

8T8R콤바이너를 이용한 5G 무선국 검사에 관한 연구

이창수* · 유찬우** · 박성일***

A Study on 5G Base Station Inspection using 8T8R Combiner

Chang-Soo Lee* · Chan-Woo You** · Sung-Il Park***

요 약

본 논문에서는 5G 무선국 검사에 있어, 측정 시간 단축을 위한 8T8R 콤바이너를 활용한 무선국 검사 방법에 관하여 연구하였다. 5G 무선국 검사는 배열된 안테나 수에 대응하는 RF(: Radio Frequency) 출력 신호를 개별적으로 측정해야 한다. 하지만, 본 연구에서는 개별 채널 측정 결과와 8T8R을 이용한 측정값 비교를 통해 기존 방식을 시간적으로 단축할 수 있는 5G 무선국 검사 방법을 제시하였다. 연구 결과 8T8R 콤바이너를 이용하는 경우, 정확한 무선국 검사를 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 기존방식의 소요 시간을 1/8으로 줄일 수 있었다.

ABSTRACT

This article studied the radio station inspection method, which utilizes the 8T8R combiner to reduce 5G radio station inspection measurement times. It is a common that 5G radio station inspections measure RF (Radio Frequency) output signals, which correspond to the number of arrayed antennas individually. However, this study suggested a way to save the time spent on existing methods, by comparing measurement values of individual channels and 8T8R. As a result, it is confirmed that when the 8T8R combiner is used, not only the resulting value of radio station inspections was accurate, but also the measurement time being shortened by up to 8 times compared to existing method.

키워드

5G Base Station Technical Reference Value, 8T8R Combiner, Spurious Emission
5G 무선국 검사, 8T8R 콤바이너, 스푸리어스 발사

1. 서 론

스마트폰 보급의 증가로 데이터 사용량이 급증하게 되고 무선데이터의 수가 기하급수적으로 증가함에 따라 데이터 급증을 대비하고 새로운 서비스 창출을 위하여 중국, 일본, 유럽 등 주요 선진국은 5G 관련 기술 표준화 및 시장 선점을 위해 연구개발을 진행하였

다. ITU-R(: International Telecommunication Union -Radio Communication Sector) WP5D 표준화에서는 5G에 대한 성능 요구사항 항목을 8개 항목에 대한 평가방법을 잠정 결정하였으며, 5G 기지국 수는 무선 데이터와 네트워크의 용량 증가로 2019년 69,542 기지국을 시작으로 꾸준히 증가하여 설치되고 있다[1-2].

* 한국방송통신전파진흥원(lcs@kca.kr)

** 동신대학교(dbcksdn01@naver.com)

*** 교신저자 : 동신대학교, 정보통신공학과

• 접수 일 : 2022. 01. 27

• 수정완료일 : 2022. 03. 08

• 게재확정일 : 2022. 04. 17

• Received : Jan. 27, 2022, Revised : Mar. 08, 2022, Accepted : Apr. 17, 2022

• Corresponding Author : Chang-Soo Lee

Dept. radio Infrastructure Bureau, Korea Communications Agency

Email : psi@dsu.ac.kr

무선국 검사는 기지국이 인체에 무해하게, 혼선을 일으키지 않은 채 안전하게 전파를 방사하는지 점검하는 법적 절차이며, 전파를 발생시키는 모든 5G 기지국은 신고로 설치가 가능하지만, 원칙적으로 검사 대상이며 기지국 사용에 관한 사후 승인 절차를 받아야 한다[3].

5G 무선국 검사 시 장비의 종류에 따라 다르지만 기본적으로 한 대의 검사장비로 하나의 입력과 출력 측정이 가능하다.

본 논문에서는 하나의 장비에서 어레이 안테나의 수 만큼 검사를 진행하여야 하나, 여러번 검사하는 시간을 줄이고자 다중 입출력(Massive MIMO)기술인 콤바이너를 이용한 측정방법을 제안하고자 한다. 출력 포트가 2개 이상인 4T4R(T:8Transceiver, R:Receiv er), 8T8R 검사의 경우 여러번의 검사 시간이 걸렸으나, 콤바이너를 사용할 경우, 출력 포트가 2개 이상인 경우 2개 이상의 출력포트를 하나의 콤바이너에 연결하고, 스펙트럼 분석기와 연결하여 여러 개 안테나의 출력을 한 번에 측정할 수 있으며, 측정시간도 단축할 수 있었다. 또한, 성능검사 항목들에 대한 개별 측정 결과값과 콤바이너를 결합하여 측정한 결과값을 비교하여 기존 기술과의 오차값을 비교 제시하였다[4].

