

# 공공안전 및 재난구조를 위한 넓은 주파수 대역 사용을 위한 주파수 공유 기법

김성환, 김종현, 이광훈, 김광순  
연세대학교 전기전자공학과

{seonghwan, jonghyun.kim, kwanghoon.lee, ks.kim}@yonsei.ac.kr

## Spectrum Sharing Techniques for Using Wide Spectrum Band for Public Protection and Disaster Relief

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

### 요 약

본 논문에서는 5G의 특성에 따라 부족한 주파수 대역에서 주파수 공유 방법에 대해 제시하였다. 기존의 주파수 공유 방법과 다르게 국가재난과 같은 드물게 생기는 상황에서 URLLC 서비스를 위한 주파수 대역 확보를 위하여 URLLC 서비스와 mMTC 서비스 다른 특성으로 우선순위를 정하였고, 수익의 값으로 기존 주파수 공유 방법 대비 제시한 주파수 공유 방법으로 재난상황 시 URLLC 서비스 대역을 만족하며 평상시 서비스도 만족하는 방법의 타당성을 보여주었다.

### I. 서론

이동통신 기술이 발전함에 따라, 무선데이터 트래픽이 증가하였고 [1], 포화된 주파수 대역으로 인해 추가 주파수 대역 확보가 어려워지고 있다. 증가하는 모바일 트래픽을 수용하기 위해, 사용허가를 받을 필요가 없이 자유롭게 활용 가능한 비면허대역을 이용한 주파수 공유기술들이 나왔다. 면허 주파수 대역(Licensed Spectrum)과 비면허 주파수 대역(Unlicensed Spectrum)을 Carrier Aggregation (CA)로 트래픽을 수용할 수 있게 하는 LTE-U (LTE-Unlicensed Spectrum)와 LAA(Licensed Assisted Access) [2], 그리고 비면허 주파수 대역에서만 독립적으로 작동하는 MulteFire [3]가 있다. 그리고 기존의 군, 인공위성 등 사용 중인 기존 주파수 대역을 계층별로 나누어 사용할 수 있게 한 유럽의 LSA (Licensed Shared Access)와 미국의 CBRS(Citizen Broadband Radio Service)가 있다 [4].

한국의 경우 공공안전통신(Public Protection and Disaster Relief)에 대한 구축이 진행 중에 있다. 미국 재난 통신망의 경우 700MHz 대역에 20MHz의 대역폭을 가지고 있다 [5]. 그러나 가지고 있는 대역폭만으로 5세대 이동통신의 Ultra-reliable and Low-latency Communications (URLLC) 서비스를 지원하기 어려울 것으로 예상된다. 재난과 같이 드물게 발생하는 상황에서 필요로 하는 드론 등을 이용한 고화질 영상 전송, 원격 수술, AR/VR 등의 URLLC 서비스[6]를 위해서 넓은 주파수 대역이 필요할 것이다.

재난상황 시 URLLC 서비스를 위해 주파수 대역을 할당해 놓는 것은, 부족한 주파수 대역의 낭비이다. 또한, 기존의 주파수 공유 방법들은 동일한 서비스들의 충돌로

재난상황 시 URLLC 서비스에 필요한 넓은 주파수 대역 사용의 어려움이 있다. 본 논문에서는 이러한 한계를 해결하기 위한 주파수 공유 방법을 제안하였다 [7].

### II. 본론

기존 주파수 공유의 방법의 경우 스케줄링을 통해 서비스들이 순차적으로 주파수 대역을 사용한다. 그러나 우선적으로 서비스를 받아야 하는 상황에서, 서비스를 위해 경쟁을 하거나 순위에서 밀리게 되면 서비스를 받기까지 지연 시간이 존재한다. 지연시간의 최소화를 위해 요구 조건에 따른 우선순위의 설정으로, 공공안전 및 재난구조 시 즉각적인 주파수 대역 사용을 할 수 있게 하는 주파수 공유 방법을 제안한다.

