

LTE-U(Unlicensed)와 D2D 기술 기반의 차세대 이동통신 기술 방향



안승진 LG전자 MC연구소 책임연구원
이주희 LG전자 MC연구소 연구위원
김인경 LG전자 MC연구소 상무

1. 머리말

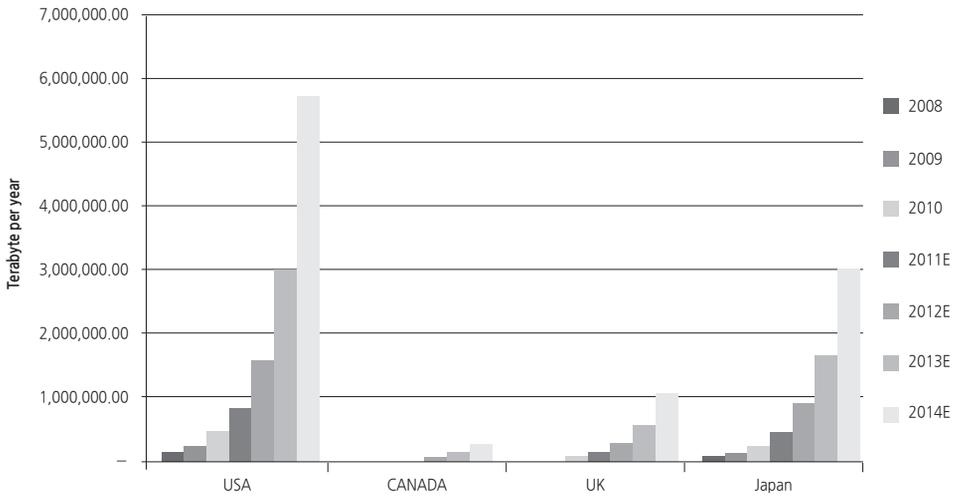
현재 많은 국가에서 LTE 상용화가 진행 중이고 한국에서는 이미 캐리어 어그리게이션(Carrier Aggregation)을 중심으로 LTE-Advanced(어드밴스드)가 상용화되었다. LTE는 현재 이동 통신기술의 핵심으로 서서히 자리를 잡아가면서 무선 속도 뿐만 아니라 다양한 서비스를 준비하고 있다. 빔포밍(Beamforming)기술과 기지국 간의 협력 기술(CoMP), 간섭 제거 기술(ICIC, eICIC, FeICIC 등)들이 앞으로 무선 속도 향상(Carrier Aggregation 등)과 더불어 고품질 통신 서비스를 위해 상용화될 예정이고, 지금 3GPP에서는 Release12/13부터 5G 이동 통신에 근접한 기술들의 표준 작업이 진행되고 있다. 본 고에서는 Release12/13에서 중요하게 논의되는 기술 중 시장에 가장 많은 영향을 줄 수 있는 비 면허 대역의 사용과 단말과의 직접 통신 기술에 대해 주로 다루고자 한다. 폭발적으로 증가

하는 데이터 요구에 대처하기 위해 사업자들이 점차 관심을 가지기 시작한 비 면허 대역(Unlicensed Spectrum) 사용의 현재 기술 접근 방향과 근접 기반 서비스의 Device Discovery 기술을 이용한 상업적인 수익 모델 가능성과 재난 시 신속한 인명 구조 활동을 지원할 기술로써 현재 많은 각광을 받고 있는 Public Safety(공공 재난 안전 서비스)에 대해서도 살펴볼 예정이다.

2. LTE-Unlicensed(비 면허 대역) 사용 기술

3G/4G로 이동 통신 기술이 발전하면서 일반 사용자들의 데이터 사용량이 급격하게 늘어나게 되었다. [그림 1]은 전 세계 주요 각국의 데이터 사용량 증가를 예측한 도표로 많은 데이터 증가에는 필수적으로 주파수 자원의 증설이 요구된다.