개별 측정과 콤바이너를 결합하여 측정한 결과값이 유사한 결과값으로 나타난 것을 확인할 수 있었으며, 기존 1:1 방식보다 콤바이너를 결합하여 개선된 방법이 더 효율성이 높다는 것을 알 수 있었다.

II. 5G 이동통신 발전 및 현황

2.1 5G 기술 개요

5G의 정식 명칭은 'IMT-2020'으로 ITU에서 정의한 5세대 통신규약으로써, 5G 기술은 초고속(Enhanced Mobile Broadband, eMBB), 초저지연(Ultra Reliable and Low Latency Communication, URLLC), 초연결(Massive Machine Type Communication, mMTC)의 특징을 갖는 최신 셀룰러 이동통신 기술이다. 5G 이동통신은 최대 20Gbps 데이터 전송속도, 대기 지연 시간 감소, 원격 지원 서비스 범위 확대 이외에도 다양한 이점을 제공한다. 5G 기술은 이전 모바일 통신에 비해 20배 빠르며, 이동통신 지연 시간을 1ms

이하로 매우 짧은 파장을 사용하기 때문에 통신 지연이 거의 발생하지 않아 오류를 최소화하고 데이터의 전송에 있어 신뢰도를 높일 수 있다. 또한, 5G 기술은 $1km^2$ 면적 안에 백만 개의 단말기들이 연결될 수 있을 만큼 연결의 수준이 매우 높다[5-6].

표 1. 5G 핵심 성능지표
Table 1. 5G key requirement

Pamameter	Value
User Experienced Data Rate	100Mbps~1Gbps
Peak Data Rate	10Gbps~50Gbps
Mobility	500Km/h
Latency	~1ms
Connection Density	$10^6 \sim 10^7$ per Km^2
Energy Efficiency	50~100 or More Times IMT-A
Spectrum Efficiency	5~10 or More Times IMT-A
Traffic Volume Density	1TB~10TB/s/ Km^2

2.2 5G 통신망 표준 규격

5G통신망은 NSA(Non-Standalone)와 SA(Standalone)로 구분할 수 있으며, NSA는 기존 LTE의 코어망에 LTE 기지국과 5G 기지국을 연결하는 형태와 5G 코어망에 기존 LTE기지국과 5G기지국을 연결하는 두 가지 형태가 있다. NSA 구조는 단말기기 이동성 및 관리를 담당하는 제어 플레인이 있고 동작은 LTE 이동통신망을 활용하여 사용자 플레인에 해당하는 데이터를 5G망으로 주고 받는다. SA구조는 5G 코어로 구성된 네트워크를 의미하며, SA방식에서는 LTE 코어망의 연결은 없고 데이터 채널이나 제어 채널 모두 5G 자체 구조를 사용하는 구조이며 5G 이동통신 두 무선 접속을 동시에 지원할 수 있는 형태로 발전된 형태이다. 따라서, 기존 NSA에서 사용하는 통신망보다 초저지연이라는 특성을 가질 수 있다[7-8].

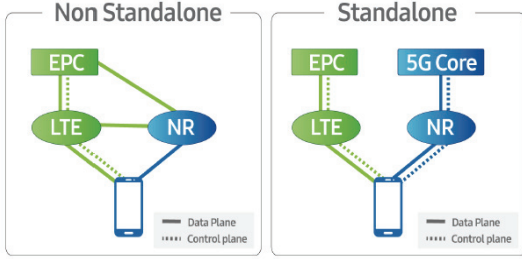


그림 1. NSA/SA 기술 개념도
Fig. 1 NSA/SA Technical diagram

5G 기지국은 LTE 기지국보다 훨씬 더 작지만, 더 많은 안테나를 수용하며, 5G 안테나는 대규모 다중 입·출력(: MIMO; Multiple-Input Multiple-Output) 방식으로 동일 데이터 신호상에서 다수의 양방향 통신 신호를 동시에 처리할 수 있다. 이러한 방식으로 5G 네트워크는 기존 LTE 네트워크와 비교하여 20배 많은 통신을 처리할 수 있으며, 5G가 사물인터넷의 폭넓은 도입을 이끌어 갈 수 있는 이유이다.

