

공공 재난안전통신용 PS-LTE 표준 및 개발 동향

김한석, 임재진
삼성전자

요약

현재 재난안전통신 시스템에서 광대역 이동통신 기술은 주요 화두로 부각되어 있고, 한국, 영국, 미국 등에서 PS-LTE(Public Safety-LTE) 기술을 기반으로 재난안전통신 수요에 대응하고 있다.

본 고에서는 PS-LTE 표준과 개발 동향에 대해서 소개하고자 한다. 서론에서는 PS-LTE 네트워크 아키텍처와 기술적 요구사항에 대해 소개하고, 본문에서는 국제표준화 기구에서 논의되고 있는 PS-LTE 관련 표준 기능과 현황에 대해 간단히 설명한다. 특히 그룹통신기술, 단말간 직접통신기술, 단독기지국 운용기술, 상호 운용성에 대해서 다루고, 개발 동향에 대해서도 살펴보고자 한다.

I. 서론

공공안전(Public Safety) 통신시장에서 비디오 장치의 의존과 도입이 점차 확대될 것으로 전망되고 있는데, 그 이유는 실시간 고화질의 비디오가 현장상황에 대한 의사결정과 지휘의 정확도를 높이고, 응급처치 요원의 신속하고 적절한 대처를 돕는



그림 1. 공공안전을 위한 비디오 활용

등 높은 활용성을 갖기 때문이다(그림 1). 따라서 음성과 저속 데이터 전송만 가능한 기존의 LMR(Land Mobile Radio) 기술 대비 LTE와 같은 광대역 이동통신기술이 주요 화두로 부각되어 있고[1], 한국, 영국, 미국 등에서 PS-LTE(Public Safety-LTE) 기술을 기반으로 재난안전통신 수요에 대응하고 있다.

LTE는 현재 가장 빠르게 확대되고 있는 이동통신 기술로서, 전세계 107개국 300개 이상의 사업자가 상용서비스 중이며 가입자수가 2억4천만명을 넘어서고 있다(2014.3월 기준)(그림 2).

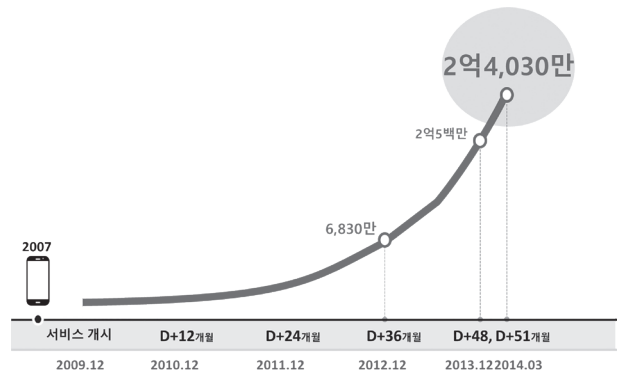
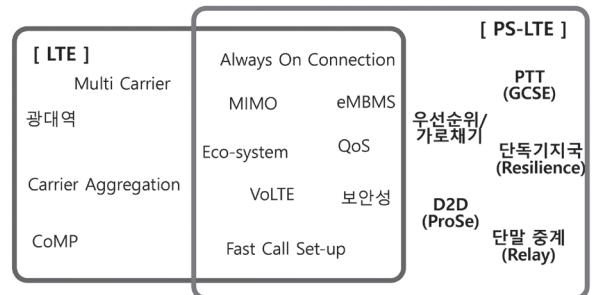


그림 2. LTE 가입자수 증가 추세

LTE는 3GPP Release 8 표준 기반으로 상용화를 시작하여 LTE-Advanced로 불리는 Release 10이 상용 서비스 중이며,



PTT: Push-To-Talk
GCSE: Group Communication System Enabler
D2D: Device To Device direct communication
ProSe: Proximity Service
eMBMS: evolved Multimedia Broadcast Multicast Service
VoLTE: Voice over LTE
CoMP: Coordinated Multi-Point transmission and reception

그림 3. LTE와 PS-LTE 개념

현재 표준화 진행중인 Release 12와 차기 Release 13에서는 PS-LTE 기술들을 정의하고 있다[2][3].