통신 서비스 사업자들은 현재 GSM이건 WCDMA이건 LTE 서비스와 관계없이 모바일



※ 출처: Huawei Wireless 2011 Q1 (based on Informa)

[그림 1] 전세계 국가들의 데이터 사용량 증가 예측

서비스 사업권을 정부나 국가로부터 획득하고, 많은 천문학적 비용을 지불해 주파수를 확보한 후 가입자에게 양질의 통신 서비스를 제공한다. 현재 통신 서비스는 점차 Voice 중심에서 Data 중심으로 바뀌고 있는데 [그림 1]과 같은 데이터 사용량의 증가 추세가 계속된다면 5G가 시작되는 시점(2020년 정도)에는 엄청난 양의 M2M(IoT) 디바이스(Device)와 함께 주파수 부족 현상이 발생할 것으로 예측된다. 따라서 그 대안으로 3GPP에서는 ISM(Industrial Scientific Medical Band) 대역으로 알려진 비 면허 대역의 사용에 대해서 작년부터 논의를 시작하였다. 이 장에서는 비 면허 대역(Unlicensed Spectrum)의 사용에 대해 어떤 기술들이 들어올 예정인지 간단하게 설명하고자 한다.

2.1 비 면허 대역의 소개

LTE-U를 이해하기 위해서는 비 면허(Unlicensed) 대역이 무엇인지 이해하는 것이 중요하다. 비 면허 대역은 말 그대로, 사용 허가를 국가의 공인

기관으로부터 독점적이거나 공식적으로 받지 않고도, 누구나 사용을 할 수 있는 대역을 말한다. 해당 대역을 영어로 ISM 대역이라고도 부르는데 I(산업: Industrial), S(과학: Scientific), M(의료: Medical) 분야에서 원래는 사용하도록 한 대역이다. 하지만 통신 사업자들이 거의 독점적으로 사용하는 면허 대역(Licensed Band)과 달리 현재는 WLAN(Wireless LAN: WiFi)나 블루투스(Bluetooth) 등에서 주로 사용하고 있다. 무선으로 정보를 주고받기 위해서는 원칙적으로 주파수라는 자원이 필요하다. WiFi는 현재 모든 사람이 주파수 자원을 거의 무료로 이용하면서 기존의 WCDMA나 LTE처럼 통신 사업자들에게 돈을 내지 않고 사용하는 것이 특징이라고 할 수 있다. 각 정부에서는 무선 통신 사업자들의 영리 목적이나 방송용으로 사용하는 면허 대역 이외에 ISM 대역이라고 부르는 비 면허 대역을 지정하고 있다. 나라마다 차이는 있지만 주로 2.4GHz 대역이나 5GHz 대역이 이에 해당하고

SKT, KT, LGU+ 같은 통신 서비스 사업자 이외에 누구나 AP(공유기)를 사서 인터넷망에 연결하면 주파수 자원을 거의 무료로 사용할 수 있다. 3GPP에서는 기존의 엄청난 비용을 지불하고 일정 기간만 사용하는 주파수 대역들로는 심각하게 늘어나는 데이터 사용량을 대응하는데 한계가 있다고 여기고 무료로 사용할 수 있는 주파수 대역의 활용 방안에 관심을 가지고 표준 논의를 시작하였다.

