

# 부족한 주파수 대역을 해결하기 위한 동적 주파수 공유 시스템

김성환, 김광순  
연세대학교 전기전자공학과

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

## Dynamic Spectrum Sharing System to Solve Insufficient Bandwidth

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

### 요 약

본 논문은 증가하고 있는 다양한 서비스를 만족시키기 필요한 주파수 자원을 효율적인 사용을 위해 6GHz 이하의 대역에서 동적 주파수 공유 시스템의 필요성에 대해 기존 주파수 공유 방법들과 제안하는 주파수 공유 시스템을 공통된 모형의 그림으로 설명하였다. 또한 주파수 대역의 할당을 위해 결정하는 라이선스 모형을 비교하여 설명하였고 제안하는 주파수 공유 시스템에서 대역을 할당하기 위한 모형의 목적에 대해 나타내었다.

### I. 서론

5G 와 B5G/6G 의 늘어나는 서비스를 만족하기 위해 추가적인 주파수 대역이 필요한 단 문제가 제기되어 왔다. 이를 해결하기 위해 기존에 사용 중인 6GHz 이하의 대역 외에 추가적으로 mmWave 대역을 사용하기 시작했다. 그러나 mmWave 대역의 주파수 특성으로 경로 손실 및 신호 차단 방지, 기술의 복잡성 그리고 많은 에너지 소비의 문제로 인프라를 구축하는데 많은 비용이 필요하기 때문에 사용하는 데 어려움을 겪고 있다 [1]. 반면 사용중인 6GHz 이하의 대역은 mmWave 대역과 다르게 높은 신뢰성과 넓은 서비스 범위, 이동성 있는 사용자에게 서비스하기 좋다. 그러나 6GHz 이하의 대역은 이미 포화되었기 때문에 [2] 이를 효율적으로 활용하고자 하는 많은 연구들이 있다. 그중 주파수 대역의 사용 권한이 있는 라이선스 대역을 공유하여 주파수 자원을 효율적으로 사용하는 주파수 공유 방법이 주목받고 있다 [3].

이동통신사업자들은 주파수 경매를 통해 일반적으로 가격에 비례한 라이선스 대역을 할당받아 사용자들에게 무선통신 서비스를 제공한다. 할당받은 대역을 항상 전부 사용하는 것이 아니기 때문에 자원의 효율을 높이기 위하여 할당받은 대역에서 주파수 공유를 하는 방법이 대표적으로 두 가지가 있다. 첫 번째로 주파수 거래 또는 대역이다 [4]. 이 방법은 라이선스가 있는 1 차 사용자에서 사용되지 않는 주파수 대역을 주파수 자원을 필요로 하는 2 차 사용자에게 판매 또는 대역을 하여 주파수 자원의 효율과 거래를 통한 경제적 이익을 얻는 방법이다. 두 번째 방법은 군 통신 및 위성통신과 같은 기존 서비스들이 사용하는 주파수 대역을 경매를 통해 권한을 얻어 보호되는 PAL, 기존 서비스와 PAL 이 사용하지 않는 주파수 대역을 사용하는 GAA 의 3 계층으로 구성된 미국의 Citizen Broadband Radio Service (CBRS)이다 [5]. CBRS 는 전체 지역 중 일부

지역에서만 사용되며, 사용되는 빈도수가 적은 주파수 대역을 공유하여 주파수 자원의 효율과 경매를 통해 경제적 이익을 얻는 방법이다.

위와 같은 주파수 공유 방법들은 일정한 크기로 할당된 라이선스 대역에서 주파수 자원의 낭비를 줄이는 방법이다. 그러나 일정한 크기로 할당받은 대역은 사용자들이 많은 도심지역과 교외 지역의 사용자들의 수로 인한 서로 다른 주파수 대역의 크기를 필요로 하는 것과 같이 [6] 시간과 위치에 따라 변화하는 서비스를 만족시키기 위한 주파수 대역의 확보가 어렵다.