2.3 매시브 MIMO를 다중 입·출력현황

매시브 MIMO는 기지국 용량 한계를 급속히 개선할 수 있으나, 개별 안테나 개구 면적이 작을수록 밀리미터파의 경로 손실이 커지는 문제가 있다. 이에 대응하기 위해 송·수신단에 매시브 MIMO 기술을 활용하여 수십 개 이상의 안테나를 구성하고 경로 손실을 보상하여 대용량의 데이터를 송·수신을 할 수 있게 해준다[9-10]. 통신기술이 발전함에 따라 성능에 대한 새로운 요구가 발생하고 있으며, 높은 방사효율을 지닌 입출력방식을 요구하고 있다. 현재의 시스템은 대역폭이 제한된 무선 채널에서 달성 가능한 최대 비트 및 신호 품질에 관해서 한계점에 다다르고 있으며 안테나 및 디지털 신호 프로세서 기술의 발전으로 새로운 통신 시스템에 다중 안테나 솔루션을 이용할 수 있다. 매시브 MIMO안테나는 음성 및 데이터에 대한 속도를 현저하게 증가시켰으며, 소형화, 경량화, 고품질의 무선 단말기에 대한 수요를 반영할 수 있다. 매시브 MIMO 기술은 높은 주파수 대역의 경우 시스템의 파장이 매우 작기 때문에 작은 공간에 많은 수의 안테나 소자를 집적시킬 수 있는 기지국에 적용하여 무선네트워크의 에너지 효율성과 데이터 처리량을 향상시킬 수 있다. 고차 다중입출력 동작과 추가 주파수

대역이 6Ghz 이하로 정의되는 것을 고려할 때 5G는 LTE보다 더 많은 주파수 대역을 지원할 수 있으며 상호 간의 간섭이 적다[11-12]. 따라서, 5G 기지국 검사 시 5G 기술검사 기준값을 준수해야 하며 매시브 MIMO에 정확한 결과값을 측정하고자 시간적으로 오래 걸리는 경우가 많다[13].

III. 무선국 검사 및 성능검사 측정방법

무선국 검사는 허가(또는 신고)받은 무선설비가 전파법령에 정해져 있는 기술기준에 부합한 지와 무선종사자 배치 및 허가 시 지정받은 제반사항의 이행여부를 현장에서 확인하는 절차이다. 무선국 검사의 종류에는 준공검사, 변경검사, 정기검사, 수시검사가 있으며, 무선국 검사업무는 무선국 및 전파용설비의 검사업무 처리기준(중앙전파관리소 고시 제2020-2호, 2020.9.22)이 제정되어 운영되고 있다.

5G이동통신사업자 3.5GHz 대역폭은 총 280MHz이며, 이동통신사업자별 주파수 대역 및 대역폭은 SKT 3.60GHz~3.70GHz에서 100MHz, KT 3.50GHz~3.60GHz에서 100MHz, LGU+ 3.42GHz~3.50GHz에서 80MHz의 대역주파수를 사용하고 있다. 그림 2는 3,5GHz~28GHz 주파수 대역에서 이동통신사업자별 주파수 이용 현황을 나타냈다.

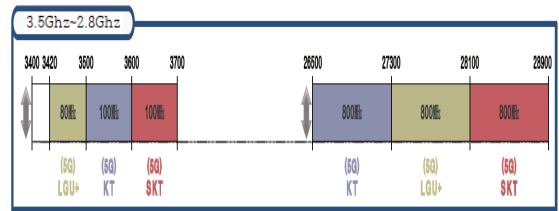


그림 2. 3.5GHz~28GHz 주파수 대역 이용 현황
Fig. 2 Using of 3.5GHz~28GHz band frequency

시분할 이중통신방식을 사용하는 3.50GHz대역 이동통신사업자용 무선편비의 기술기준 조건은 공통조건과 기지국 송신장치, 수신장치의 조건으로 구분된다. 기지국 송신장치 기술기준 조건은 전력(안테나단 및 총 공급전력), 주파수허용편차, 인접채널 누설전력비, 대역외발사, 스푸리어스 발사 조건이 있으며, 기지

국 수신장치의 부차적 전파발사 조건은 스푸리어스 발사조건으로 구분되어 측정할 수 있다[14-16].

