

단말기 안테나 높이가 이기종 서비스간 간섭 분석에 미치는 영향 분석

손호경, 정영준

한국전자통신연구원

hgson@etri.re.kr, yjchong@etri.re.kr

Effect of Terminal Antenna Height on Interference Analysis between Heterogeneous Services

Son Ho Kyung, Chong Young Jun

Electronics and Telecommunications Research Institute.

요약

본 논문은 단말기 안테나 높이가 이기종 서비스간 간섭 분석 결과에 미치는 영향을 살펴보았다. 이를 위하여 단말기와 UHD 방송 수송기 간 간섭 분석 시나리오를 가정하고, 몬테카를로 기법을 적용하여 시뮬레이션 하였다. 단말기 안테나 높이를 고정시키는 경우와 균일한 분포로 발생시키는 경우에 대하여 간섭 분석을 수행하여 결과를 비교 분석하였다.

I. 서론

이기종 서비스간 간섭 분석 시 동일한 시스템에 대해서도 간섭 분석 파라미터와 시나리오에 따라서 서로 다른 다양한 결과를 얻을 수 있어, 주파수 공유를 위한 간섭 분석 시 사전에 간섭 분석 파라미터를 정의하기도 한다^[1]. 참고문헌^[1]에서 이동통신 단말기 안테나 높이는 1.5m로 정의되어 있고, 많은 공유 연구에서 단말기의 안테나 높이는 이 값으로 가정하여 시뮬레이션 하였다.

본 논문에서는 그림1과 같이 실제 단말기의 이용 환경을 반영하기 위하여 단말기의 안테나 높이 변화가 이기종 서비스간 간섭 분석 시 미치는 영향을 분석하였다.

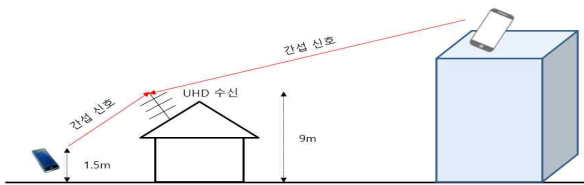


그림1. 단말기 이용 환경 예

II. 본론

단말기 안테나 높이 변화가 간섭 분석에 미치는 영향을 분석하기 위하여 그림2와 같은 시나리오를 가정하였다. UHD (Ultra-High-Definition) 방송 송신 사이트에서 신호를 송신하고, 방송 셀 커버리지 경계에 위치한 UHD 수송기가 원하는 방송 신호를 수신할 때, UHD 수송기 근처의 인접 대역 5G 이동통신 단말기가 송신하는 UHD 수송기에 간섭을 준다.

몬테카를로 기법에 의한 시뮬레이션을 수행하였고, 각 스냅 샷마다 UHD 수송기에서의 신호 대 간섭 잡음비는 다음의 식을 이용하여 산출할 수 있다.

$$SINR = P_s - 10\log_{10}(10^{P_{\text{대역내간섭}}/10} + 10^{P_{\text{대역외간섭}}/10} + 10^{P_N/10}) \quad (1)$$

여기서 P_s 는 원하는 방송 신호 수신 전력이며, $P_{\text{대역내간섭}}$ 는 단말기의 대역의 방사에 의해 UHD 수송기에 수신된 간섭 신호 전력이다. $P_{\text{대역외간섭}}$ 는 단말기의 대역내 방사가 UHD 수송기의 수신 특성에 의해 수신된 간섭 신호 전력이다. P_N 은 UHD 수송기의 잡음 전력을 나타낸다. $P_{\text{대역내간섭}}$ 과 $P_{\text{대역외간섭}}$ 은 다음 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$P_{\text{대역내간섭}} = P_{UE} - ACLR + G_{UE}(\theta, \phi) - PL(d) + G_{UHD}(\theta, \phi) \quad (2)$$

$$P_{\text{대역외간섭}} = P_{UE} + G_{UE}(\theta, \phi) - PL(d) + G_{UHD}(\theta, \phi) - ACS \quad (3)$$

P_{UE} 는 각 스냅샷마다 전력제어를 수행한 후 결정된 송신 전력이고, $G_{UE}(\theta, \phi)$ 는 UHD 수송기 방향으로의 단말기 안테나 이득이다. $PL(d)$ 는 단말기와 UHD 수송기간 경로에 대한 손실을 나타내고, $G_{UHD}(\theta, \phi)$ 는 단말기 방향으로의 UHD 수송기 수신 안테나 이득이다. ACLR은 인접 채널 누설 전력비를 나타내고, ACS는 인접 채널 선택도를 의미한다. 각 스냅 샷마다 산출된 SINR 값을 UHD 수송기의 기준 SINR 값과 비교하여 간섭 확률을 구할 수 있다. 표1에 주어진 파라미터를 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

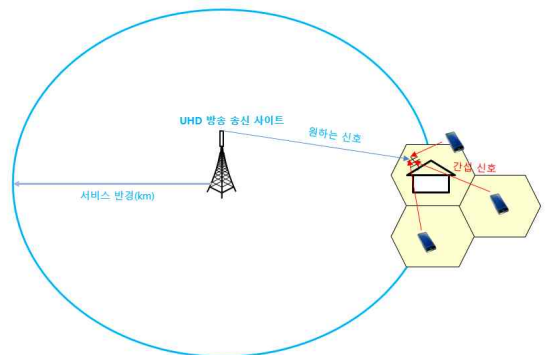


그림2. 단말기가 간섭을 주는 시나리오 예

파라미터		값
5G 시스템	총방사전력(dBm/MHz)	35
	기지국 안테나 높이(m)	30
	기지국 안테나 틸트각(°)	10
	안테나 element 이득(dBi)	5
	기지국 안테나 어레이 수	8×8
	기지국 안테나 패턴	[2]
	어레이 옴 손실(dB)	3
	단말기 안테나 개수	1×1
	단말기 인접채널누설비(ACLR, dB)	30
	셀반경(km)	1
UHD 방송	송신 전력(dBm)	67
	송신 안테나 이득(dBi)	9.94
	송신 안테나 높이(m)	610
	수신 안테나 이득(dBi)	9.15
	수신 안테나 패턴	[3]
	서비스 반경(km)	45
	잡음지수(dB)	6
	인접채널선택도(ACS, dB)	50
	간섭 기준, C/(N+I)(dB)	20

