

이동기지국 채널 모델링 적용을 통한 커버리지 측정에 관한 연구

김기태*, 송형준, 경광모, 이현송
케이티

*kitae1.kim@kt.com

A Study on Coverage Measurement through using Channel Modeling in the Mobile Basestation

Ki-Tae Kim*, Hyungjoon Song, Gwang-Mo Kyung, Hyungsong Lee
KT

요 약

본 논문에서는 5G 특화망 대역의 최대 서비스 커버리지 실측을 위한 채널모델링 적용 및 측정 방법에 대한 구체적인 방안을 제안한다. 5G 특화망은 4.7GHz와 28GHz 두 개 대역에서 서비스를 제공하기 때문에, 이동기지국은 상기 두 가지 대역에 대한 각각의 Attenuator, RU 등의 장비 설정 및 경로손실 기반의 채널 모델링 조합을 통해 최대 서비스 커버리지 측정 방법을 제공한다.

I. 서 론

본 논문에서는 5G 특화망의 서비스 커버리지 도출을 위해서 Line of Sight(LoS) 기반의 개활지 환경을 가정한다. 이를 위해 자유공간 경로손실 모델을 적용하며, RSRP (Reference Signals Received Power) 값을 토대로 서비스 커버리지를 만족하는 단말의 전송률을 도출한다. 이를 통해 실제로 해당 위치의 단말에게 5G 특화망 서비스를 제공할 수 있는 이동기지국의 최대 커버리지를 도출할 수 있다.

II. 본론

5G 특화망은 4.7GHz와 28GHz 대역에 대해서 표 1 과 같은 대역폭으로 서비스를 제공한다[1].

표 1. 5G 특화망 서비스 대역

주파수 범위	대역폭	주관
4.72~4.82GHz	100MHz	과기정통부
28.9~29.5GHz	600MHz	과기정통부

이동기지국에 구축된 5G 특화망의 최대 서비스 커버리지 도출을 위해서는 아래와 같은 순서로 모델링 적용 및 실제 측정 시나리오를 구축한다.

Step-1: RSRP 기준의 요구 전송률 지표 확인

- 4.7GHz/28GHz 대역 모두 5Mbps 이상의 하향링크 전송률 만족 기준 설정(통신 가능한 최소 전송률 기준)

Step-2: 최대 서비스 커버리지에 따른 채널 모델링 적용 및 요구 RSRP 도출

- 4.7GHz/28GHz 대역 별 최대 서비스 커버리지 확인: 3.5km/0.5km
- 채널 모델링에 따른 목표 거리에 부합하는 요구 RSRP(dBm) 도출

Step-3: Attenuator 적용을 통한 시험 환경 구성

- 실제 RU(Radio Unit)를 통한 송신 신호 감쇄를 위한 Attenuator 적용 및 측정 환경 구성

Step-4: Target RSRP 기준으로 단말의 하향링크 전송률 측정

- : 4.7GHz/28GHz 대역 모두 5Mbps 의 하향링크 전송률 만족 확인

본 논문에서는 5G 특화망 기지국에서 직접 신호를 전송하고 단말에서 측정하는 방식으로 실험 환경을 구성한다. 4.7GHz 대역에서는 그림 1 과 같이 송신 신호 전력 감소를 위한 장비인 Attenuator 적용이 가능하지만, 28GHz 대역은 Attenuator 가 부재하여, 그림 2 와 같이 직접 경로 손실 지점을 만족하도록 실험 환경을 구성하였다.

5G 기지국

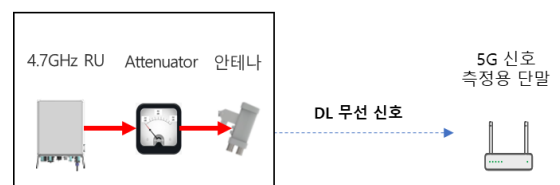


그림 1. 4.7GHz 대역 시험 환경 구성

5G 기지국

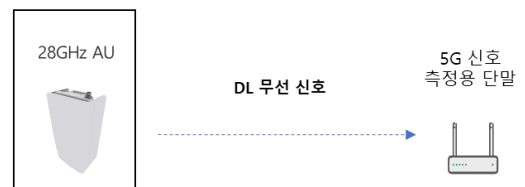


그림 2. 28GHz 대역 시험 환경 구성

5G 특화망의 최대 서비스 커버리지 측정을 위해서는 채널모델링을 통해서 최대 서비스 커버리지에 상응하는 RSRP 값을 도출해야 한다. 본 논문에서는 일반적인 LoS 환경을 가정하여 자유경로손실 모델을 적용하여, 4.7GHz/28GHz 대역 별 최대 서비스 커버리지 3.5km/0.5km 에 상응하는 RSRP 값을 도출한다.

