

# 6G 시뮬레이터 기반 6G 망설계에 관한 연구

오지혜, 이현수, 이재현, 조규성, \*나민수, 류탁기  
SK 텔레콤 Infra 기술

adora.jh@sk.com, \*minsoo.na@sk.com

## A Study on the 6G Network Design based on 6G Simulator

Jihye Oh, Hyeonsoo Lee, JaeHyun Lee, Gyuseong Cho, Minsoo Na, Takki Yu  
SK Telecom Infra Tech.

### 요약

본 논문은 미래 6G 최적 망 구조 관련 연구의 일환으로, WRC-23 에서 채택된 6G 후보 주파수 대역(▲4.4~4.8 GHz ▲7.125~8.4 GHz ▲14.8~15.35 GHz)과 5G 상용 주파수를 포함한 환경에서 AI 등 6G 후보 기술 적용에 따른 6G 성능 결과를 분석하기 위한 6G 시뮬레이터 설계 방법론을 제시하고 실시간·시각화 시뮬레이션 대표 결과를 소개한다.

6G 는 기존 통신 세대의 전형적인 진화 방식인 'Generation Change'와 달리, 기존 망과 융화된 'Generation Mix' 형태가 될 것으로 기대된다. 이에 해당 연구는 도심 혼잡지역(Dense Urban)·도심(Urban)·시외(Rural) 등 실생활과 밀접한 환경 내의 5G 상용·6G 후보 주파수 대역에서, AI 기반 기지국 성능 향상 기술과 6G 시대 활용 기술로 예상되는 상공망(Aerial Network), 위성 통신, 신규 RF 기술인 RIS(Reconfigurable Intelligent Surface) 등을 적용했을 때의 최적의 네트워크 망 구조를 파악했다. 해당 연구를 기반으로 SK 텔레콤은 6G 성능 예측 연구 및 표준화 활동을 지속할 예정이다.

### I. 서론

이동통신 기술은 이미 Shannon 한계에 근접해 있어, 과거 이전 세대 기술과 단절적으로 진화해 큰 비용이 소요되던 'Generation Change' 방식의 세대 진화 필요성이 사라져 가고 있다. 반면 6G 시대에는 위성 등을 활용한 Non-terrestrial 네트워크와의 연계성이 높아지고, 사용 시나리오에 따라서는 초고주파 대역의 활용이 필요한 경우도 예상됨에 따라 이전 세대 망과의 연계성을 최대한 활용하는 'Generation Mix' 세대 진화 방식이 요구될 것으로 전망한다[1]. 이는 4G·5G 기반에서 6G 로의 용이한 Migration 을 고려하는 동시에, 6G 시대에 새롭게 도입되는 기술과 서비스 지원을 위한 연구가 선행되어야 함을 의미한다[2]. 이를 위해 5G 상용·6G 후보 주파수 대역 및 UAM(Urban Air Mobility), 위성 통신, AI, RIS 등의 6G 후보 서비스·기술 등 다양한 고려를 통해 통신 세대 간 효율적인 공존을 위한 성능 예측·분석이 필요하다[3].

본 논문에서는 SK 텔레콤이 Generation Mix 를 고려한 Deployment 시나리오별 최적의 망설계를 위해 진행한 6G 시뮬레이터의 설계 내용 및 실시간·시각화 시뮬레이터 결과를 소개한다.

### II. 본론

SK 텔레콤이 개발한 6G 시뮬레이터는 6G 성능 분석에 필수적인 시뮬레이터 설계, 이를 토대로 한 엔진 구현 및 실시간·시각화 시뮬레이터로 구성되어 있다.

가. 6G 시뮬레이터 설계

6G 시뮬레이터 설계는 실효성 있는 성능 분석을 위해 크게 3 가지 측면을 고려하였다.

