

OP Map 기반의 차세대 주파수 공유 시스템

조문규^o, 진희뢰, 김성륜, 김광순

연세대학교 전기전자공학과

OP Map based Next Generation Frequency Sharing System

Moon-Kyu Jo^o, Chen Xilei, Seong-Lyun Kim, Kwang-Soon Kim

Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

moonkyu@dcl.yonsei.ac.kr, xlchen@dcl.yonsei.ac.kr, seonglyun.kim@gmail.com, ks.kim@yonsei.ac.kr

요 약

최근 해외에서는 주파수 부족 문제를 해결하기 위해 공공기관과 민간이, 면허권자와 비면허권자가 특정 대역의 주파수를 공유해서 사용하는 새로운 주파수 접속기술 모형이 주목받고 있다. 이는 5세대 이동통신에 접어들면서 이동통신 트래픽의 기하급수적인 증가와 사물인터넷(Internet of Things)시대의 도래에 따라 주파수 수요는 더욱 크게 증가할 것이기 때문에 기술적으로 뿐만 아니라 제도적으로도 한정된 주파수 자원을 효율적으로 활용하는 방안을 모색하고 있는 것으로 보인다. 본 논문에서는 제도적인 관점에서 미국, 유럽 등이 추진하고 있는 주파수 공유 (Spectrum Sharing) 모형의 연장선상에서, 모든 무선통신 스펙트럼을 총괄하고 새로운 주파수 접속 시도와 라이선스 범위를 확대한 차세대 주파수 공유 시스템 모형을 제안한다.

1. 서론

5세대 이동통신에 접어들면서 사물인터넷, 커넥티드카, 실감형 미디어 서비스 등 수많은 통신 서비스 확대에 따라 주파수 수요가 폭발적으로 증가 하면서 주파수 부족문제가 대두되고 있다. 이를 해결하기 위해 활용도가 떨어지는 용도의 주파수를 회수하여 재배치하는 방법은 비용적 한계 등의 이유로 미국, 유럽에서는 특정 대역에서 주파수를 공유하는 형태의 CBRS (Citizens Broadband Radio Service), LSA (Licensed Shared Access)와 같은 제도적인 해결책들이 나오고 있다 [1]-[2]. 이러한 주파수 공유 모형의 특징으로는 기존 사용자에게 시공간적으로 영향을 미치지 않으면서 다양한 형태의 라이선스가 존재하고 이들이 같은 대역을 공유함으로써 주파수 효율을 극대화시키는 것이다. 본 논문에서는 이를 출발점으로 더욱 장기적인 안목에서, 미래의 무선통신 스펙트럼 및 시스템 전체를 관장하는 차세대 주파수 공유 시스템 모형을 제안한다. 제안하는 모형은 특정 대역에 국한되어 있는 것이 아니라 전 대역을 아우르는 스펙트럼 종합관리 시스템으로, 라이선스의 사용 사례도 (Use case)의 범위를 확장하고 공공기관 통신시스템의 활용도 및 이용효율을 높일 수 있다. 또한 진화된 주파수 접속 기술을 통해 주파수 효율을 극대화하여 정부의 부담을 완화하고 사업자에게 저렴한 주파수 라이선스 이용 환경을 만들어 줄 수 있다는 측면에서 의미가 있다.

2. 본론

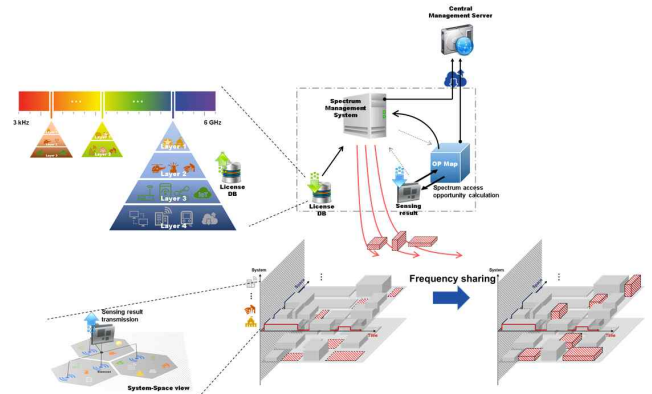


그림1. 제안하는 주파수 공유 시스템 모델

그림1은 본 논문에서 제안하는 차세대 주파수 공유 시스템 모형이다. 미국의 CBRS와 유럽의 LSA는 활용도가 특정대역에 제한되어 있는데 반해 제안하는 모형은 중앙관리서버 (Central Management Server)로부터 무선통신 전 대역이 총체적으로 관리 및 운용된다. 최상위의 중앙관리서버는 각 접속계층의 라이선스 데이터베이스 정보와 분산된 센서로부터의 실시간 가용 주파수 센싱 정보를 기반으로 각 대역의 시스템들을 시공간적으로 조정(Coordination) 및 운용한다. 센싱 정보는 [3] 에서 제시한 OP Map 을 기반으로 하며, OP Map 은 1차 사용자 보호 및 2차 사용자의 요구를 종합적으로 고려해 1차 사용자들

보호하면서 2차 사용자가 통신할 수 있는 확률을 정량적으로 수치화하여 제공한다.