$$\frac{P_r}{P_t} = D_t D_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (1)$$

- D_t is the directivity of the transmitting antenna
- D_r is the directivity of the receiving antenna
- λ is the signal wavelength
- d is the distance between the antennas

기지국 안테나의 구성에 따른 추가 영향을 고려하면 아래와 같다.

$$\text{Target RSRP(dBm)} = \text{SSS EIRP} - \text{Pathloss} \quad (2)$$

- SSS EIRP(dBm) = SSS EPRE + gNB Ant Gain - gNB Feeder Loss
- gNB Ant Gain(dBi): 기지국 안테나 이득
- gNB Feeder Loss(dB): 기지국 Feeder loss
- SSS EPRE(dBm): 동기 신호 EPRE(단위 유닛 당 에너지)

앞서 제시한 수식 (1)과 (2)에 따르는 4.8GHz 대역을 기준으로 계산하면 아래와 같은 Target RSRP 값을 도출할 수 있다.

- Path-loss (4.7GHz 대역, 3.5km) = 116.9dB
- gNB Ant Gain(dBi) = 1.8
- gNB Feeder Loss(dB) = 0.5
- SSS EPRE(dBm) = 15.3
- SSS EIRP(dBm) = SSS EPRE + gNB Ant Gain - gNB Feeder Loss = 16.6
- Target RSRP = SSS EIRP - Pathloss = 16.6 - 116.9 = -100.3dBm

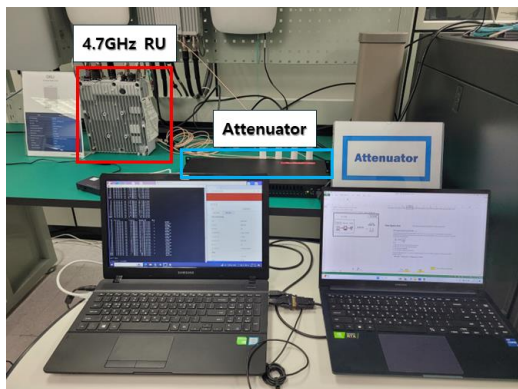


그림 3. 4.7GHz 대역 실제 서비스 커버리지 시험 환경 구성의 실시예

본 논문에서 제시하는 커버리지 측정 방식은 최대 서비스 커버리지 도출을 위한 개활지 환경 구성의 제약 문제를 현실적으로 해결할 수 있다. 여기에서 실제 측정 환경과의 차이점은 보정값을 적용하여 추가적으로 해결할 수 있다. 또한 단말에서는 감쇄된 기지국 출력 신호 값을 실제로 수신하여 데이터의 전송률을 측정함으로써 채널모델링과 시뮬레이션만으로 검증할 수 없는 필드 환경 요소를 효율적으로 반영할 수 있다. 실제로 그림 3 과 같이 모델링 기반으로 도출한 RSRP 값을 적용하여 단말에서 서비스 커버리지 측정을 수행하였다.

III. 결론

본 논문에서 연구한 채널모델링을 통한 서비스 커버리지 측정 방법은 다양한 환경 요소를 반영한 채널 모델 변경만으로도 충분한 요구 사항 검증이 가능하며, 다양한 5G 특화망 구축 및 검증에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 대한민국 정부(산업통상자원부 및 방위사업청)

재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의

연구비 지원으로 수행되었습니다. (과제번호 23-CM-TC-13)

참 고 문 헌

- [1] 5G 특화망 가이드라인(2021), 과학기술정보통신부, 한국방송통신전파진흥원,
<https://www.kca.kr/fileDownload.do?action=fileDown&mode=&boardid=NOTICE&seq=3485969&fileSn=1>.