첫번째는 주파수, 두번째는 Deployment 시나리오, 마지막으로 6G 시대 활성화될 Advanced 기술이 이에 해당한다. 먼저 주파수 측면에서, 6G 주파수 대역은 27 년말 최종 결정을 목표로 글로벌 표준 단체인 ITU-R 에서 논의 중이다[4]. SK 텔레콤은 시뮬레이터에서 다양한 6G 후보 주파수 대역군을 고려하는 동시에, Generation Mix 를 고려해 5G 상용 주파수를 포함했다. 성능 분석에 영향을 주는 대역폭, MIMO 레이어 등의 요소 역시 현재의 수준을 기반으로 기술 진화 방향성을 고려해 성능을 도출할 수 있도록 설계했다[표 1][5].

Deployment 시나리오의 경우, 3GPP 표준에서 고려중인 혼잡도심, 도심, 시외 지역을 기반으로 Cell Site 수를 가변시켜 현실 환경을 반영한 망설계를 진행할 수 있도록 설계했다[표 2][6]. Air to Ground, 위성 통신을 포함한 상공망 환경 요소도 포함되었으며[7][8], 특히 전국 단위의 커버리지가 기 구축된 5G 망과의 Generation Mix 를 고려해, 6G 서비스 수요가 존재하는 특정 장소·서비스를 위한 선별적 망설계가 가능하다.

마지막으로, 6G 시대에 본격 활용이 예상되는 Advanced 기술 측면에서는 AI 기반 송수신 기술(AI based Transmitter·Receiver) 및 RIS 를 고려했고, 향후 새롭게 등장할 후보 기술들을 적용할 수 있도록 확장성 있는 설계를 진행했다[9]-[11].

표 1. 시스템 Configuration

세대	주파수 [GHz]	대역폭 [Hz]	MIMO 레이어
5G	3.5	100M	4
	28	800M	2
6G	4.4	100M	8,16
	7	100M	8,16
	10	100M	8,14
	140	100M	1,2

표 2. Deployment 시나리오

Deployment 시나리오	크기(km x km)	ISD (m)	# of Site
혼잡도심	1.8 x 1.2	200	7~11
도심	1.8 x 1.2	500	3~5
시외	1.35 x 0.75	1730	3

나. 6G 시뮬레이터 엔진

엔진은 위에서 정의한 6G 시뮬레이터 설계를 기반으로 MATLAB 을 활용하여 구현했다[12].

다. 실시간·시각화 시뮬레이터

실시간·시각화 시뮬레이터는 설계 시 고려한 변수들을 실시간으로 입력 받아, 6G 성능 분석 결과를 직관적으로 확인할 수 있도록 구현했다. 즉, 사용자가 Deployment 시나리오를 선정하고, 성능 분석이 필요한 주파수 대역, 대역폭 등을 선택·입력하면, 해당 조건에서의 업링크·다운링크 Throughput, RSRP(Reference Signal Received Power) 등의 성능을 확인할 수 있다. 또한, Cell Site 개수 및 AI 기반 송수신 기술, RIS 등 Advanced 기술을 선택하여, 이에 따른 최적의 망설계를 위한 결과 도출을 실시간으로 확보할 수 있는 기반을 마련했다. 향후 MRSS(Multi RAT Spectrum Sharing), Dual Connectivity 등 여러 기술을 적용할 수 있는 조건도 반영하였다[13].

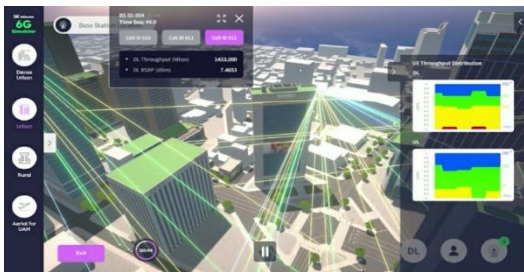


그림 1. 도심환경에서의 6G 성능 분석 (@4.4.GHz)

그림 1 은 Urban 시나리오에서 6G 후보 주파수인 4,4GHz 대역에서의 Throughput 분석 결과를 보여준다. 대다수의 UE(User Equipment)가 4K UHD 영상을 스트리밍으로 이용할 수 있는 20Mbps 이상의 속도를 확보하고 있음을 직관적으로 확인할 수 있다.