PS-LTE는 LTE 기술을 기반으로 공공안전 통신에 필요한 기능들을 수용한 기술 방식으로서, 그룹통신, 단말간 직접통화, 망 생존성 등의 요구기능을 지원하도록 정의하고 있다 <그림 3>. 본 고에서는 정확한 구분이 필요 없는 한, 그룹통신에 대해 GCSE(Group Communication Service Enabler), PTT(Push-to-Talk) 용어를 혼용하여 사용하고, 단말간 직접통신에 대해 D2D와 Proximity Service 용어를 혼용하여 사용할 것이다.

PS-LTE네트워크 아키텍처는 일반적으로 IMS(IP Multimedia Subsystem) 플랫폼을 기반으로 구성되어 있다 [4]<그림 4>. 즉, All-IP기반의 단일 LTE 망에서 기존의 음성 서비스와 광대역 데이터 서비스를 함께 제공하는 것이 목표라 할 수 있다<그림 5>.

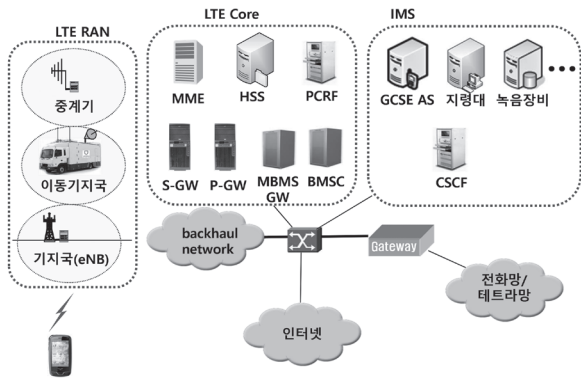
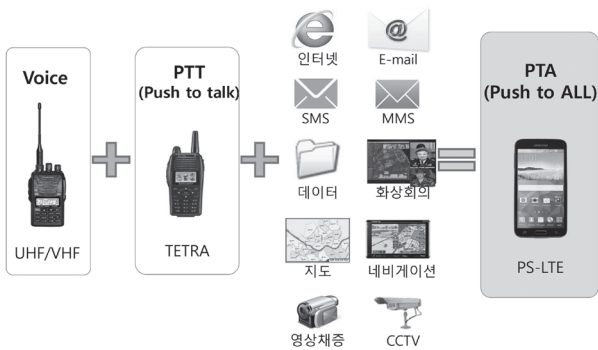


그림 4. PS-LTE 네트워크 아키텍처



※ PTT (Push to talk) - 1:다자간 음성 통화 서비스
PTA (Push to All) - 1:다자간 음성/화상통화 및 데이터 전송까지 가능한 서비스

그림 5. PS-LTE 서비스

PS-LTE의 기술적 요구사항은 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 재난 대응성: 빠른 접속 시간과 대용량 그룹통신을 지원하는 동적 그룹통신기술
- 생존 및 신뢰성: 단말간 직접통신 및 중계, 단독기지국 운용, 통화 품질 등
- 보안성: 단말기 사용허가 및 금지, 암호화 등
- 상호 운용성: 타 네트워크와의 연동
- 운용 및 효율성: 망관리, 용량 확장 등

이중에서 그룹통신기술, 단말간 직접통신기술, 단독기지국 운용기술, 상호 운용성에 대한 표준 동향과 개발 동향에 대해 살펴보고자 한다.