5G 서비스들의 다양한 특성상 지연 시간의 요구 조건도 다양하다. 우선순위는 5G에서 주로 목표로 하고 있는 URLLC와 스마트 팩토리, 스마트 시티와 같은 mMTC 서비스에 따라 달라진다. URLLC 서비스의 경우 빈도수가 낮은 긴급/재난 상황 시 [8] 주로 사용되는 서비스이다. 이때 사용되는 URLLC 서비스 또한 재난상황의 빈도수와 같이 간헐적이다. QoS를 만족해야 하는 URLLC 서비스의 특성상, 넓은 주파수 대역을 필요로 한다. mMTC 서비스는 다양한 데이터 량과 요구 지연시간이 다양한 IoT 기기들을 서비스한다. 이때 다수의 기기들을 서비스를 필요로 하기 때문에 넓은 주파수 대역을 필요로 한다. 대부분의 IoT 서비스의 경우, 긴급상황이 아닌 일상생활에서 많이 사용되기 때문에, 지연시간에 민감하지 않다. 두 서비스의 경우 넓은 주파수 대역을 필요로 하는 서비스이다. 그러나 재난상황에서의 두 서비스의 필요 정도는 URLLC 서비스가 더 높다. 일상생활에서 쓰이며 지연시간에

민감하지 않은 mMTC 서비스 보다, 재난상황에서 필요 정도가 높은 URLLC 서비스의 우선순위가 높게 정하였다. 그림 1 은 우선순위가 존재하는 주파수 공유 방법을 나타낸 것이다.

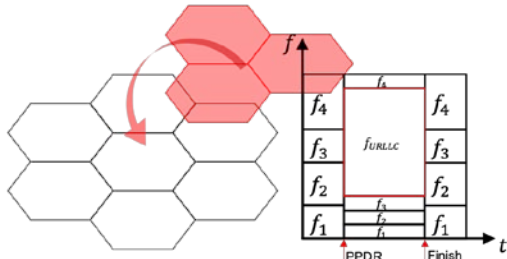


그림 1

재난상황 시 우선순위의 설정으로 재난상황 시 스루풋 관련, 제시한 주파수 공유 방법과 동일한 우선순위일 때를 비교해 보았다. URLLC 서비스를 위해 필요로 하는 주파수 대역 대비 할당된 주파수 대역 가중치를  $w$ , 평상시 mMTC 서비스의 스루풋을  $C_{normal}$ , 재난상황 시 mMTC 서비스의 스루풋을  $C_{ppdr}$ , 1년 동안 평상시 모든 서비스를 지원받을 때 시간을  $T_{normal}$ , 1년 동안 재난상황에 의해 줄어든 서비스를 받을 때 시간을  $T_{ppdr}$ , mMTC 서비스 주파수 사용량을 SE라고 하였다. 이때,

$$SE = w \times \frac{C_{normal} \times T_{normal}}{C_{normal} \times T_{normal} + C_{ppdr} \times T_{ppdr}}$$

이다.

재난상황 시 기존 동일한 우선순위의 주파수 공유 방법과, 우선순위를 두어 재난상황 시 URLLC 서비스를 만족시키는 제안하는 주파수 공유 방법의 SE를 비교해 보았다. 제안하는 환경은, 70MHz의 대역을 mMTC 서비스를 위해 모두 사용하고 있으며, 재난상황 시 URLLC 서비스를 위한 주파수 대역은 50MHz가 필요하다 가정하였다. 대한민국 2019년 서울 화재 건수는 5875 회이며[9], 이때의 화재 진압 평균 시간은 3분 32초이다. 이 시간은 1년 총 시간의 4%에 해당하는 수치이다. 그림 2는 평상시 대비 재난상황이 일어났을 때, 사용자들의 스루풋의 CDF 변화 그래프를 나타낸 것이다. 그림 2의 Normal Situation 결과값은 평상시 mMTC 서비스들의 스루풋이다. PPDR Situation 결과의 경우, 재난상황에서 URLLC 서비스를 위한 주파수 대역이 만족된 상태이며, 남은 주파수 대역을 기존의 서비스들이 나누어 사용하고 있는 상황이다. Conv.Sharing 결과는 동일한 우선순위에서의 주파수 공유를 하였을 때의 mMTC 서비스에 대한 스루풋이다.  $w$ 는 우선순위가 있는 주파수 공유의 경우 URLLC 서비스를 위한 주파수 대역이 모두 제공되었기 때문에 1이며, 동일 우선순위의 주파수 공유의 경우 필요 주파수 대역을 만족하지 못해  $w=0.175$ 의 값을 가진다.

