

# 광대역 IoT 와 비상통신망의 효율적 주파수 공동 사용 기법

김성환, 김광순  
연세대학교 전기전자공학과

{seonghwan, ks.kim}@yonsei.ac.kr

## Efficiently Shared Spectrum Access for Broadband IoT and Emergency Communications

Seonghwan Kim, Kwang Soon Kim  
School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

### 요 약

본 논문에서는 대규모 IoT 서비스와 재난상황 발생 시 고신뢰, 저지연 서비스를 위한 새로운 주파수 공유 방법의 필요성을 제시한다. IoT 기기의 특성상 지연시간의 제한이 낮으므로 평균 쓰루풋을 낮추지 않으면서, 고신뢰, 저지연 서비스 요구 특성을 결합하기 적합한 주파수 공유 시스템으로 재난상황 발생 시 URLLC 서비스를 위한 주파수 대역 확보의 용이성을 보여주었다.

### I. 서론

5G 이동통신 시장엔 센서와 일상생활용품 등의 대규모 Internet of Things (IoT) 연결을 목표로, 2017년 84억 개의 IoT 기기들에서 2020년에는 204억 개까지 IoT 기기들이 늘어나며 미래에는 더욱 늘어날 것으로 예상된다 [1], [2]. 수많은 IoT 기기들이 연결된 스마트 빌딩부터, 도로 위의 센서와 드론, 자동차가 연결된 스마트 시티가 B5G (Beyond 5G)의 목표가 될 것이다 [3]. IoT 기기들은 수초에서 수시간까지 다양한 사용 빈도를 가지고 있으며, 계속해서 증가하는 많은 기기들의 연결로 현재 예상하는 것보다 더 넓은 주파수 대역을 필요로 할 것이다 [4].

재난상황 발생 시 지상의 기지국이 손상되거나, 많은 데이터 사용으로 인한 과부하로 비상 통신 망은 추가로 필요하다 [5]. 또한 미래엔 고화질, 대용량 미래형 드론과, 무인항공기, 긴급 수술을 위한 원격 로봇, 소방관들이 사용할 수 있는 AR/VR 장비의 실시간 통신 등 Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC) 서비스를 지원해야 한다 [6]. 표 1 을 보면 [3]과 [7]을 통해 용량과 지연시간을 정리해 두었다. 미래에는 더욱 많은 기기들이 연결될 것이므로 표 1 이상의 용량과 대역폭이 증가할 것으로 예상된다 [2].

	통신 용량	지연시간	발생빈도
광대역 IoT	1~100 bps	초~시간	항상
비상통신망	제곱미터당 10Mbps 이상	1ms 이하	연 평균 2회 [7]

표 1

B5G 에는 URLLC 서비스를 필요로 하는 기기들의 출현과 사용은 필수적이다 [2], [3]. 그 중 재난상황 발생 시 사용이 주목 될 것이다. 그러나 기존의 재난 안전 통신망의 경우 한정된 대역폭으로 URLLC 서비스를 만족시키기 어렵다. 재난상황 발생 시 빠른 대처와 수습을 위한 URLLC 서비스를 만족시키기 위해 주파수 대역을 할당해 놓으면, 드물게 발생하는 재난상황의 특성으로 주파수 대역의 사용 효율이 떨어지게 된다. 증가하고 있는 IoT 기기들을 위해 필요한 주파수 대역과, URLLC 서비스를 지원하기 위한 필요 주파수 대역이 크다. 재난상황이 드물게 발생하는 특징으로, 지연 시간이 비교적 긴 대규모 IoT 연결의 특징과 재난상황에서 URLLC 서비스를 지원하는 것은 적절한 주파수 공유 시스템을 사용해 두 가지 서비스 지원이 가능할 것으로 보인다.

본 논문에서는 드물게 발생하는 재난상황에서 URLLC 서비스를 위해, 지연시간이 비교적 긴 대규모 IoT 연결의 특성과 결합하여 새로운 주파수 공유 방법의 필요성과 연구를 통한 발전 가능성, 시뮬레이션을 이용한 적절함을 보여주었다.

### II. 본론

그림 1 은 제안하고자 하는 주파수 공유를 나타낸 것이다. 평상시에는 지연시간은 길지만 증가하고 있는 IoT 기기들로 인해 큰 대역폭을 사용하고 있다. 매우 드물게 일어나는 재난상황 발생 시 기존의 대규모 IoT 연결을 하고 있던 주파수 대역을 URLLC 서비스 지원하기 위해 사용을 한다. 재난상황이 오랫동안 지속이

되면 기존의 IoT 서비스의 평균 쓰루풋이 낮아지기 때문에, 일정 시간이 지나면 IoT 서비스를 위한 주파수 대역을 복구 시킨다. 이때 대규모 IoT 서비스들은 전송 데이터 전송을 최소한으로 줄이는 동작을 한다. 이후 재난상황 종료 시, URLLC 서비스에 할당되었던 주파수 대역을 기존의 IoT 서비스를 위해 할당하는 주파수 공유 방법이다.

