

5G 기술과 PS-LTE 서비스의 동향분석

Trend Analysis of 5G Technology and PS-LTE Services

유용준* 여민기* 강민구**

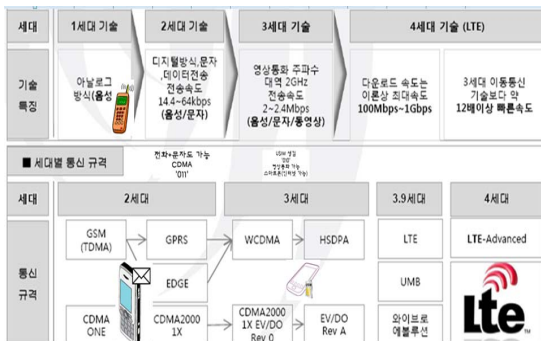
◆ 목 차 ◆

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. 4G/5G 동향분석 | 3. PS-LTE 발전방향 분석 |
| 2. 스몰셀 발전방향 분석 | 4. 고찰 및 결론 |

1. 4G/5G 동향분석

최근 스몰셀 기반이 5G는 4G/LTE 이후의 차세대 무선 이동통신 기술로 5G의 정확한 기준 및 세부사항은 앞으로 2~3년 후에나 마무리될 것으로 기대되고 있습니다.

이러한 5G 서비스는 4G와 비교해 ▲속도가 100배 가까이 빠를 것이며(1Gbps에 도달할 것으로 예상되고 구글의 피버와 유사한 속도) ▲지체 속도는 50배나 낮을 것이고(1000분의 1초에 도달할 것으로 예상) ▲규모는 100배나 많은 기기로 확대될 것으로 예상되고 있다. 다만, 전면적인 5G 모바일 서비스는 2020년이 돼야 가능할 것이며, 미국에서는 2017년에 잠정규격의 5G가 상업화 될 것으로 예상하고 있다[1].



(그림 1) 이동통신 세대별 기술특징/통신규격 분석(2)

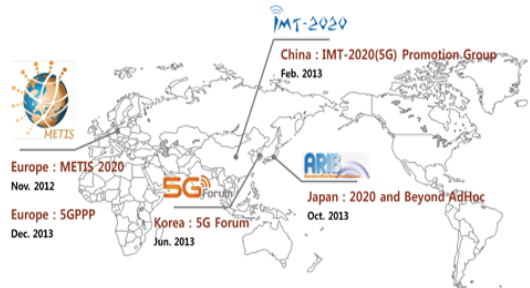
1.1 5G 표준화와 기술발전 동향분석

미국 AT&T와 버라이즌(Verizon)은 2017년에 가정용 고정 무선 5G 광대역을 출시할 예정이며, 한국에서 2018년 올림픽을 위해 잠정 규격의 5G 모바일 네트워크가 출시될 것으로 보인다.

이러한 5G 서비스는 동영상 증가로 대역폭의 확대와 스마트 모바일 기기의 데이터를 처리할 수 있으며, 향후 10년 동안 IoT, 자동주행, 가상현실(VR), 로봇 등에 인프라를 제공하게 될 것이다.

향후, 모바일 이동통신은 고품질 멀티미디어 서비스의 본격화, IoT 서비스 확산 등의 변화로 인한 급격한 무선 데이터 트래픽 발생 및 스마트 기기가 폭발적으로 증대할 것으로 예상된다.

현재 이동통신 네트워크 기술로는 가용 주파수 확보, 안테나 기술의 제약, Small Cell 구성 등 기존 네트워크 혁신 및 진화를 위한 5G이동통신 기술에 대한 표준은 [그림2]와 같다[1][2].



(그림 2) 글로벌 5G 표준화 동향분석

* 에이엘텔레콤(주)
* 한신대학교 IT콘텐츠학과 교수(교신저자)

우리나라의 5G 핵심서비스로 SNS, 모바일 입체영상, 지능형서비스, 초고속서비스, UHD/홀로그램을 선정하고 있으며, 다음과 같은 특징이 있다.

- HD 해상도의 4배에 해당하는 4K-UHD(약40Mbps), 16배에 해당하는 8K-UHD (약160Mbps) 등의 초고용량 영상 콘텐츠의 보편화 및 3D 영상 또는 홀로그램 서비스로 확대 전망
- 지연 시간이 수 ms로 줄어들게 되면서 사용자가 생각하는 순간 반응하는 양방향 초실시간 서비스가 실현될 것으로 예상
- 대폭 증대된 초실시간 전송속도와 초 실간 처리가 가능하여 원격에 위치한 환경을 현실과 구분되지 않을 정도의 AR(Augmented Reality), VR(Virtual Reality) 서비스가 가능하게 됨
- IoT, Connected Car, 각종 센서 및 다양한 IoT Device의 실시간 통신 및 제어 서비스 가능



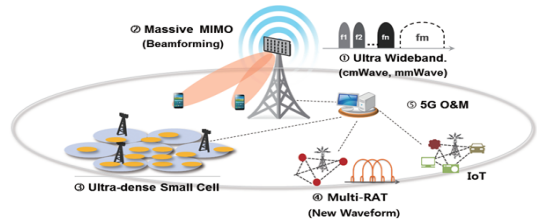
(그림 3) 5G 기술특징 동향분석(1)(2)

1.2 주요 기술과 네트워크 및 표준화 방향분석

1.2.1 Ultra Wideband, Massive MIMO분석

5G의 주요기술인 Ultra Wideband, Massive MIMO는 센티미터파(3GHz~30GHz), 밀리미터파 (30GHz~300GHz)의 높은 주파수 대역에서 수백MHz 이상의 광대역폭을 이용하여 고속의 데이터의 전송이 가능하지만, 전파의 경로 손실이 많은 이슈 해결이 중요하다.