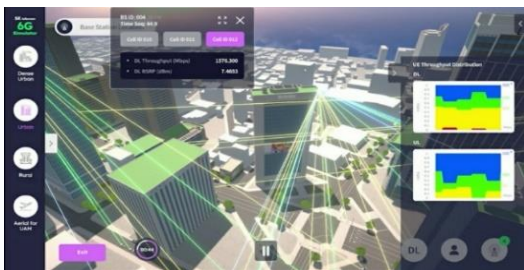


그림 2. AI기반 무선 송수신 기술 적용

그림 2 는 AI 기반 송수신 기술을 적용한 결과를 나타낸다. 이 외에도 RIS, MRSS 등 6G 시대 활용될 기술에 대한 적용 결과를 확인할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 SK 텔레콤이 6G 시뮬레이터의 설계 방법론· 상세 내용 및 대표 시각화 사례를 소개하였다. 6G 시뮬레이터를 통해 5G-6G 주파수 대역, Deployment

시나리오, Advanced 기술 등을 기반으로 6G 성능을 확인할 수 있고, 이는 6G 를 준비하기 위한 필수 단계에 해당한다. 본 연구를 기반으로 올해부터 본격화될 ITU-R 의 IMT-2030 기술 성능 요구사항 정의 및 여러 글로벌 6G 표준화 연구를 진행할 예정이다. 또한, 6G Generation Mix 지원을 위한 핵심 기술인 SA(Stand-alone), NSA(Non Stand-alone) 등 아키텍처 옵션과 MRSS 과 같은 다양한 6G 후보 기술에 대한 성능 예측 연구들 역시 병행할 예정이다[14][15].

참고 문헌

- [1] SK 텔레콤 6G 백서, (<https://bit.ly/3RmZOMk>).
- [2] RP-240057, "SK Telecom's View on 6G", RAN #103 Maastricht, NL, 3GPP.
- [3] 디지털타임스, "AI 네이티브로 진화하는 네트워크... 다음 혁신 빅뱅은 6G-AI 융합," Apr. 2024, ([https://www.dt.co.kr/contents.html?article\\_no=2024041702101831029001](https://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2024041702101831029001)).
- [4] Recommendation ITU-R M.2160-0, "Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond," Nov. 2023.
- [5] M. Khani, M. Alizadeh, J. Hoydis and P. Fleming, "Adaptive Neural Signal Detection for Massive MIMO," in IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 19, no. 8, pp. 5635-5648, Aug. 2020, doi: 10.1109/TWC.2020.2996144.
- [6] 3GPP TR 38.901. "Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz".
- [7] 3GPP TR 38.811. "Study on New Radio (NR) to support non-terrestrial networks".
- [8] 3GPP TR 36.777, "Enhanced LTE support for aerial vehicles."
- [9] Nokia, "AI/ML-Native Air Interface PoC", Nov. 2023.
- [10] SK 텔레콤, "SKT, 글로벌 협력 통해 AI 기반 기지국 무선 송수신 기술 개발," Feb. 2024, (<https://news.sktelecom.com/201768>).
- [11] Z. Zhang et al., "Active RIS vs. Passive RIS: Which Will Prevail in 6G?," in IEEE Transactions on Communications, vol. 71, no. 3, pp. 1707-1725, March 2023, doi: 10.1109/TCOMM.2022.3231893.
- [12] SK 텔레콤, "SKT, 6G 실측 및 시뮬레이션으로 주파수·망 구조 연구," Jan. 2024, (<https://news.sktelecom.com/201186>).
- [13] Nokia Bell Labs, "AI opportunities in 6G layer two", White paper, Apr. 2024.
- [14] SK 텔레콤, "SK Telecom Announces AI Pyramid Strategy to Become a Global AI Company," Sep. 2023, ([https://www.sktelecom.com/en/press/press\\_detail.do?idx=1582](https://www.sktelecom.com/en/press/press_detail.do?idx=1582)).
- [15] Wireless Watch, "SK Telecom shows off 6G headway at MWC," Mar. 2024, (<https://rethinkresearch.biz/articles/sk-telecom-shows-off-6g-headway-at-mwc/>).