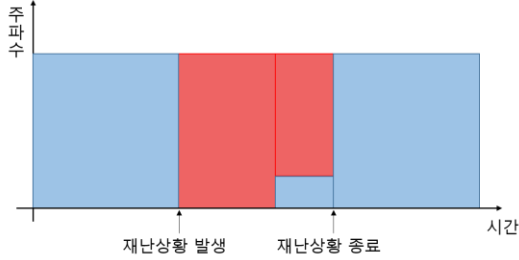


그림 1. mMTC 와 URLLC 공존 시나리오

$$D = W \cdot R = W \cdot \log_2(1 + \text{SNR}(W)) = W \cdot \log_2\left(1 + \frac{P_r}{N_0 W}\right) \quad (1)$$

여기서 D 는 데이터 전송률이고, W 는 주파수 대역폭, R 은 주파수 효율,  $P_r$  는 수신 파워,  $N_0$  는 상온에서의 열 잡음 이다. (1)은  $D = f(W)$ 이므로  $W = f^{-1}(D)$ (2)를 통해 주파수 대역폭을 구할 수 있다.

[8]의 URLLC 서비스를 위해 필요한 10Mbps 를 필요로 하는 드론 10 대를 사용할 경우, 그림 2 의 Wireless InSite 프로그램을 이용해 고정 위성 주파수 대역인 4.8GHz 이고 송신기가 10dBm 의 세기로 주파수를 할당했을 때 송신기들이 수신하는 파워는 평균 -70.578dBm 이다. 이 값을 (2)를 이용해 W 를 구하면 1.97MHz 이다. B5G 에서는 B5G 에서 수십 대의 드론과, 로봇, AR/VR 을 사용하기 때문에 이보다 큰 주파수 대역이 필요할 것이라 예상이 된다. 또한 연평균 2 회의 재난상황의 발생으로 비상 통신망을 사용할 경우, 일 년 동안의 대규모 IoT 연결의 쓰루풋은 비상 통신망 사용을 위해, 사용하지 못해도 전체 쓰루풋 변화 영향이 적다. 재난상황 발생 시 이용을 위한 주파수 대역을 항상 할당해 놓는 것은 부족한 주파수 대역의 효율을 떨어지게 만든다. 제안하는 주파수 공유 방법과 같이 해당 지역의 IoT 연결 서비스를 제한하고, URLLC 서비스를 지원하여 그림 3 과 같이 URLLC 서비스를 위한 쓰루풋을 만족시키면, 부족한 주파수 대역의 효율성면에서 좋을 것이라 예상이 된다.

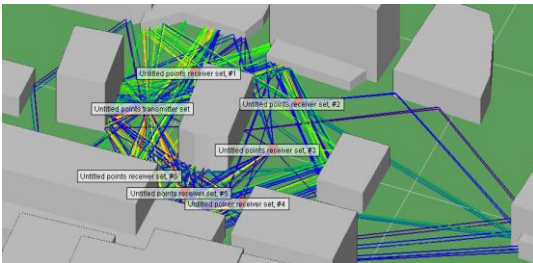


그림 2. Wireless InSite 에서 수신기의 수신 경로

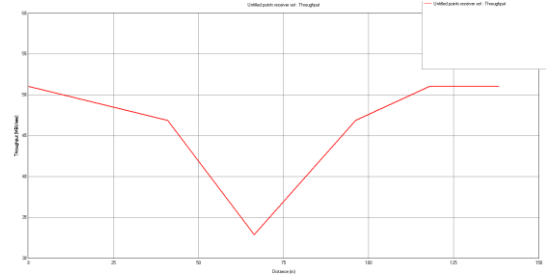


그림 3. 위치별 쓰루풋

### III. 결론

본 논문에서는 IoT 기기들의 지연시간 특성과 드물게 일어나는 재난상황에서 URLLC 서비스를 지원하기 위한 주파수 공유 방법을 보여주었다. 실험의 결과로 재난상황 발생 시 새로운 주파수 공유 시스템의 효율성을 보여주었으며, 이후의 연구로 합리적인 방법을 찾을 수 있음을 보였다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2019 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원(No. 2018-11-1864, 주파수 공유 기반 Beyond 5G 통신 방식 연구)과 2019 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2019R1A2C2007982)

### 참 고 문 헌

- [1] 조용호, “5G 이동통신 표준화 동향” 정보통신기술진흥센터, 2018년 5월.
- [2] Shancang Li, et al., “5G Internet of Things: A survey”, Journal of Industrial Information Integration, Jan. 2018.
- [3] H Yu, H Lee, H Jeon, “What is 5G? Emerging 5G Mobile Services and Network Requirements”, Sustainability, Sep. 2017.
- [4] Sergey Andreev, et al., “Future of Ultra-Dense Networks Beyond 5G: Harnessing Heterogeneous Moving Cells”, IEEE Communications Magazine, 2019.
- [5] Silvia Sekander, et al., “Multi-Tier Drone Architecture for 5G/B5G Cellular Networks: Challenges, Trends, and Prospects
- [6] “혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략”, 국전자정보통신산업진흥회, 4. 8. 2019.
- [7] 반종빈, 김도일, “최근 10년간 국내 대형 화재사고(종합)”, 연합뉴스, 2018.
- [8] ETRI 미래전략연구소 표준연구 센터, “5G 네트워크 표준기술”, ETRI Insight 표준화 동향 2 호, 2016.