표 2. 5G 기술기준
Table 2. 5G Technical standards

standard	Condition	
communication	Orthogonal frequency division multiple access method	
	D7D, G7D, D7W, G7W or W7W wave	
	3.42GHz~3.70GHz	
Transmitter	power	
	antenna(frequency band×0.4/MHz) total power(frequency band×3.2/MHz or less)	
	tolerance	radiated power 38dBm or more(±0.05ppm or less)
		radiated power 38dBm below (±0.1ppm or less)
	leakage power	maximum supply power 38dbm over(-15dBm/MHz or less)
		maximum supply power 24dbm over 38dBm or less(-25dBm/MHz or less)
		maximum supply power 24dbm or less(-32dBm/MHz or less)
		spurious emission
	receiver	spurious emission
		30MHz~1GHz(-36dBm or less, 100MHz) 1GHz~12.75GHz(-30dBm or less, 1MHz)
12,75GHz~5th harmonic (-30dBm or less, 1MHz)		
receiver	spurious emission	
	30MHz~1GHz(-57dBm or less, 100MHz) 1GHz~12.75GHz(-47dBm or less, 1MHz)	
	12,75GHz~5th harmonic (-47dBm or less, 1MHz)	



그림 3. 1T1R과 8T8R 측정장치 비교주파수
Fig. 3 Comparison of 1T1R and 8T8R measuring device

그림 4와 5는 안테나 공급전력 및 점유주파수 대역폭을 비교하였다. 그림 4는 기존 방식인 단일 안테나에 전력을 공급하였을 때, 안테나의 점유주파수 대역폭을 나타낸 주파수 스펙트럼이다. 그림 5는 8T8R 콤바이너를 연결하여 다중입출력의 출력을 측정한 결과값으로 기존의 방식과 비교하면 점유주파수 대역이 다소 크게 나타났으나, 표 3에서와 같이 오차범위가 0.1MHz 차이로써 기술 기준 점유주파수 대역폭 안에 포함되어 거의 유사한 측정값이 나온다는 것을 알 수 있다.

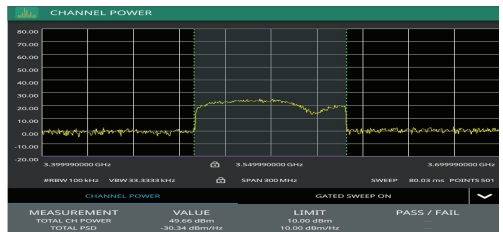


그림 4. 1T1R 안테나 공급전력
Fig. 4 Antenna supply power of 1T1R

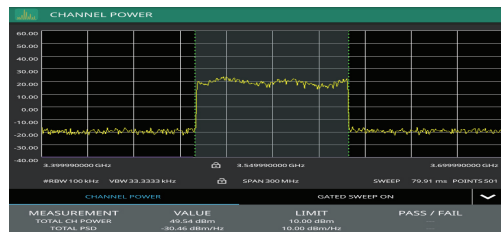


그림 5. 8T8R 콤바이너 결합한 안테나 공급전력
Fig. 5 supply power combined with a 8T8R combiner

IV. 성능검사 및 측정값

4.1 1T1R 및 8T8R 콤바이너 결합 측정 비교조건

기존 5G 무선국 측정 시 그림 3과 같이 보이는 출력 TEST포트에 개별적으로 스펙트럼 분석기와 연결한 1:1 단일측정 방법과 본 논문에서 제시한 8T8R 콤바이너와 TEST포트를 다중으로 연결한 다중결합 측정방법을 서로 비교하였다.

기지국 측정을 위한 기술기준인 안테나 공급전력, 점유주파수 대역폭, 인접채널 누설전력, 주파수편차, 대역외 발사, 스푸리어스 발사 측정값을 비교하여 제시하였다.

표 3. 안테나 공급전력 및 점유주파수대역 비교값
Table 3. Comparison value of antenna power supply and occupied frequency band

division	standard	1T1R	8T8R
antenna supply power	128W (51.072dBm)	92.47W (49.660dBm)	89.95W (49.540dBm)
Occupied frequency bandwidth	100MHz	97.2MHz	97.3MHz

그림 6에서부터 그림 13까지는 스퓨리어스 발사 특성을 측정한 그래프이다. 스퓨리어스 발사 특성은 저조파와 고조파에 의한 기타 상호 변조신호의 영향을 측정하는 것으로 일반적인 불요파 방사에 대한 법적인 규제가 있기 때문에 필요한 주파수 대역이외에서 특정 레벨 이상의 신호를 제한하여야 한다. 스퓨리어스 발사 특성 측정은 저조파 대역인 30MHz~1GHz, 1GHz~3.38GHz와 고조파 대역인 3.74GHz~9GHz, 9GHz~13GHz까지 측정하였으며, 스퓨리어스 발사 측정결과를 확인해본 결과, 1T1R과 8T8R 측정값 모두 기술기준 값을 충족시켰으며, 측정값은 유사한 것으로 확인하였다.

