

공공안전 및 재난 통신을 위한 최우선 비상 시스템

이진녕, 김종현, 이광훈, 채찬병*, 김광순
연세대학교 전기전자공학과, *글로벌융합공학부

{jnlee, jhkim, ghl1016 }@dcl.yonsei.ac.kr, {cbchae, ks.kim}@yonsei.ac.kr

High priority emergency systems for public safety and emergency communications

Jinnyeong Lee, Jong Hyun Kim, Gwang Hun Lee, Chan-Byoung Chae, Kwang Soon Kim
Yonsei University

요 약

본 논문에서는 최근에 데이터 전송 속도 향상을 목표로 거론되고 있는 공공안전 및 재난통신에 대해 다룬다. 1 GHz 대역 이하의 별도의 전용망과 Long Term Evolution (LTE) 네트워크를 기반으로 하는 공공안전 LTE (Public Safety-LTE, PS-LTE)가 주로 고려가 되고 있는 가운데, 본 논문에서는 별도의 전용망을 사용하지 않는 최우선 비상 시스템기반의 공공안전 및 재난 통신 방식에 대해 고려하였다. 또한 간단한 모의실험을 통해 성능 결과를 보였고, 앞으로의 연구 방향 및 가능성에 대해 논의하였다.

I. 서 론

최근에 더 빠른 데이터 전송 속도를 보장하고, 기존보다 다양한 서비스를 사용자에게 제공하기 위해 많은 연구가 이루어지고 성과를 얻은 셀룰러나 Wi-Fi 통신과는 달리 공공안전 및 재난 통신은 여전히 큰 발전 없이 뒤떨어져 있다. 유럽의 경우 TETRA 나 TETRAPOL 과 같은 전용 네트워크를 통해 공공안전 및 재난 통신을 위한 서비스를 제공해왔지만, 이는 여전히 협대역을 통한 음성 중심의 서비스만을 고려하는 등 평장히 한정된 범위의 데이터 서비스만을 제공하고 있다.

이러한 현재의 상황을 개선하고 공공안전 및 재난 통신을 위한 다양한 서비스 제공을 위해 최근에 가장 많이 고려가 되고 있는 것이 바로 PS-LTE 이다 [1, 2]. PS-LTE 는 주로 공공안전 및 재난 통신을 위한 전용망을 고려하고 있고, LTE 네트워크 기반의 통신 방식을 통해 기존보다 더욱 향상된 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 현재 미국에서는 이미 700MHz 대역에서 10+10 MHz 의 대역폭을 전용망으로 지정하였고, 유럽 및 아시아 등 전세계적으로도 1GHz 대역 미만의 대역에서의 PS-LTE 를 위한 전용망을 검토하고 있다. 하지만 전체 주파수 자원은 한정적이므로, 이와 같이 별도의 전용망을 지정하는 것만으로는 서비스 제공의 한계가 있다는 문제가 있다.

본 논문에서는 PS-LTE 와 같이 별도의 전용망을 통한 광대역 서비스를 제공하는 것과 달리, 스펙트럼을 센싱하여 주사용자들이 사용하지 않는 빈 주파수 대역을 활용하여 통신을 하는 방식인 인지무선 (Cognitive radio) 기술과 유사한 최우선 비상 시스템 (High priority emergency system)을 통한 공공안전 및 재난 통신에 대해 고려하고자 한다.