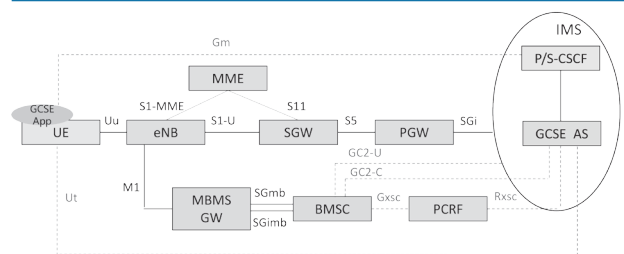
II. 본론

3GPP Release 12와 Release 13에서 공공안전 통신에 필요한 기능들이 표준화되고 있는데, 그룹통신과 직접통신을 위한 기본 기능들은 Release 12에서 표준화되고(2015.3), 이들의 기능 향상 및 단독기지국 운용기능은 Release 13에서 표준화 될 예정이다 (2016.3).

1. 그룹통신기술

OMA(Open Mobile Alliance)는 이동통신망에서의 PTT 서비스를 위하여 PoC(PTT over Cellular) 표준을 제정하였는데, 이를 기반으로 3GPP와 협력하여 PCPS(Push-to-Communicate for Public Safety) v1.0 프로젝트를 진행하고 있으며, 2014년 말에 1차 버전이 나올 예정이다.

현재 이동통신망에서 애플리케이션 레벨에서 구현되어 서비스되고 있는 PTT는 unicast 방식을 사용하고 있는데, unicast 방식으로는 재난 현장의 대규모 구조 인력이 동일 셀에서 그룹통화 하는 것을 지원하기 어렵다. 따라서, multicast 방식이 필요하고 PS-LTE에서는 multicast 방식의 그룹통신을 위하여 eMBMS(evolved Multimedia Broadcast Multicast Service)와 IMS를 결합한 형태의 GCSE(Group Communication System Enabler) 네트워크 아키텍처를 정의하였다.

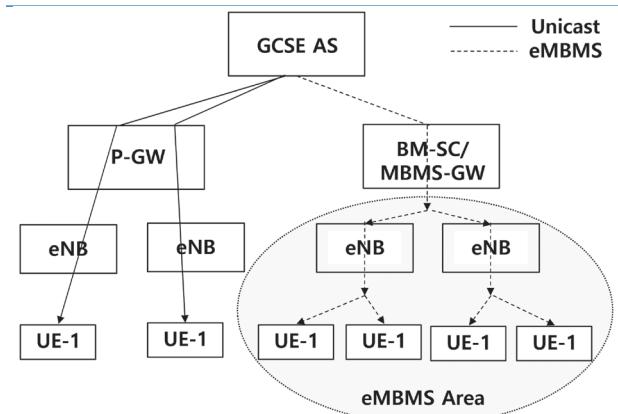


New Reference Point (3GPP TR 23.768) : Dotted Line
 Gm: SIP signaling for establishment, modification and release of GCSE group communication sessions
 GC2-U: User plane reference point between GCSE AS and BM-SC for eMBMS delivery.
 GC2-C: May be used for exchange of control plane information between GCSE AS and BM-SC for eMBMS delivery.
 Rxsc/Gxsc: May be used for exchange of control plane information between GCSE AS and BM-SC for eMBMS delivery.
 Ut: Used to update group related information in the GCSE AS e.g. group membership

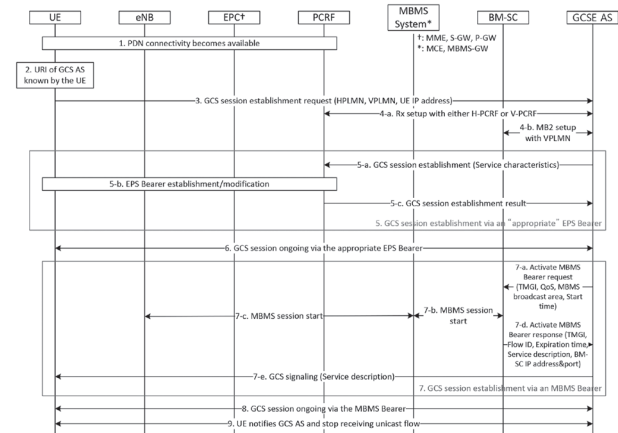
그림 6. GCSE 네트워크 아키텍처

이 아키텍처에서는 eMBMS 네트워크 요소(MBMS GW, BMSC)와 GCSE AS(Application Server)와의 신규 인터페이스가 정의되어 있다(그림 6)의 점선[5].