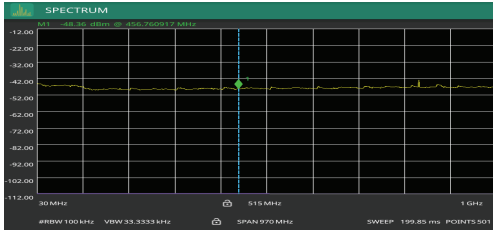


그림 6. 1T1R 스퓨리어스 발사 측정(30MHz~1GHz)
Fig. 6 Measurement of 1T1R spurious emission(30MHz~1GHz)

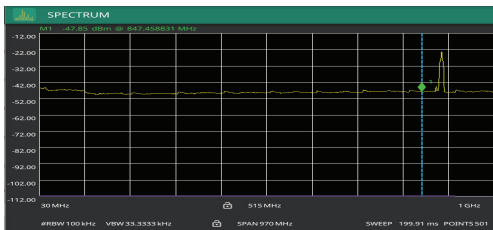


그림 7. 8T8R 스퓨리어스 발사 측정(30MHz~1GHz)
Fig. 7 Measurement of 8T8R spurious emission(30MHz~1GHz)

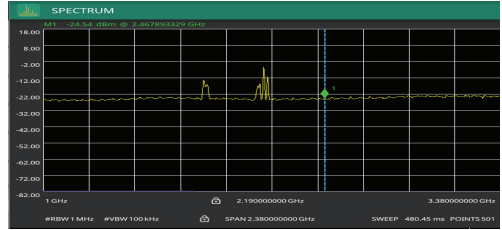


그림 8. 1T1R 스퓨리어스 발사 측정(1GHz~3.38GHz)
Fig. 8 Measurement of 1T1R spurious emission(1GHz~3.38GHz)

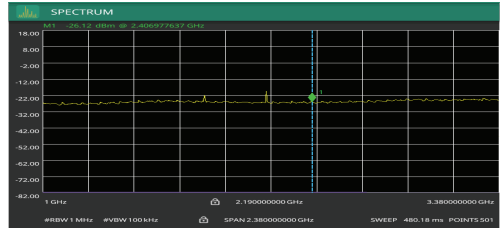


그림 9. 8T8R 스퓨리어스 발사 측정(1GHz~3.38GHz)
Fig. 9 Measurement of 8T8R spurious emission(1GHz~3.38GHz)

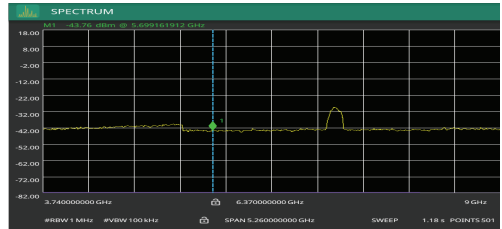


그림 10. 1T1R 스퓨리어스 발사 측정(3.74GHz~9GHz)
Fig. 10 Measurement of 1T1R spurious emission(3.74GHz~9GHz)

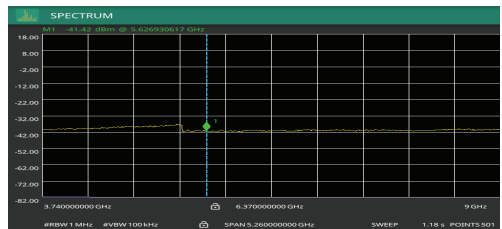


그림 11. 8T8R 스퓨리어스 발사 측정(3.74GHz~9GHz)
Fig. 11 Measurement of 8T8R spurious emission(3.74GHz~9GHz)