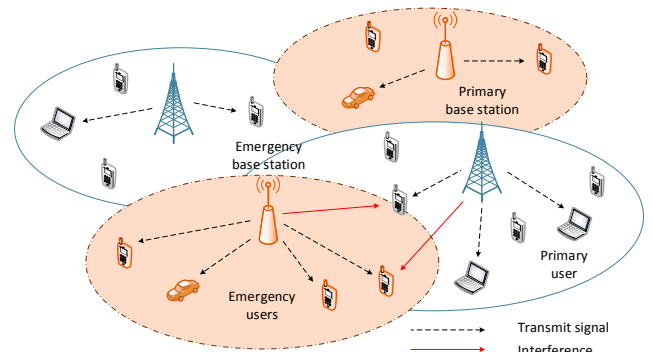


그림 1. 시스템 모형

II. 시스템 모형

그림 1 은 본 논문에서 고려하고 있는 최우선 비상 시스템의 공공안전 및 재난 통신의 시스템 모형이다. 기본적인 시스템의 구조는 흔히 고려되는 인지무선 시스템과 크게 다르지 않다. 먼저 주파수 대역을 주로 선점하여 사용하고 있는 주 사용자 (Primary user)들이 서비스 영역 내에 분포하고, 이들에게 데이터를 전송하는 주 기지국 (Primary base station)이 존재한다. 이러한 상황에서 비상 기지국 (Emergency base station)이 존재하고, 현재 주파수 스펙트럼을 센싱하고, 주파수 대역의 사용여부를 파악하여 이를 기반으로 비상 사용자 (Emergency user)들에게 서비스를 제공한다. 하지만 공공안전 및 재난 통신은 일반적인 인지무선 통신과 달리 고신뢰도의 서비스를 제공해야 하므로, 주 사용자에게 주는 간섭을 고려하여 사용할 수 있는 송신 전력의 한계가 존재하지 않는다. 따라서 기본적으로 요구되는 데이터 전송 속도를 만족하기 위해, 기지국의 송신 전력은 높고, 통달 거리 또한 넓어야 하는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 갖는 시스템을 적용하였을 때, 주변의 주 사용자의 스펙트럼 사용 상황이 성능 결과에

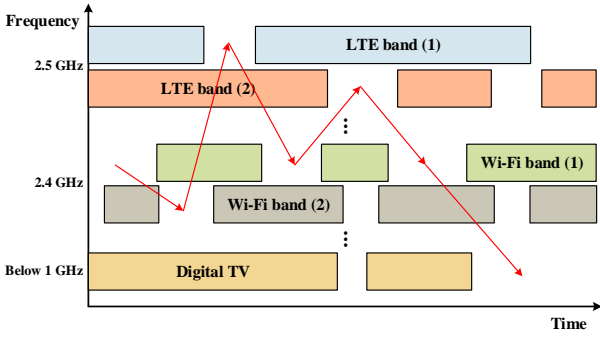


그림 2. 시간에 따른 주파수 사용 현황

가장 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 다음과 같은 3 가지 상황을 고려할 수 있다.

- Case1: Hotspot 과 같은 많은 서비스 사용 상황
- Case2: 중간 정도의 서비스 사용 상황
- Case3: 밤 시간과 같은 적은 서비스 사용 상황

그림 2 는 시간에 따른 주파수 대역폭 사용 현황을 나타낸 일예이다. 그림 2 에 나타난 바와 같이 제안하는 시스템은 빈 주파수 공간이 존재할 경우 주 사용자에게 간섭을 주지 않으며 서비스를 제공할 수 있다. 반면 빈 주파수 공간이 존재하지 않을 경우 주 사용자의 사용 여부에 상관없이 통신을 한다.

그림 3 은 앞서 고려한 각 상황에서 비상 기지국을 통해 랜덤한 거리에 있는 공공안전 및 재난 통신 사용자에게 서비스를 제공했을 때 평균 전송량을 나타낸 것이고, 그림 4 는 이러한 경우에 주 사용자에게 미치는 평균 간섭 크기이다. 공공안전 및 재난 통신을 위한 비상 기지국의 전송 전력은 주 사용자를 고려하여 PS-LTE 에서 송신 전력보다는 조금 작은 크기를 고려하였다 [3]. 따라서 기본 송신 전력은 43 dBm 으로 고려하였고, 사용자의 위치는 기지국으로부터 0 에서 500m 사이의 거리에 랜덤하게 분포하였다. 또한 앞서 고려한 상황에 따른 성능 결과를 확인하기 위하여 먼저 주사용자인 LTE 기지국과 Wi-Fi AP 등을 인지무선 기지국 주변에 분포하였고, 상황에 맞게 서비스 사용 빈도를 조절하였다. 그림 3 과 그림 4 의 성능 결과를 통해 확인할 수 있듯이 일반적인 PS-LTE 의 하향링크 요구 전송량은 20~22Mbps 정도인 것을 고려했을 때 그것에 조금 미치지 못하지만 어느 정도의 성능을 얻을 수 있을 것으로 보인다. 상황 별로 살펴보면 Case1 과 같이 서비스 사용량이 많은 경우에는 주 사용자의 간섭으로 인해 전송량이 낮아지고, 주 사용자에게 미치는 간섭 또