또한, 그룹통신에 대해 unicast방식과 eMBMS방식을 혼용할 수 있으며(그림 7), 그룹통화중인 단말이 eMBMS 영역을 벗어나거나 eMBMS 영역으로 진입하더라도 서비스가 유지되도록 메시지 절차를 정의하고 있다(그림 8)[5].



(a) Unicast와 eMBMS 트래픽 흐름도

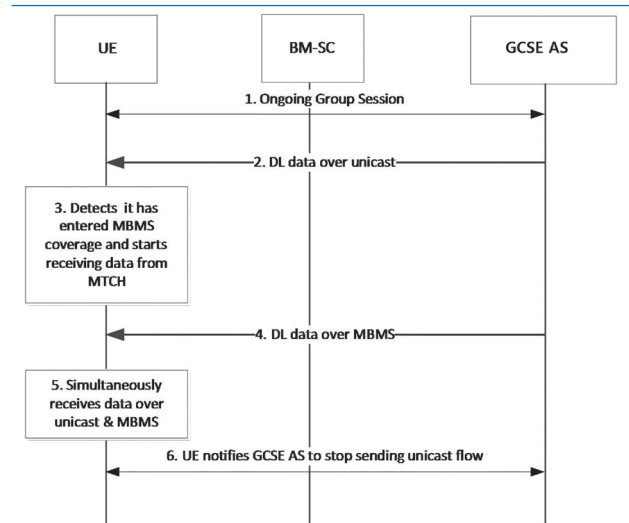


(b) Unicast(EPS Bearer), eMBMS bearer 설정 절차

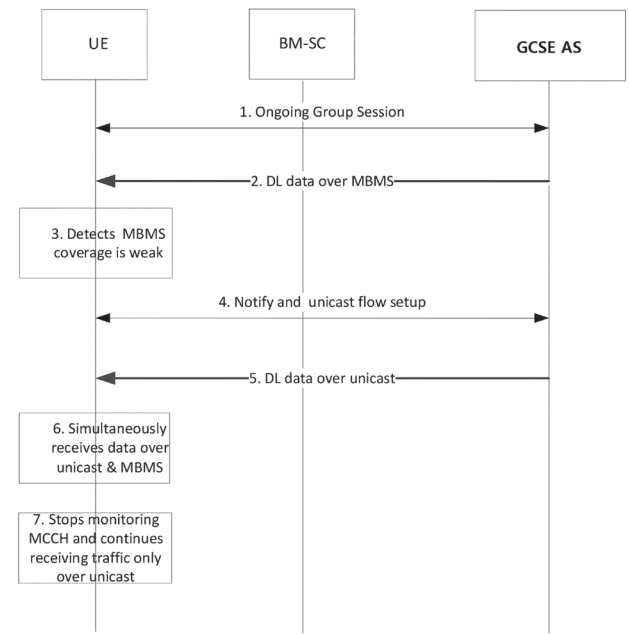
그림 7. Unicast와 eMBMS 방식의 그룹통신

그런데, eMBMS 서비스 경계지역에서 Unicast로 전환하는 경우 MBSFN(Multicast Broadcast Single Frequency Network) Area 주변의 셀(그림 9)의 외곽 셀)로부터의 간섭으로 인해 데이터 손실 가능성이 커질 수 있다. 이를 완화하기 위한 방법으로 일정 지역의 서비스 보호 지역(MBSFN Area Reserved Cell, 그림 9)의 사선 무늬 셀)을 정의할 수 있다[6]. MBSFN Area Reserved Cell에서는 MBSFN 데이터를 전송을 하지는 않지만 MBSFN 전송을 위한 자원에 대해 전송출력을 제한하여 간섭 영향을 최소화하도록 한다.