2.2 LTE-U와 WiFi 차이점

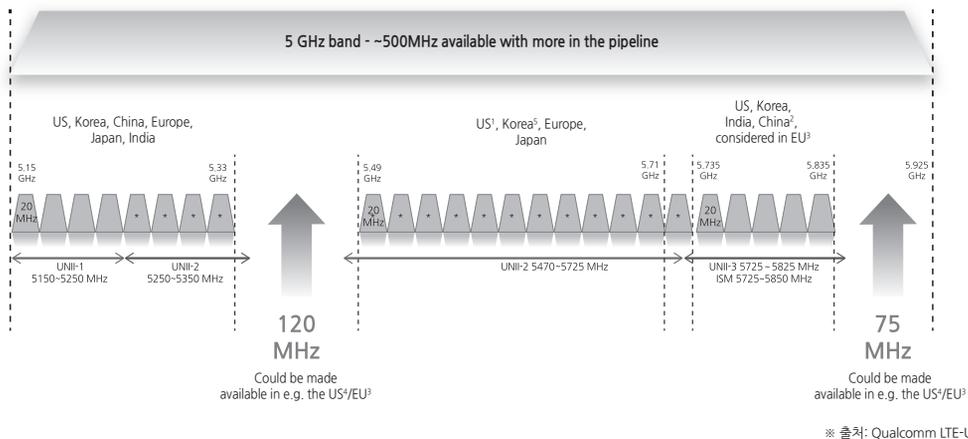
LTE-U에서는 현재 WiFi에서 사용하는 AP처럼 독립적인(Standalone) 펌토 셀(Femto Cell) 형태가 아닌 캐리어 어그리게이션(Carrier Aggregation)의 SCell이나 Release12의 Small Cell 기법 중 하나인 Dual Connectivity 같은 형태에서의 Slave eNodeB(SeNodeB)를 많이 고려하면서, TDD(시분할 방식)나 Downlink만 있는 형태의 FDD(SDL:Supplementary Downlink)만 비 면허 대역으로 사용할 계획이다. 이렇게 하는 큰 이유는 기존 사업자들이 사업권이 없는 단체에서 LTE 서비스를 WiFi처럼 들여와 사업할 수 있는 여지가 있다고 생각하기 때문에, 비 면허 대역은 부가적인 형태로만 존재하는 것을 원한다고 볼 수 있다.

WiFi는 QoS(Quality of Service)가 없고 HARQ Process(MAC layer에서의 ACK/NACK를 통한 재전송 기능)가 없는 것으로 알려진 것에 반해, LTE-U는 LTE와 동일하게 QoS가 가능하고 HARQ Process가 존재해서 재전송을 통한 Data T-put의 향상에 도움이 되는 많은 Mobile 관련 기술이 적용되어 있다

2.3 3GPP의 LTE-U에 대해 진행되는 표준 방향

2013년 말 3GPP Plenary 회의에서 퀄컴이 비 면허

대역의 사용에 대한 기술 제안을 한 이후로 2014년 6월 11일 유럽에서 사업자들이 모여 대규모 LTE-U에 대한 회의를 하였다. 많은 사업자 및 관련 업체가 참석해서 앞으로 LTE-U를 어떤 식으로 표준화할 것인지와 어떤 형태로 방향을 잡을지에 대한 협의가 대다수였다. 주요 논의 사항들은 특정 주파수 대역을 거의 일정 기간 독점적으로 사용하는 기존 상용 통신 시스템과 달리 다른 디바이스(일반적으로 WiFi의 AP나 Stationary)들이 해당 비 면허 대역을 사용하는 경우와 LTE-U 디바이스 간에도 사업자가 다른 기지국들이 간섭을 줄 수 있는 경우들이다. 즉 무선 성능 감쇠 현상을 어떻게 최소화하면서 서로 간섭없이 사용할 수 있는지에 대한 Coexistence 이슈들이었다. 비 면허 대역을 캐리어 어그리게이션의 SCell의 형태나 Dual connectivity의 Slave eNodeB로 사용하는 것은 특별히 표준화 관점에서 해당 밴드(Band)만 비 면허 대역이지, 현재와 같이 면허 대역을 사용하는 것과 크게 프로토콜 입장에서 다른 것이 없다. 하지만 비 면허 대역은 순간적으로 해당 대역을 사용하려고 할 때 다른 디바이스나 다른 통신 사업자의 기지국이 해당 밴드를 이미 사용하고 있을 수 있기 때문에 좀 특별한 방법의 확인 절차가 필요할 것으로 생각된다. 이것은 WiFi에서도 LBT(Listen Before Talk)라는 형태로 기존의 비 면허 대역에서 국가별로 요구되는 규약(Regulation)을 따라야 하는 주파수 영역 등이 있기 때문이다. 실제 LTE-U에서 사용할 가능성이 높은 비 면허 대역은 5GHz 대역인 것으로 예상되는데, WiFi가 기존에 많이 사용하는 2.4GHz 대역도 있긴 하지만 2.4GHz 대역은 WiFi가 거의 조밀하게 설치되어 있어서 혼 간섭 문제가 클 것으로 보인다. WiFi도 최근 설치를 시작한 5GHz 대역의 경우 2.4GHz 대역보다는 혼 간섭 상황이 좀 더 없을 것



[그림 2] 5GHz의 비 면허 대역 현재 사용 현황

으로 예상이 되기 때문에 LTE-U Band로 많이 선호한다. 실제로 3GPP에서 5GHz 대역을 LTE-U 서비스를 위해서 선호한다 하더라도 모든 5GHz 대역을 지금 사용할 수 있는 상황은 아니다.