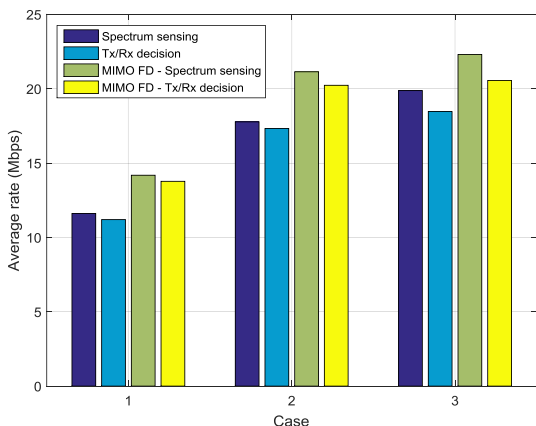


그림 3. 상황 별 사용자 평균 데이터 전송량

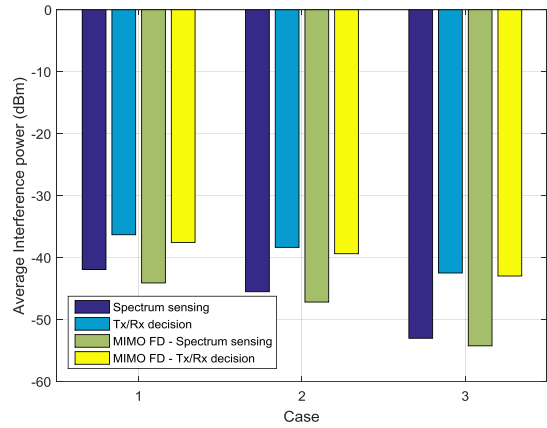


그림 4. 상황 별 평균 간섭 크기

한 상대적으로 크다. 반면에 Case3 과 같이 서비스 사용량이 적은 경우에는 빈 주파수 대역을 적절히 활용하여 적은 대역폭으로 요구 전송량을 얻고, 주 사용자에게 미치는 간섭 또한 낮다. 추가적으로 인지무선 기지국에서 다중안테나 (Multiple Input Multiple Output, MIMO)와 전이중 (Full Duplex) 기술을 사용할 경우, 목표 전송량을 위해 필요한 대역폭과 시간이 줄어들어 Case1 과 2 에서 주사용자의 빈 주파수 대역을 사용하기 더욱 수월해져 Case3 에 비해 큰 성능 향상을 기대할 수 있다. 마지막으로 빈 주파수를 스펙트럼 센싱 (Spectrum sensing)을 통해 수신기에서의 SINR 과 다른 시스템의 영향을 모두 고려하여 정확하게 찾는 경우와 송, 수신기가 독자적으로 판단하는 경우의 성능 차이 또한 그림 3 과 4 를 통해 확인할 수 있다. 이러한 결과들을 놓고 봤을 때, 향후 시간-공간에서 빈 주파수 대역을 동적으로 찾아서 활용하는 주파수 효율적인 방식이 연구가 된다면 추가적인 전용대역 없이 활용 가능한 의미있는 시스템이 될 것으로 보인다.

III. 결론

본 논문에서는 전용망을 사용하여 공공안전 및 재난 통신 서비스를 제공하고자 하는 PS-LTE 와 달리, 별도의 전용망 없이 통신 서비스를 제공하는 최우선 인지 무선 시스템에 대해 고려하였고, 간단한 모의실험을 통해 향후 연구 가능성에 대해 검토하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송연구개발사업 [B0126-16-1017, 주파수 센싱 기반의 스펙트럼 관리 및 미래전파통신 플랫폼 연구]과 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 [NRF-2014R1A2A2A01007254]의 일환으로 수행하였음.

참고 문헌

[1] R. Ferrús, *et al.*, "LTE: The technology driver for future public safety communications", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 51, no. 10, pp. 154-161, Oct. 2013

[2] T. Doumi *et al.*, "LTE for public safety networks", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 51, no. 2, pp. 106-112, Feb. 2013

[3] ETSI TR 102 628, "Additional Spectrum Requirements for Future Public Safety and Security (PSS) Wireless Communication Systems in the UHF Frequency," Aug. 2010.