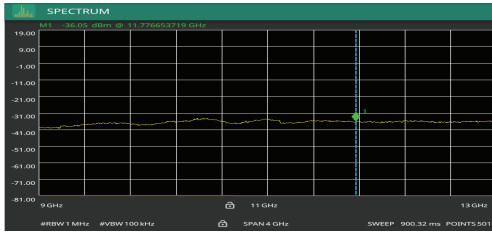


그림 12. 1T1R 스퓨리어스 발사 측정(9GHz~13GHz)
Fig. 12 Measurement of 1T1R spurious emission(9GHz~13GHz)

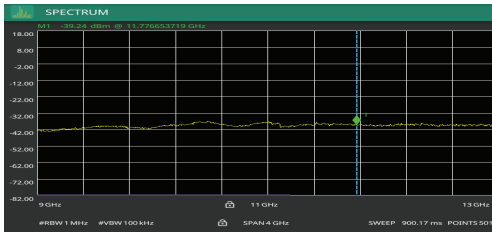


그림 13. 8T8R 스퓨리어스 발사 측정(9GHz~13GHz)
Fig. 13 Measurement of 8T8R spurious emission(9GHz~13GHz)

표 4. 스퓨리어스 발사 특성 비교값
Table 4. Comparison value spurious emission characteristic

Frequency	standard	1T1R	8T8R
30MHz~1GHz	-36dBm or less	-42dBm or less	-43dBm or less
1GHz~3.38GHz	-30dBm or less	-41dBm or less	-43dBm or less
3.74GHz~9GHz	-30dBm or less	-41dBm or less	-43dBm or less
9GHz~13GHz	-30dBm or less	-36dBm or less	-39dBm or less

표 5는 1T1R과 8T8R 콤바이너를 이용한 측정값을 안테나 공급전력, 점유주파수 대역폭, 인접채널 누설전력, 대역외 발사, 스퓨리어스 발사 특성을 비교하였다. 표 5에서와 같이 1T1R과 8T8R 콤바이너를 사용하였을 때, 측정값이 거의 유사하게 측정되어 8T8R 콤바이너를 사용하여 측정하여도 1T1R과 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 기지국 출력 TEST포트 측정 시 1T1R 측정 시간은 25분 내외로 8개 TEST포트 측정 시 총 소요시간은 200분 정도 예상되지만, 8T8R 콤바이너를 사용하여 측정할 경우 25분으로 측정 시간을 현저하게 줄일 수 있다.

표 5. 1T1R과 8T8R 측정값 비교
Table 5. Compare the measurement values of 1T1R & 8T8R

division	standard	1T1R	8T8R		
antenna supply power	128W (51.072dBm)	92.47W (49.660dBm)	89.95W (49.540dBm)		
Occupied frequency	100MHz	97.2MHz	97.3MHz		
frequency tolerance	maximum supply power 38dBm or more ±0.05 ppm (177.5Hz) or less	-11MHz	-15MHz		
adjacent channel leakage ratio	45dB or more lower than the average power of the center frequency or the absolute value, whichever is less severe	UPPER		UPPER	
		-35.86 dBc	-35.42 dBc	-33.59 dBc	-33.13 dBc
		LOWER		LOWER	
		-37.00 dBc	-37.11 dBc	-34.46 dBc	-34.71 dBc
spurious emission	30MHz~1GHz				
	-36dBm or less	-42dBm or more	-43dBm or less		
	1GHz~3.38GHz				
	-30dBm or less	-41dBm or more	-43dBm or less		
	3.74GHz~9GHz				
	-30dBm or less	-41dBm or more	-43dBm or less		
9GHz~13GHz					
-30dBm or less	-36dBm or more	-39dBm or less			

V. 결론

본 논문에서는 기존 5G 기지국의 출력 TEST포트 측정 방법에 대한 개선 및 시간을 단축하기 위해 1T1R과 8T8R 콤바이너를 비교하여 측정하였다. 5G의 빔포밍 특성상 기존 LTE 빔포밍 방식 차이가 있지만, 기지국에서 측정하는 기술기준값을 기준으로 기존 2개 이상의 출력 포트가 있는 5G 무선국 검사 시 1T1R 방식과 8T8R 콤바이너를 사용하여 측정된 결과값이 유사하게 나오는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 5G 무선국 검사 시 8T8R 콤바이너를 사용할 경우 기존 방식보다 1/8 시간을 단축할 수 있으며 하나의 장비에서 어레이 안테나의 수만큼 검사를 진행할 경우 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2022년 동신대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임