따라서 본 논문에서는 고정된 대역의 사용으로 주파수 자원의 낭비 또는 사용자들에게 서비스를 만족시키기 위해 시간과 공간에 따라 변화하는 사용자들에게 서비스하기 위한 기지국에서 필요로 하는 주파수 대역을 동적으로 할당할 수 있는 주파수 공유 시스템을 제안한다. 또한 제안하는 시스템과 기존 방법들의 라이선스 조건을 비교하며 제안하는 시스템의 주파수 할당 목적을 제시한다.

### II. 본론

그림 1 은 기존과 제안하는 시스템을 나타낸 그림이다. 기존의 방법인 주파수 경매는 정부(SAS)에서 이동통신사업자(Sub system)에게 고정된 대역을 할당한다. 주파수 거래 또는 대역은 1 차 사용자 (Sub system)가 자신보다 낮은 계층의 2 차 사용자에게 판매 또는 대역하여 주파수를 사용하게 한다. CBRS 는 SAS 에서 각각의 사업자(Sub system)에 고정된 대역을 할당해 기지국들의 일정한 범위에서 대역 사용 권한을 준다.

제안하는 시스템은 할당된 대역의 크기가 고정되어 대역을 사용되지 않아 주파수 자원을 낭비하거나 할당된 대역보다 많은 대역을 필요로 하여 모든 사용자에게 서비스를 만족하지 못하는 것을 해결하기 위해 제안한다.

사용 가능한 전체 대역을 고정된 대역을 할당하는 것이 아닌 시간과 공간마다 서로 다른 대역 요구량에 따라 간섭량을 고려해 대역을 효율적으로 할당하는 역할의 SAS 에서 Sub system 에 대역을 할당하는 것이다. Sub system 은 이동통신사업자와 같은 역할로 관리하는 기지국들에게 SAS 에서 할당된 대역을 사용하도록 주파수 재사용과 같은 기술을 이용하여 간섭을 고려해 대역을 할당한다. Sub system 보다 우선순위가 높은 기존 사용되던 서비스가 주파수 대역을 사용하거나 시간에 따라 필요 대역폭량이 달라질 때 SAS 에서 대역을 새롭게 할당하여 동적 주파수 할당을 한다. 그림 1 은 제안하는 주파수 공유 시스템의 전체 아키텍처를 나타낸 그림이다.

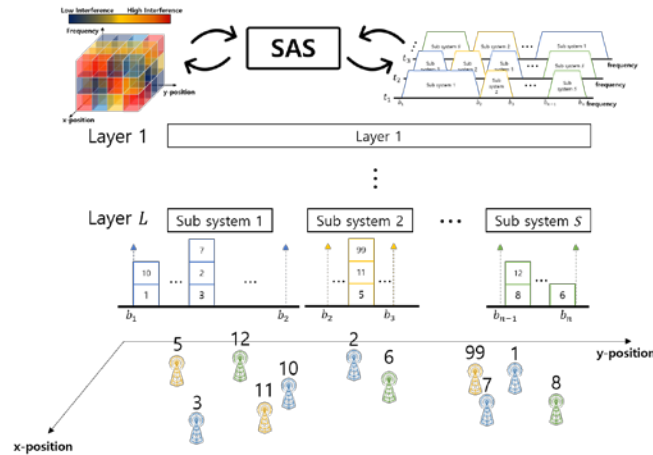


그림 1. 주파수 공유 시스템 아키텍처

그림 2 는 대역 사용 권한을 받기 위한 라이선스를 나타낸 그림이다. 주파수 경매, 주파수 판매 또는 대역 그리고 CBRS 는 라이선스를 얻기 위해 필요한 대역의 크기와 대역을 사용하기 위한 가격을 제시한다. 할당되는 대역의 결과를 해당하는 사업자들에게 알려주어 고정된 주파수 대역 사용 권한을 준다. 일반적으로 할당되는 대역의 크기는 결정하는 규칙은 가격에 비례한다.