[그림 2]에서 보는 바와 같이 사용하지 못하는 영역이 일부 있음을 알 수 있다. 특히 UNII-2로 알려진 5.25GHz부터 5.725GHz까지의 영역은 레이더(Radar)가 사용하는 주파수 영역과 겹칠 수 있다. 이 경우 802.11h의 WiFi에 적용을 해야 하는 DFS(Dynamic Frequency Selection) 같은 기술이 LTE-U에서도 적용되어야 할 것으로 보인다. 레이더가 항상 주파수를 차지해서 사용하는 것이 아니기 때문에 WiFi가 레이더의 사용을 감지해서 만일 현재 레이더가 사용 중인 상태라면 해당 주파수를 레이더가 사용하지 않는 주파수로 옮겨서 사용하고, 일정 시간이 지나면 다시 레이더의 주파수를 시간상으로 겹치지 않게 효율적으로 사용하는 방식이다. 레이더는 해당 주파수를 계속해서 사용하지 않고 일정 시간에 잠시 사용을 하기 때문에 주파수 사용 효율을 높이기 위해서 DFS 같은 기술을 적용하는 것이 WiFi뿐만 아니라 차후에 UNII-2 대역을

LTE-U에서도 사용하고자 한다면 반드시 필요하다. 우선은 현실적으로 UNII-3가 국가별로 차이가 있지만 WiFi도 현재까지는 많이 사용하지 않으며 레이더 간섭 현상도 없어서 사업자들의 관심이 많을 것으로 예상된다.

3. D2D(Device-To-Device)의 기술 소개

D2D는 M2M이라고 알려진 IoT(Internet of Things)의 사물인터넷과 달리 기지국을 거치지 않고 단말 간에 직접 통신을 하는 방식을 일컫는 말이다.(이 말이 LTE에서는 꼭 맞는 말이 아닐 수 있다.) D2D는 Release12에서 논의를 시작하여 기술적으로 Discovery 방식과 Communication으로 나뉘어 표준화 작업이 진행 중이고 서비스 관점에서 근접기반 서비스의 상업적인 인지 서비스와 공공성의 재난 안전 서비스로 나눌 수 있다. LTE D2D에서 단말 간에 정보를 주거나 받는 방식은 FDD(주파수 분할 방식)인 경우 상향(Uplink) 채널을 이용하고 TDD(시 분할 방식)인 경우 상향 전송 Timing 시간(Subframe)을 이용한다.

<표 1> LTE D2D에서 사용되는 채널 및 신호

채널 및 신호	세부 항목 채널 및 신호	설명
D2DSS	PD2DSS	Primary D2D 동기 signal
	SD2DSS	Secondary D2D 동기 signal
D2DSCH	D2D Synchronization Channel	동기채널로 MIB와 비슷한 역할로 중요한 정보 전달
Discovery	Discovery Channel	Discovery 정보 전달
Communication	SA	LTE의 PDCCH와 같은 역할
	Data(Traffic)	실제 정보
DMRS		채널 추정 Signal(일종의 Pilot Pattern)