기존 eMBMS는 동영상 방송 서비스에 초점을 맞추고 있어서



(a) Unicast → eMBMS



(b) eMBMS → Unicast

그림 8. Unicast영역과 eMBMS영역간 핸드오버 절차

지연시간이 비교적 큰 편이나, PS-LTE에서는 멀티캐스트 채널의 스케줄링 주기를 줄이는 등 그룹통신에 대한 지연시간이 최소화되도록 정의하고 있고, [6]에서 setup 시간, media 전송 지연에 대한 분석 내용을 포함하고 있다.

3GPP Release 12에서 진행한 GCSE의 후속으로 미국 FirstNet 등 재난안전통신 관련기관들의 요구사항을 받아서 MCPTTtoLTE(Mission Critical PTT over LTE)를 위한 아키텍처 및 상세 기술규격에 대한 표준화가 Release 13에서 진행될 예정이다.

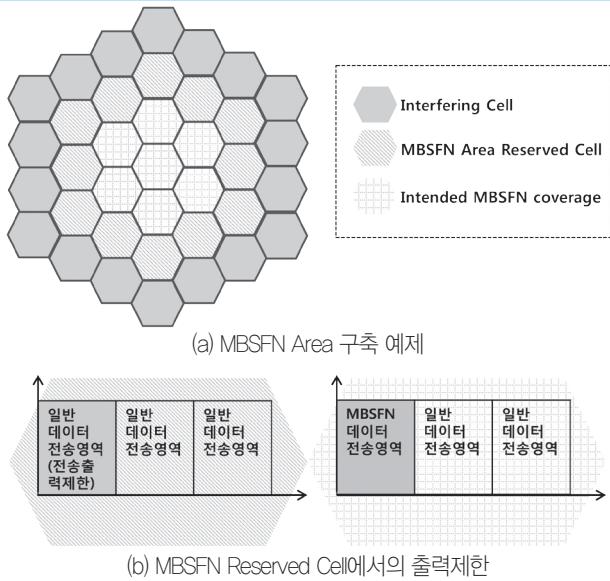


그림 9. MBSFN Reserved Cell 개념

2. 단말간 직접통신기술

단말간 직접통신은 D2D(Device to Device direct communication) 또는 ProSe(Proximity Service) 라고 불리는 데, 3GPP Release 12에서는 D2D를 위해 가장 기본적으로 필요한, 단말간 동기화 및 디스커버리 방법과 D2D용 자원 할당 방법을 정의하고 있다[7]. D2D 기반의 그룹통신은 단말간 애플리케이션 레벨에서 지원하도록 개발될 것이다.

기본적으로 D2D 통신용 자원은 FDD의 경우 상향링크 스펙트럼을 사용하고, TDD의 경우 상향링크 서브프레임(1ms 길이의 프레임 단위)을 사용한다.

기지국 커버리지 내에서는 기지국 신호를 이용하여 동기화를 수행하고, 기지국 커버리지 밖에서는 단말이 직접 동기 신호를 전송한다. 타이밍 기준이 기지국인 단말이 사용하는 동기신호의 시퀀스 세트와 그렇지 않은 동기신호의 시퀀스 세트를 달리 하여 구분되도록 하였고, 기지국 커버리지 내의 단말과 기지국 커버리지 밖의 단말이 동시에 D2D를 위한 동기 신호를 전송하는 경우<그림 10> 기지국 커버리지 내에서 전달되는 동기신호에 우선권을 둔다.