제안하는 주파수 공유 시스템에서 일정한 범위 내에 있는 서로 다른 Sub system 의 기지국끼리 요청하는 대역폭이 할당할 수 있는 대역폭보다 클 때 할당하기 위한 대역의 크기를 결정하기 위해 SAS 에서 라이선스를 이용한다. 제안하는 주파수 공유를 위한 라이선스는 동적으로 할당하기 위해 각각의 기지국에서 필요한 대역의 크기의 발생 확률 분포를 알려주어, SAS 에서 결정된 할당 가능 대역의 분포에 맞춘 대역 할당을 해야 한다. 결정된 할당 가능 대역의 분포를 통해 평균 할당량과 기존 시스템에 비해 향상된 성능을 확인할 수 있어야 한다. 할당되는 대역의 크기가 결정되기 위해 정해지는 라이선스의 목표는 다음과 같아야 한다.

가격이 높을수록 할당되는 주파수 대역의 양은 높아지지만 독점적으로 할당되는 것을 막기 위한 임계값이 존재하여야 한다. 또한 주파수 대역 요구량이 증가할수록 할당 주파수 대역의 크기가 증가하지만, 이 또한 독점적으로 할당되는 것을 막기 위한 임계값이 존재하여야 한다. 이와 같은 목표를 갖고 SAS 에서 결정되는 대역을 Sub system 에 동적으로 할당을 하여 효율적인 주파수 자원의 사용을 위한 적절한 라이선스가 정해져야 한다.

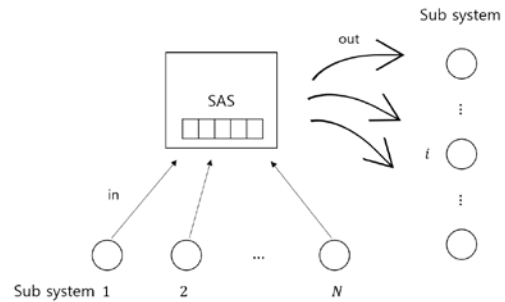


그림 2. 라이선스 모형

### III. 결론

본 논문에서는 포화된 6GHz 이하의 대역에서 시간과 공간에 따라 서로 다른 트래픽을 만족시키기 위한 새로운 주파수 공유 시스템을 제안하였다. 기존 주파수 공유 방법들과 제안된 주파수 공유 시스템의 아키텍처를 공통된 그림으로 설명하였으며 대역 할당을 받기 위해 결정되는 라이선스의 특징 또한 비교하였다. 향후 제안하는 시스템의 라이선스를 결정하기 위한 최적화된 방법이 연구된다면 기지국에서 서비스를 못하는 경우가 줄어들거나 기존 대비 주파수 자원의 효율이 향상될 것으로 예상된다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원(No. 2018-0-00923, 주파수 공유 기반 Beyond 5G 통신 방식 연구)과 2021 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.2019R1A2C2007982)을 받아 수행된 연구임

### 참 고 문 헌

- [1] J. Deng, O. Tirkkonen, R. Freij-Hollanti, T. Chen, and N. Nikaein, "Resource allocation and interference management for opportunistic relaying in integrated mmwave/sub-6 ghz 5g networks," vol. 55, pp. 94-101, 2017.
- [2] Mobile Frequencies Allocations, Dec. 2020. [Online]. Available: <https://www.spectrummonitoring.com/frequencies.php/frequencies.php?market=KOR>
- [3] A study prepared for the European Commission D.G. Communications Networks, "Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe," [https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study5G in Europe.pdf](https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study5G%20in%20Europe.pdf); Feb:2017:
- [4] L. Gao, X. Wang, Y. Xu, and Q. Zhang, "Spectrum trading in cognitive radio networks: A contract-theoretic modeling approach," vol. 29, pp. 843-855, 2011.
- [5] WirelessInnovationForum, Wireless Innovation Forum Spectrum Sharing Committee, Feb. 2017.
- [6] V. Chetlapalli, K. S. S. Iyer, and H. Agrawal, "Modelling time-dependent aggregate traffic in 5g networks," vol. 73, pp. 557-575, 2020.