표1. 간섭 분석 파라미터

그림3은 단말기의 안테나 높이를 1.5m로 고정시키거나, 각 스냅 샷마다 단말기의 안테나 높이를 균일하게 분포시킬 때 UHD 수상기에 수신되는 단말기의 간섭 신호 크기의 누적분포함수를 나타내며, 표2와 표3에 결과값을 정리하였다. 표2는 단말기와 UHD 수상기간 경로 손실을 자유공간 모델^[4]을 이용한 결과값이고, 표3은 경로 손실을 3GPP TR 38.901^[5] 모델을 이용한 결과값을 나타낸다.

단말기와 UHD 수상기간 경로 손실을 자유공간 모델로 적용한 경우, 단말기의 안테나 높이를 1.5m로 고정시킨 경우가 단말기의 안테나 높이를 균일 분포 시킨 경우보다 간섭 신호 크기의 평균값과 간섭 확률이 높음을 확인할 수 있다. 단말기와 UHD 수상기간 경로 손실을 3GPP TR 38.901 모델로 적용한 경우, 단말기의 안테나 높이를 1.5m로 고정시킨 경우 간섭 신호 크기의 평균값이 가장 낮게 나타난다. 이것은 적용한 전파모델에 의해 송신 안테나 높이가 낮은 경우 주변 산란체에 의한 손실이 반영된 것으로 추측된다.

단말기의 위치를 고정하는 경우와 균일한 분포로 발생시키는 경우 그리고 사용된 전파모델에 따라 수신된 간섭 신호 크기가 다른 값을 가지고, 이것은 간섭 확률에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

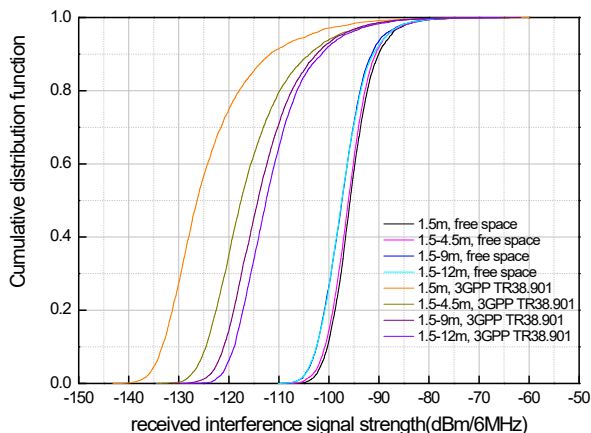


그림3. UHD 수상기의 수신된 간섭신호 크기 누적분포함수

간섭 신호		평균 (dBm)	표준편차 (dB)	간섭 확률 (%)
단말기 안테나 높이(m)	고정	1.5	-95.3	4.4
	균일 분포	1.5 - 4.5	-95.8	3.5
	균일 분포	1.5 - 9	-97.1	3.3
	균일 분포	1.5 - 12	-97.0	3.5

표2. 간섭 분석 결과1

간섭 신호		평균 (dBm)	표준편차 (dB)	간섭 확률 (%)
단말기 안테나 높이(m)	고정	1.5	-124	0.6
	균일 분포	1.5 - 4.5	-115.7	0.9
	균일 분포	1.5 - 9	-112.8	0.9
	균일 분포	1.5 - 12	-111.2	1.1

표3. 간섭 분석 결과2

III. 결론

본 논문에서는 이기종 서비스간 간섭 분석 시나리오를 마련하고, 몬테카를로 기법에 기반한 시뮬레이션을 수행하여 단말기 안테나 높이의 변화가 간섭 분석에 미치는 영향을 살펴보았다. 단말기 안테나 높이를 고정하거나 균일 분포로 발생시키는 경우 다른 간섭 분석 결과를 가지는 것을 확인하였고, 또한 단말기와 이기종 기기간 경로 손실 모델에 따라서도 다른 간섭 분석 결과를 도출하였다. 정확한 간섭 분석을 위하여 단말기의 안테나 높이는 고정시키는 것보다 실제로 사용되는 높이를 도출하여 간섭 분석 시 적용하고, 단말기와 이기종 기기간 경로에 적합한 경로 손실 모델 선택이 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-000066, 선제적 주파수 이용을 위한 시·공간적 스펙트럼 엔지니어링 기술 개발).

참고 문헌

- [1] "Characteristics of terrestrial IMT-Advanced systems for frequency sharing/interference analyses", Rep. ITU-R M.2292, Dec., 2013.
- [2] "Modelling and simulation of IMT networks and systems for use in sharing and compatibility studies" Rec. ITU-R M.2101-0, Feb., 2017.
- [3] "Directivity and polarization discrimination of antennas in the reception of television broadcasting", Rec. ITU-R BT.419-3, Jun. 1990.
- [4] "Calculation of free-space attenuation", Rec. ITU-R P.525-3, Sep., 2016.
- [5] 3GPP TR38.901 V.16.1.0, "Technical Specification Group Radio Access Network; Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz", Release 16, 2019.