3.1 WiFi Direct와의 차이

D2D는 WiFi-Direct 기술처럼 단말 간에 기지국을 거치지 않고 데이터를 주고받을 수 있다는 점에서 유사하다. 하지만 수십 m 이내인 WiFi-Direct의 단말기 간 직접 통신 범위와 달리 D2D는 LTE를 이용하는 이동 통신 서비스를 기반으로 하기 때문에 훨씬 더 넓은 Coverage 구현이 가능한 것이 특징이다. 디바이스 간에 직접 통신을 하기 위해서는 먼저 인접에 있는 디바이스를 찾는 것이 중요한데 D2D와 WiFi-Direct 사이에 방법론에 차이가 있으며 이것을 Discovery라고 부른다. 우선 많이 알려진 WiFi-Direct의 경우 Device Discovery와 Service Discovery의 2-step Discovery를 수행하는 반면 D2D Discovery의 경우 one-step Discovery를 통해서 빠른 수행이 가능하다. 또한, 직접 통신의 개념 또한 LTE와 WiFi가 조금 상이한데 WiFi 직접 통신의 경우 Group communication¹⁾의 범주 안에서 모든 통신이 이루어지는 반면, LTE에서는 개별 통신이 가능하도록 표준 작업이 진행 중이고 직접 통신(Direct Communication) 방식에 대해서 서로 다르게 접근하고 있다.

3.2 3GPP에서의 현재 표준화 진행 상황

2012년 6월 3GPP에서 Vision for 2020이라는 키워드 하에 미래 통신 기술의 하나로 Public Safety라는 것이 미 상무성에서 제안된 이후 현재까지 표준 진행 사항이 상당히 진척되었다. 현재까지 정의된 LTE D2D에 사용되는 채널 및 신호는 <표 1>과 같다.

D2DSS는 일종의 동기 신호(Signal)이다. LTE에서는 WCDMA나 GSM과 같은 통신 방식과 달리 Signal과 Channel에 대한 구분이 명확한 편이다. 일정한 고정된 패턴(Pattern) 정보를 보내는 것을 신호(Signal)라고 부르는 데 반해 실시간으로 정보가 변할 수 있고 채널 코딩(ex: Turbo 혹은 Convolution)하는 정보를 채널로 정의하고 있다(일반적으로 WCDMA나 GSM같은 다른 통신 방식에서는 특별한 구분 없이 모두 채널이라고 부른다). 동기 신호(Signal)는 일종의 Timing 기준 역할을 하는 것으로 무선에서 서로 떨어져 있는 장치들이 시간 동기를 맞추는 기준 역할을 하는 기능이라고 볼 수 있는데 이런 동기 신호는 기지국과 단말 간 통신에는 어떤 방식에 관계없이 존재한다. D2D에는 동기 신호와 달리 동기 채널이라는 것도 있는데 현재의 동기 신호가 어떤 Source에 의한 것

1) Group Owner와 Group Client 구분으로 개별 단말의 경우 Group Owner를 반드시 거쳐서 정보의 전송과 수신 가능하게 되어 있다. 즉, 궁극적으로는 Group Owner와 Group Client 간의 통신이라고 할 수 있고 Group Owner가 일정한 AP 역할을 대신하는 방식이다.

인지를 알려주거나 몇몇 중요한 정보를 포함하는 일종의 LTE에서 MIB(Master Information Block)와 비슷한 역할을 하는 채널이라고 생각하면 된다. Discovery 채널은 Commercial Business 상황에서 주로 사용될 예정으로 Discovery에 필요한 정보를 보내는 역할을 하는데, 광고에 상업적인 선호(Interest)나 내용(ID 같은 정보)을 보내는 데 이용된다. Communication 채널은 현재 Public Safety에서만 사용될 것으로 보이며 재난 시가 아닌 일반적인 상황에서는 기지국 망을 거치지 않고 데이터나 정보를 주고받는 것이 과금 정책에 좋지 않을 것이므로 사용하지 않을 것으로 보인다. Peer-To-Peer로 정보를 직접 주고받는 것은 일반적인 상황이라기보다는 재난 시나 비상 시에만 적용하는 기술로 현재 3GPP 내에서는 고려하고 있다. Communication 시에는 일반적으로 LTE에서 정보를 전달하는 방식인 PDCCH(Control 정보 전달)와 PDSCH or PUSCH(User Traffic Data 정보 전달)와 유사하게 SA(Scheduling Assignment: PDCCH와 비슷한 역할)와 Data(PDSCH나 PUSCH와 동일)로 나누어서 디바이스 간 정보를 주고받게 되어 있다. 이때 항상 주고받은 정보를 제대로 Decoding하기 위해서는 일종의 파일럿채널 같은 역할을 하는 DMRS(Demodulation Reference Signal) 신호도 D2D에서는 사용이 될 예정이다. 3GPP에서 아직까지는 이런 채널들이나 신호들에 대해서 어떤 Resource를 가지며 어떻게 Scheduling할 것인지 2014년 말에 어느 정도 확정될 것으로 예상된다.