자원 할당 방법으로는 기지국 커버리지 내에서 기지국 제어를 통해 SA(Scheduling Assignment) 자원 풀(pool)과 D2D 데이

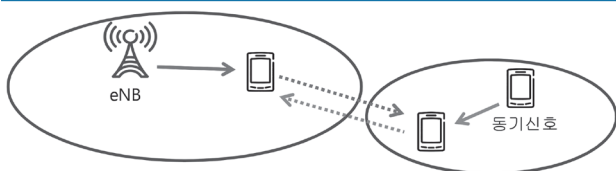


그림 10. 단말간 동기화 수행 개념

터 자원 풀(pool)을 할당 받는 방법과<그림 11>, 기지국 도움이 없이 단말들끼리 미리 설정된 SA 자원 풀과 D2D 데이터 자원 풀을 이용하는 방법이 있다. <그림 12>는 SA 자원과 D2D 데이터 자원의 구조를 나타낸 것인데, 보통 수백 ms 주기로 SA 자원과 데이터 자원이 반복된다.

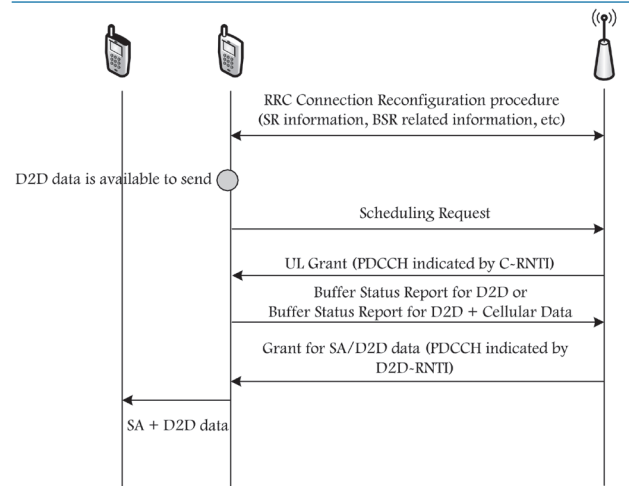


그림 11. 기지국에 의한 D2D 자원 할당 절차

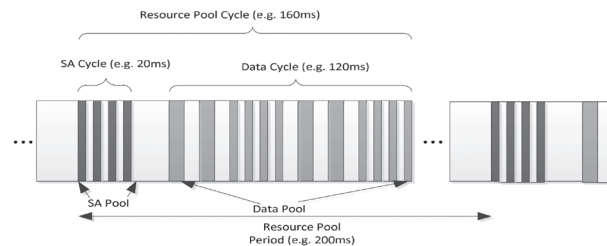


그림 12. SA 자원과 D2D 데이터 자원의 구조

최근 KT와 삼성전자는 단말간 직접통신 디스커버리 기술을 이용한 '단말간 위치탐색' 서비스를 개발하였다. 양사가 공동 개발한 이 서비스는 D2D 기술을 지원하는 스마트폰에서 LTE 주파수를 이용해 주변에 있는 상대 단말기의 위치를 탐색하여 알려주는 서비스이다. 전용 애플리케이션을 설치하여 이용하면 상대방과의 거리에 따라 단계별 알람이 표시돼 재난 상황에서 실내용 등 위성추적장치(GPS) 신호가 잘 잡히지 않는 지역에서 조난 당한 사람의 존재 여부와 위치를 명확히 식별하는데 유용하게 사용될 수 있다. 재난안전통신망 구축 시범사업이 2015년으로 예정되어 있는데, 양사는 이에 대비하여 이 서비스를 고도화하는 한편 D2D 디스커버리 기반 원격제어 등 추가 서비스를 개발하여 상대 단말에 경보음이나 문자, 영상 전송이 가능하도록 추진할 계획이다.

3. 단독기지국 운용기술

PS-LTE에서는 백홀(backhaul)망 장애가 발생 했을 때의 단독기지국 운용(IOPS: Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety)에 대해 정의하고 있다(그림 13). 현재는 단독기지국 운영 시나리오가 포함된 기술보고서가 작성되었는데, 백홀 연결이 완전히 끊어졌을 때뿐만 아니라 연결은 되어 있지만 데이터 전송이 원활하지 않은 경우의 그룹통신도 고려하고 있다[8]. 기지국 단독 동작 요구사항 및 PTT 관련 프로토콜은 Release 13에서 표준화될 것이다.