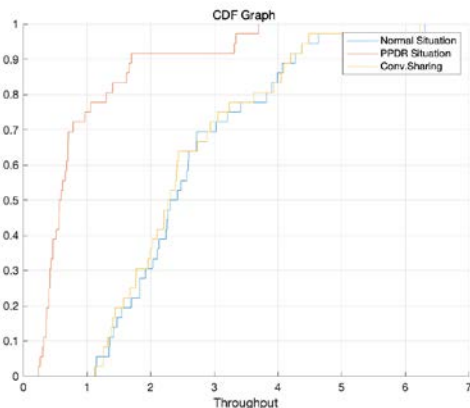


그림 2

평상시의 mMTC 서비스와, 재난상황 시 URLLC 서비스가 모두 만족되는 SE가 1이라 하였을 때, 동일한 우선순위일 때 주파수 공유 방법의 SE는 0.1682, 우선순위가 존재하는 주파수 공유 방법의 SE는 0.9858이다. 재난상황 시 URLLC 서비스를 받지 못한 경우, 가중치에 의해 낮은 값인 것을 볼 수 있다.

### III. 결론

본 논문에서는 주파수 대역이 포화된 현재와 미래 서비스들의 필요 예측을 이용해 재난상황 시 URLLC와 mMTC 서비스의 특성상 주파수 대역을 공유할 수 있는 특성에 대해 살펴보았다. 우선순위를 제안하였으며, 제안한 방법으로 재난상황 시 주파수 대역 공유를 했을 때, 스루풋의 감소 비율을 보였다. 1년의 시간 대비 재난상황 시 URLLC 서비스를 위한 주파수 대역을 모두 만족시킬 수 있으며, 평상시의 mMTC 서비스를 대부분 만족시킬 수 있는 것을 값을 통해 알아보았다. 이에 따라 두 서비스의 주파수 공유의 적절함을 보였으며, 향후 시스템을 발전시켜 부족한 주파수 대역의 대안으로 이용할 수 있음을 알 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원(No. 2018-11-1864, 주파수 공유 기반 Beyond 5G 통신 방식 연구)과 2020년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.2019RIA2C2008982)을 받아 수행된 연구임

### 참고 문헌

- [1] Shancang Li, et al., "5G Internet of Things: A survey", Journal of Industrial Information Integration, Jan. 2018.
- [2] 손일수, 이종호, "비면허대역(unlicensed-band)을 활용한 LTE 시스템의 표준화 및 상용화 동향" 통신학회학회지 제 32 권 제 11 호, 2015년 10월.
- [3] 정수현, 손인수, "비면허 대역에서의 주파수 공유 기술 분석", 한국통신학회 하계종합학술발표회, 2018.
- [4] 강구민, 박재철, 최수나, 유성진, 황성현, 변우진, "주파수 공동사용 정책 및 표준화 동향", 한국전자통신연구원, 2018.
- [5] "재난상황관리지원을 위한 재난안전통신망 활용방안 기획 연구", 국립재난안전연구원, 2018. 12.
- [6] "혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략", 국가전자정보통신산업진흥회, 2018.
- [7] 김성환, 김광순, "광대역 IoT와 비상통신망의 효율적 주파수 공동 사용 기법" 한국통신학회 학술대회논문집, 2019.
- [8] "재난안전 상황분석 결과 및 중점관리 대상 재난안전사고", 행정안전부, 2019. 5.
- [9] "화재현황분석", 소방청 국가화재정보센터
- [10] "서울시 화재사고 현장대응성 강화 위한 소방력 운용 개선방안", 서울연구원