3.3 Discovery Channel을 활용한 Commercial Business

디바이스나 단말 간의 직접 통신은 D2D 이외에 WiFi-Direct나 블루투스에도 있지만 실제 단말

간의 통신 거리가 수십 m로써 100m를 넘는 상황에서는 적용이 불가능하다. LTE는 현재 단말의 최대 출력이 23dBm으로 반경 500m 정도까지는 보장되고 건물이 많거나 실내의 신호 상황이 좋지 않은 경우에도 200~300m까지는 어느 정도 가능해서 활용 범위가 더 넓은 적용 가능한 애플리케이션을 많이 만들 수 있다. 현재 사업자들은 Discovery를 통한 상업적인 Business Model을 많이 생각하고 있는데 이것의 활용범위는 다양해서 도심 한복판에 많은 상점이나 가게는 자신의 단말기로 기지국으로부터 할당받은 자원(일종의 상향 채널에 2RB:Radio Resource)에 자신의 고유 ID 같은 정보(일종의 애플리케이션 ID)와 몇몇 부가 정보를 보내면 단말은 선호하는 정보만 필터를 해서 화면에 필요한 광고와 정보를 알려줄 수 있다. 시내 중심에서 영화를 보고 싶으면 단말은 반경 200~300m 안에 있는 극장의 광고 정보만을 필터링해서 사용자한테 알려주고 극장은 실제 현 위치의 반경 200~300m 안에 있는 사람들 중에서 영화를 보고 싶거나 관심있는 사람한테 필요한 상영 시간, 할인 쿠폰 등의 응용 서비스를 추가하는 마케팅의 일환이다. 실제로 영화 이외에 극장이나 지금 유행하는 우버(UBER) 택시 그리고 레스토랑이나 상품 판매점 등 적용 분야는 무궁무진하다. D2D Discovery를 일종의 근접 기반 인지 서비스라고 말할 수 있는데, 사용자는 자신이 필요한 것을 가장 근접에서 손쉽게 찾을 수 있는 서비스를 제공받을 수 있고, 통신 사업자는 광고를 원하는 극장이나 음식점 혹은 가게 등으로부터 일종의 수익성 모델을 기대할 수 있다. LBS(Location Based Service)라고 알려진 위치 기반 서비스와 동일하다고 볼 수 있지만, LBS의 경우 자신의 위치 정보를 서버로 보내서 그 서버가 위치 확인을 하면 사용자 위치 근처의 원하는 서비스에 대한 정보를

보내 주는 방식인데 반해, D2D Discovery의 경우 광고를 원하는 영세 사업자도 스마트폰과 같은 단말기만 있으면 언제든지 광고나 사업 마케팅을 할 수 있다는 점에서 LSB보다 쉽게 접근할 수 있다. 또한, GSP 기반의 LBS(위치 기반 서비스)는 GPS 수신에 어려운 실내에서 취약할 수 있지만 D2D Discovery 기반의 ProSe(Proximity Service: 근접 기반 서비스)는 실내에서도 어느 정도 가능해서 활용 범위가 더 좋은 기술이다.

3.4 Public Safety(공공 재난 안전 서비스)

2001년 9월 11일 미국이 911 테러 공격을 받은 이후 미국 정부는 당시 많은 문제점을 경험하였다. 우선 재난 시에는 무선 기지국이 상황이 거의 붕괴에 가까워서 일반 통신 시스템이 마비될 가능성이 높고 재난 현장에 투입된 경찰이나 군 병력, 소방관 그리고 재난 관련 공무원들이 각기 다른 소속 기관의 통신 방식으로 인해 부처 간에 일사 분란하게 업무를 진행하는데 문제점이 노출되었다. 이러한 문제의 해결 방식으로 단일 표준 재난 통신 방식의 요구가 높아진 상황에서 미 정부나 유럽의 일부 국가에서는 상용 망과 재난망을 LTE 통신 기술로 적용하려는 움직임이 있는데 이것을 Public Safety라고 부른다. 우리나라 또한 올해 초만 하더라도 TETRA라는 방식으로 국가 재난 시스템을 도입하려고 하다가 4월 세월호 사건에서 미국 911과 같은, 유관 기관들 간 업무 공조 방식과 비슷한 문제점이 동일하게 발생하자 통일된 재난망에 대한 방식으로 Public Safety를 도입하는 것으로 결정한 상태이다²⁾. 재난 현장에서는 경찰관이나 소방관 그리고 재난 관련

