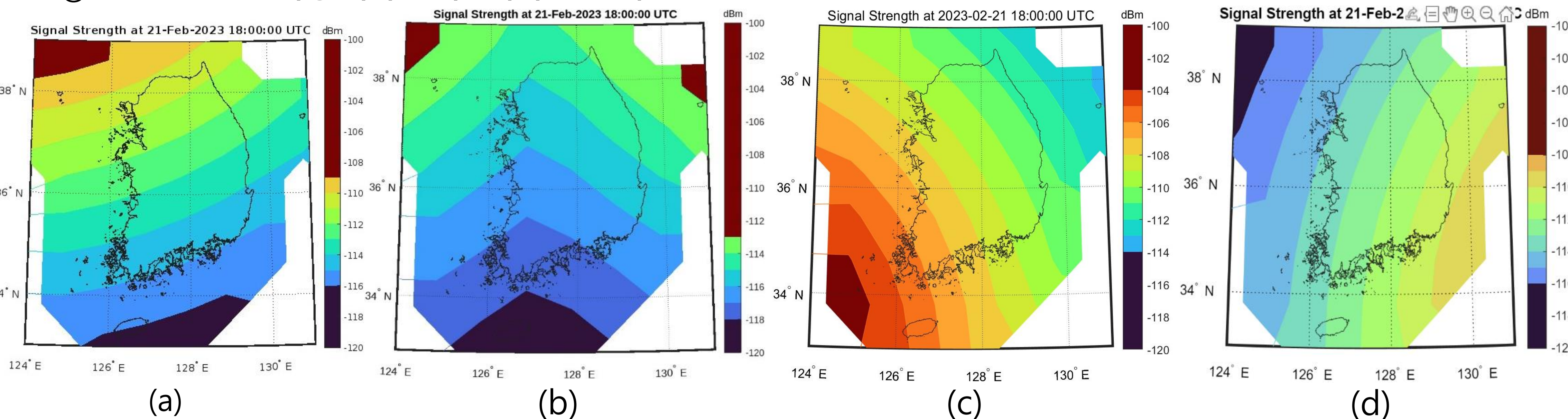
Walker Delta

Model	SNR (dBm)
Walker Star	-112.76
Walker Delta	-114.38

실험 ①

- Walker Star 모델의 경우 Walker Delta 모델보다 대전지역에서 더 높은 SNR 값을 관측할 수 있는 것을 확인
- Walker Star 모델을 사용할 경우 한반도에서는 더 높은 수신 SNR을 관측할 수 있을 것으로 예상

실험 ② Walker Star 위성 배치별 대전지역 SNR 비교



(a)

(b)

(c)

(d)

	SNR (dBm)
(a)	-112.83 (대전)
(b)	-108.83 (대전)
(c)	-108.38 (대전)
(d)	-112.73 (대전)

실험 ② SNR 커버리지 맵의 경우 위성의 분포가 균일할수록 신호의 강도는 균일성이 향상됨

→ 위성의 분포가 균일한 (a)와 (d)의 경우가 SNR 커버리지 맵 신호의 강도가 더 균일

➡ Walker Star 모델을 사용하고, 위성의 수가 많으며, 배치가 균일할수록 신호 강도가 균일한 SNR 커버리지 맵 생성

4. Conclusion

- 실험을 통해 Walker Star 모델을 사용하는 경우 저궤도 위성통신에서 효과적인 신호 강도 확보에 유리
- 위성의 수가 많고 균일하게 배치될수록 대한민국 지역의 SNR 커버리지 맵에서 신호 강도가 고르게 분포
- 특정 GPS 좌표의 SNR 커버리지 맵을 분석 하여 6G 통신 시스템 구축 및 재난 통신 환경에서 유용하게 사용될 것으로 기대됨

▶ Reference

[1] Y. Su et al., "Broadband LEO Satellite Communications: Architectures and Key Technologies," IEEE Wireless Communications, Vol. 26, No. 2, April 2019.

[2] MATLAB. Version 2024a, "Coverage Maps for Satellite Constellation" link: <https://kr.mathworks.com/help/satcom/ug/coverage-maps-for-satellite-constellation.html>

▶ Acknowledgement

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2022R1F1A1076126)과

2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신 기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과(2022-0-01068) 및 대학ICT 연구센터사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2024-RS-2024-00437886)