접속 계층은 총 K 계층 (Layer1-LayerK)으로 나뉘며, 순서에 따라 높은 접속 우선순위를 갖는다. 접속계층1에 대한 라이선스는 타 계층의 간섭을 받지 않고 주파수를 사용할 수 있는 권한을 부여받고, 접속계층3, 4에 대한 라이선스에는 시공간 별로 사용할 수 있는 주파수 대역 및 각 주파수 대역에 허용되는 접속확률이 부여되어, 본 라이선스 취득 시 시공간적으로 주파수 이용이 일부 제한된다. 이 때, 접속확률은 라이선스 취득 시 협의된 조건 하에서 가변될 수 있으며, 중앙관리서버로부터 통제받는다. 접속계층2는 중앙관리서버로부터 하위 접속계층의 시공간에 따른 주파수 사용 정보를 인지함에 따라, 기존에 허락된 주파수 대역과 중앙관리서버의 주파수 운용 및 접속계층3, 4에 대한 통제에 따른 빈 주파수를 탄력적으로 이용하여 주파수 이용 효율을 극대화할 수 있다. 이 때, 접속계층3, 4는 접속계층2의 통신 긴급성에 따른 중앙관리서버의 통제에 의해 접속계층2로부터 다소 간섭 받을 수 있다는 전제하에 운용된다. 일 실시예로 재난안전통신과 같이 통신 우선순위가 높지만 시공간적으로 이용률이 매우 낮은 통신시스템에 접속계층2를 적용한다면, 지금까지 이러한 통신시스템을 위해 별도의 대역을 할당하지 않더라도 해당 시스템이 필요할 때 중앙관리서버의 통제에 의해서 실질적으로 목표하는 통신 환경을 갖출 수 있다.

	Bandwidth (MHz)	Min usage (%)	Max usage (%)	Avr usage (%)	Outage (%)	Example
Case1	2100-2120	50	70	65	15	Rural type
Case2	3600-3680	20	80	50	5	Spark type
Case3	5500-5700	90	100	97	10	Dense Urban type
⋮				⋮		

그림2. 접속계층3 라이선스 예시

그림2는 접속계층3에 대한 라이선스 예시이다. 라이선스를 취득했을 시 현행처럼 해당 주파수를 무조건적으로 사용하는 것이 아닐 수 있으며, 시간 축을 고려한 해당 대역에서의 가용 사용량에 대한 조건이 부여된다. 가용 사용량은 해당 주파수에 대한 최소 사용량 (Min usage)과 최대 사용량 (Max usage) 내에서 중앙관리서버에서 의해 실시간으로 가변될 수 있으며 불능 (Outage)은 접속계층2에 의해 간섭이 생길 수 있는 정도를 의미한다. 이에 따른 궁극적인 목표는 통신 우선순위가 높은 접속계층2가 언제든지 활용될 수 있는 여지를 줌으로써 주파수를 공동 사용하여 주파수 효율을 높이는 것이다.

그림3은 제안하는 주파수 공유 시스템의 중앙관리서버 아키텍처이다. 각 접속계층은 위치정보, 주파수 및 시공간 이용정보 등을 스펙트럼 관리시스템 (Spectrum Management System)의 관리부 (Manager)에 등록한다. 관리부는 이러한 라이선스 데이터베이스 정보를 기반으로 대역별로 네트워크를 계획 및 구성하며, 제어부 (Controller)는 관리부의 정보를 활용

하여 각 대역별로 주파수 공유 이용자 (Frequency shared user)를 통제한다. 또한 제어부는 상위 접속계층에 간섭을 미치지 않도록 하는 간섭 조정 (Interference Coordination)과 접속계층1과 같은 기존 사용자에게 영향을 미치지 않도록 하는 기존 사용자 보호 시스템 (Incumbent Protection System)의 정보를 이용하여 각 접속계층의 송신전력과 변조, 부호화, 다중접속, 프리코딩, 웨이브폼 등의 전송방식을 결정한다. 한편으로는 분산된 센서를 이용해 실시간으로 각 접속계층 또는 사용자의 주파수 이용 및 간섭정보를 센싱하여 머신러닝 (Machine Learning) 기반의 OP Map을 구축해 1차 사용자를 보호하면서 2차 사용자의 목표 통신용량을 제공한다.

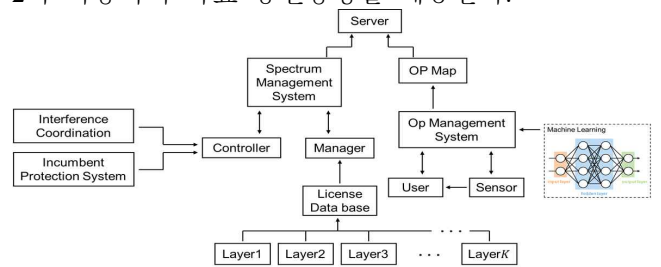


그림3. 중앙관리서버 아키텍처

3. 결론

본 논문에서는 차세대 주파수 공유 시스템을 제안하였다. 제안하는 주파수 이용 모형에 대한 개체 구성 및 각 개체의 동작을 제시하여 주파수 부족 문제에 대한 정책적인 해결책을 모색하였다. 추후, 본 논문에서 보인 시스템 모델 및 중앙관리서버의 아키텍처를 세분화하고 라이선스의 활용 사례도를 다각화하여 제시할 계획이다.

4. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신 방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2014-0-00552, 고성능, 고효율의 차세대 무선랜 무선전송 원천기술 개발]

5. 참고 문헌

[1] Intel, "Spectrum sharing: Licensed shared access (LSA) and spectrum access system (SAS)," MD Mueck, S Srikanteswara, B Badic - Intel White Paper, 2015 - intel.ca.
 [2] Mobile Experts, White Paper "CBRS: New shared spectrum enables flexible indoor and outdoor mobile solutions and new business models," March. 2017.
 [3] J. Kim, S.-W. Ko, H. Cha, and S.-L. Kim, "Sense-and-Predict: Opportunistic MAC Based on Spatial Interference Correlation for Cognitive Radio Networks," in *Proc. IEEE DySPAN*, Baltimore, MD 2017.