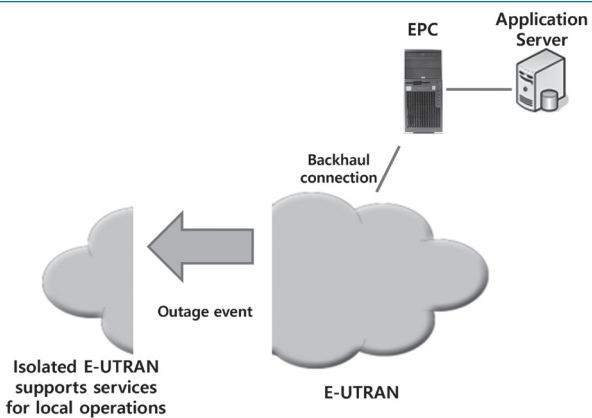


그림 13. Isolated E-UTRAN 개념

단독기지국 상황에서 그룹통신을 지원하려면 GCSE AS를 포함한 core 기능이 eNB에 탑재되어야 하는데, 모든 국사에 이러한 기능을 탑재하는 비용을 고려할 때, 소형화된 EPC/IMS/GCSE-AS/HSS를 포함하는 이동기지국을 현장에 배치하는 것도 한가지 방안이 될 수 있다(그림14).



그림 14. 이동기지국 개념

단독기지국 운용은 망 생존성 향상을 위한 것인데, LTE 상용망을 이용한 백업을 통하여 생존성을 높이는 방안도 생각할 수 있다(그림 15). 재난안전통신망의 망 용량 부족이 우려되거나 장애 등이 발생한 경우에는 재난안전통신망 단말의 상용망 접속을 허용하여 망 신뢰성과 복구성을 강화하는 효과를 얻을 수 있다.

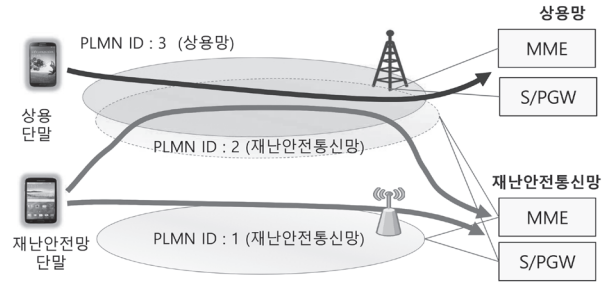
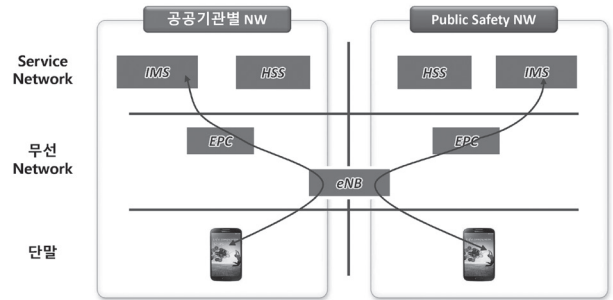


그림 15. 상용망 백업 개념

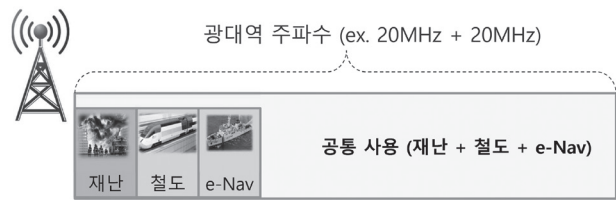
4. 상호 운용성

서론에서 언급하였듯이, PS-LTE는 IMS 기반의 플랫폼을 채택하고 있는데, IMS는 IP를 기반으로 하는 유무선 통합 기술로서 음성, 오디오, 비디오 및 데이터 등의 멀티미디어 서비스를 자유롭게 생성하고 제어하여 복합적으로 제공할 수 있는 표준 플랫폼이다. 또한 범용 IP 기반 기술을 사용함으로써 3rd party 애플리케이션과 손쉬운 연동을 가능하게 하고, 다양한 컨버전스 서비스 구현이 용이하다는 장점이 있다.