References

- [1] S. kim and G. Seok, "Survey on Japan's Radio Management System," *Electronic Communications Society*, vol. 13, no. 01, Feb. 2018, pp. 1-8.
- [2] J. Park and B. Kim, "Trends and Technical Requirements for 5G Mobile Communication Systems," *Electronic Communications Society*, vol. 10, no. 11, Nov. 2015, pp. 1257-1264.
- [3] J. Yang, G. Seok, and H. Shin, "Technological and Social Significance of the Revision of the Radio Law," *Electronic Communications Society*, vol. 14, no. 04, Aug. 2019, pp. 627-636.
- [4] H. Shin, S. Kim, and G. Seok, "Domestic radio waves propagate management and control systems investigate the system status," *Electronic Communications Society*, vol. 11, no. 05, May 2016, pp. 441-450.
- [5] C. Yoon and G. Seok, "A Study on Radio Wave Management Regulations in the United States to Improve the Domestic Radio Wave Management System," *Electronic Communications Society*, vol. 15, no. 03, June 2020, pp. 379-388.
- [6] W. Choi and G. Seok, "Domestic Radio Waves Propagate Management and Control Systems Investigate the System Status," *Electronic Communications Society*, vol. 13, no. 06, Dec. 2018, pp. 1145-1154.
- [7] J. Kwon and S. Cho, "Performance Analysis of Fingerprinting Method for LTE Positioning according to W-KNN Correlation Techniques in Urban Area," *Electronic Communications Society*, vol. 16, no. 06, Dec. 2021, pp. 1059-1068.
- [8] Y. Kim, "Handover Performance Improvement for LTE-R Network," *Electronic Communications Society*, vol. 15, no. 06, Dec. 2020, pp.1017-1022.
- [9] M. Song, H. Kim, Y. Kang, D. Je, S. Wi, S. Lee, and S. Kim, "A Study on the Application of Zero Copy Technology to Improve the Transmission Efficiency and Recording Performance of Massive Data," *Electronic Communications Society*, vol. 16, no. 06, Dec. 2021, pp. 1133-1144.
- [10] M. Go and S. Kang, "The Study on Multi-band Mixer for Adaptive Radar," *Electronic Communications Society*, vol. 16, no. 06, Dec. 2021, pp. 1053-1058.
- [11] H. Jung, J. Jung and Y. Lim, "A Study on Excitation Error Estimation for Active Phased Array Antenna," *Electronic Communications Society*, vol. 17, no. 01, Jan. 2022, pp. 13-22.
- [12] S. Kim, "Study on Applicability of Radio over Fiber system for 5G New Radio Access Technology," *Electronic Communications Society*, vol. 16, no. 09, Sep. 2016, pp. 849-854.
- [13] K. Chung, "On Negative Correlation Bit-to-Symbol(B2S) Mapping for NOMA with Correlated Information Sources in 5G Systems," *Electronic Communications Society*, vol. 15, no. 05, Oct. 2020, pp. 881-888.
- [14] D. Kim and S. Oh, "Verification on the Reduction Technique of Measurement Time of Total Radiated Power (TRP) by Using Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) in 5G Frequency Band," *Electronic Communications Society*, vol. 15, no. 05, Oct. 2020, pp. 835-840.
- [15] J. Yoon, "Design and Fabrication of DLP Array Antenna for 3.5 GHz Band," *Electronic Communications Society*, vol. 16, no. 06, Dec. 2021, pp. 1037-1044.
- [16] J. Yoon, "Design and Fabrication of Dual Linear Polarization Antenna for 28 GHz Band," *Electronic Communications Society*, vol. 17, no. 01, Jan. 2022, pp. 23-30.

저자 소개



이창수(Chang-Soo Lee)

2019년 동신대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
2021년 동신대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

2020년~ 현재 한국방송통신전파진흥원 검사사업팀 주임

※ 관심분야 : RF회로, 배열안테나



유찬우(Chan-Woo You)

2020년 동신대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
2022년 동신대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

※ 관심분야 : 통신시스템, 패턴인식



박성일(Sung-II Park)

2002년 동신대학교 정보통신공학과 졸업 (공학사)
2004년 동신대학교 대학원 정보통신공학과 졸업 (공학석사)

2010년 전남대학교 대학원 전자정보통신공학과 졸업 (공학박사)

2014년 ~ 현재 동신대학교 정보통신공학과 부교수

※ 관심분야 : 전자회로, RF부품, 이동통신안테나