종사자들이 서로 통신을 하는데 무전기를 가장 많이 사용한다. 무전기는 일종의 one-way 방식 통신 기기로 자신이 말을 할 때 버튼을 누르고 말을 하고 들을 때는 버튼에서 손을 떼는 방식이다. 이것을 PTT(Push-To-Talk)라고 부르며 우리가 흔히 핸드폰에서 사용을 하는 일대일 통신 방식이라기보다는 다대다 통신 방식에 가깝다고 할 수 있다. Public Safety는 통신 관점에서 단말 간에 직접 통신을 기반으로 하기 때문에 기지국에서 우선 모든 control 정보를 미리 받아서 재난 시 적용하고, 서비스 관점에서 GCSE(Group Call System Enable) 기술을 이용해서 여러 사람이 무전기처럼 다대다 통신이 가능하게 하였다. 그리고 유럽의 재난 무선 방식인 TETRA와 북미의 NPTSC라는 재난 무선 방식의 요구사항도 포함한 기술인 MCPTT(Mission Critical Push to Talk over LTE)도 Release13에서 다뤄질 예정이다.

4. 맺음말

지금까지 LTE-Advanced(3GPP R10/R11 기준) 이후 3GPP에서 현재 기술 표준화가 진행 중인 최신 통신 기술 경향에 대해서 D2D와 LTE-U를 중심으로 설명하였다. 이 기술들은 2016년부터 등장할 것으로 보이며 5G에서도 Seed 기술들로 계속 적용될 것으로 예상된다. 기존에 통신 서비스가 속도 및 무선 성능의 향상에 주로 초점을 맞추었다고 본다면 Release12/13부터는 다양한 서비스를 가능하게 하기 위한 시도를 하고 있다. 사업자들은 LTE-U를 통해서 폭발적인 데이터 수요를 적은 비용으로

2) 미국의 Public Safety - 하향 채널: 758MHz~768MHz, 상향 채널: 788MHz~798MHz Band를 사용하는 것으로 결정하고 출력 Power를 31dBm까지 올릴 수 있어 단말 간의 통신 거리를 훨씬 더 넓게 한 상태이다.

감당할 수 있을 것이고 eMBMS(LTE 방송 서비스)처럼 새로운 서비스 사업 분야로 D2D Discovery에 대해 신사업 모델로서 관심을 가지게 될 것이다. 그리고 정부나 국가는 재난망으로서의 LTE를 비상시에 국민 구조 및 안전한 사회를 지탱하는 새로운 기술로 바라보고 있다. 이런 경향은 현재 다양한 무선 통신 기술들이 LTE로 점차 수렴해 가는 과정이라고 생각되며 앞으로의 LTE 기술 범위를 단순히 한 가지의 통신 기술이 아닌 IoT(M2M)까지 포함하는

유비쿼터스 시대의 상징적인 소통 기술이 될 것으로 보여진다. 

[참고 문헌]

- [1] 3GPP TSG RAN Workshop on LTE in Unlicensed Spectrum, Use Cases & Scenarios For Licensed Assisted Access, Verizon, CMCC, Huawei, Ericsson
- [2] Extending the benefits of LTE to unlicensed spectrum, Qualcomm, Lorenzo Casaccia Senior Director, Technical Standards

정보통신 용어해설

3D 영상 신호 [방송]

3D 전용 단일 스트림과 3D 전용 이중 스트림을 포함하며 왼쪽 영상과 오른쪽 영상이 방송 스트림 내에서 일정한 규칙에 의해 결합된 영상 신호