또한 재난, 철도, e-Navigation 등 공공기관별 요구기능을 수용하는 공공 통합망 지원에 적합하다. 그림16은 공공 통합망 지원에 대한 개념도이다. Service network은 공공기관별로 물리적으로 분리하고, 무선 network은 RAN sharing 기술을 통해 무선자원을 논리적으로 분리하여 각 기관별 서비스에 맞는 효율성과 보안성을 높일 수 있다.



(a) 공공 통합망 지원 아키텍처



기관별 Vital 트래픽에 대하여 전용 자원 할당

(b) 기관별 전용 자원할당 개념

그림 16. 공공 통합망 지원

PS-LTE 기반 재난안전통신망이 도입되더라도 기존 방식인 테트라가 당장 제거되는 것은 아니기 때문에 상당기간 함께 운영할 것으로 보인다. 철도연구원은 2015년 초까지 테트라와 PS-LTE 연동을 위한 연구를 시작한다고 밝혔는데, 소방, 경찰, 지방자치단체 등의 재난관련 기관들이 사용하는 기존 테트라망과 새로 구축하는 PS-LTE망을 직접 연동하는 것이 목적이다. 정부와 연구기관은 재난안전통신망 도입 계획에 따라 PS-LTE와 UHF·VHF 그리고 테트라까지 동시에 쓸 수 있는 멀티모드 단말기를 개발할 계획이다.

III. 결론

본 고에서는 PS-LTE 네트워크 아키텍처와 기술적 요구사항을 소개하고, 국제표준화 기구에서 논의되고 있는 PS-LTE 관련 표준 기능과 현황에 대해 살펴보았다. 특히 그룹통신기술, 단말간 직접통신기술, 단독기지국 운용기술, 상호 운용성에 대해 알아보았다. 향후 PS-LTE 제품 개발은 통신사업자와 장비업체들의 협력을 통해 재난통신분야에서 글로벌 경쟁력을 확보하려는 방향으로 전개될 것이다.

참고 문헌

- [1] 이민호, 김항석, 송영근, "모바일 광대역 공공안전 통신시장 현황 및 전망," 한국전자통신연구원 전자통신동향분석 제29권 제2호, 2014.4.
- [2] 3GPP, "Overview of 3GPP Release 12 v0.1.4," Sep. 2014.
- [3] 3GPP, "Overview of 3GPP Release 13 v0.0.6," June 2014.
- [4] 이순화, 윤재선, "광대역 재난안전무선통신망을 위한 PS-LTE 동향," 정보통신산업진흥원 주간기술동향 2013.2.13.
- [5] 3GPP TR 23.768 v12.1, "Study on architecture enhancements to support Group Communication System Enablers for LTE (GCSE_LTE)," June 2014.
- [6] 3GPP TR 36.868 v12.0, "Study on group communication for E-UTRA," Mar. 2014.
- [7] 3GPP TR 23.703 v12.0, "Study on architecture enhancements to support Proximity-based Services (ProSe)," Mar. 2014.

- [8] 3GPP TR 22.897 v13.0, "Study on isolated Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) operation for public safety," June 2014.

약 력



김 한 석

1990년 서울대학교 공학사
 1992년 서울대학교 공학석사
 2003년 Purdue University 공학박사
 1992년~1997년 LG전자 정보통신연구소
 선임연구원
 2003년~현재 삼성전자 네트워크사업부 Master
 관심분야: 이동통신 시스템 설계, 자원제어, SON



임 재 진

1993년 서울대학교 이학사
 1995년 서울대학교 이학석사
 2007년 University of Michigan 공학박사
 1995년~현재 삼성전자 네트워크사업부
 수석연구원
 관심분야: 이동통신 시스템 설계, 가상화, 자원제어,
 SON