아울러, 다수의 단말에게 별도의 용량을 갖는 신호를 안테나에서 방사되는 빔 스트림을 분리 및 전송(Beamforming 기술)하여, LTE의 MIMO 기술 대비 용량 증대 및 간섭 개선이 가능하도록 설계해야 한다[2].



(그림 4) Ultra Wideband, Massive MIMO 분석

1.2.2 Ultra-dense Small Cell 분석

5G에서는 Small Cell 구성을 위한 HetNet (Heterogeneous Network)기반의 네트워크 확대 될 전망이지만, 다수의 Small Cell을 동일 서비스영역에 설치할 경우 Cell 간 간섭이 더 심화될 것으로 예상되며, 향후에는 이러한 망 내에서의 간섭을 개선하는 것이 매우 중요하다[3].

1.2.3. Multi-RAT(New Waveform) 분석

기존 3G에서는 음성신호의 품질을 보장하기 위해 디지털 신호를 코드기반 대역확산 CDMA 방식이며, 4G에서는 높은 전송속도 확보를 위해 상대적으로 신호대 노이즈 성능이 우수한 직교 주파수 다중화 방식 (OFDMA) 방식을 사용하였다.

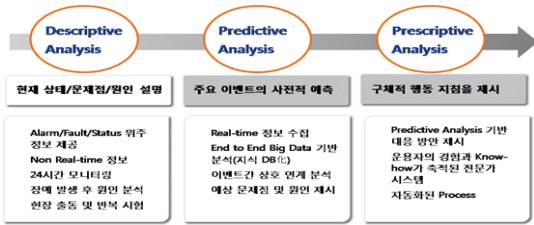
5G에서는 직교 주파수 다중화 방식과 전력 및 코드 다중화 방식을 추가하는 다양한 방식의 신규 이동통신 신호 처리를 적용할 예정이다[3].



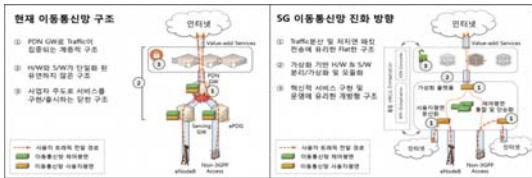
(그림 5) Multi-RAT(New Waveform) 분석

1.2.4 5G Operation & Management 분석

5G 네트워크 운용 기술은 통신망을 구성하는 장비(기지국, RRU 등)와 네트워크 최적의 초기 설정 및 운용, 자율적인 유지/보수를 적용하고 있다. 기존 4G망에서 LTE기반 자동운용 SON (Self Organizing Network), 자동구성(Self- Configuration), 자동최적화(Self- Optimization), 자동복구(Self-Healing)을 지원하고 있다[4].



(그림 6) 네트워크 운용기술의 진화 방향



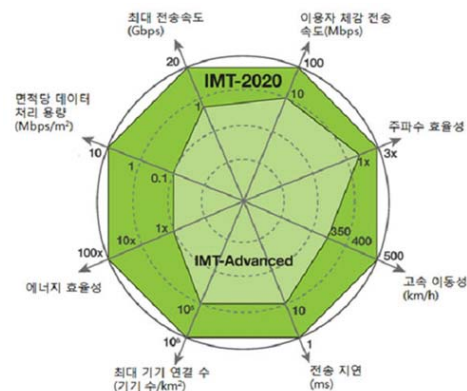
(그림 7) 5G 네트워크 구조의 특징분석

1.2.5 5G 표준화 동향분석

5G 표준화와 관련한 국제 표준화단체 3GPP는 표준 규격 개발 단계인 릴리즈 13을 완료 후 5G 요건 정의를 위한 릴리즈 14를 준비 중이다. ITU가 제시한 5G의 8대 성능 비전은 [그림8]과 같다.

(표 1) 5G 표준화 발표일정과 내용 및 특징분석(3)(4)

단계	일정	내용
릴리즈 13	2015년 4월~2016년 3월	LTE-U, 얼티머트 CA, D2D와 eMBMS 등 재난안전통신 기술
릴리즈 14	2016년 4월~2017년 6월	5G 요건정의, LTE-A 프로 규격 개발
릴리즈 15	2017년 7월~2018년 9월	5G 표준 규격 개발(1차 표준, phase1, 업계 전망)
릴리즈 16	2018년 10월~2019년 12월	5G 2차 표준 규격 개발(업계 전망)



(그림 8) 5G 표준화 방향 및 특징분석

2. 스몰 셀 발전방향 분석

최근, 모바일 트래픽 폭증으로 인한 망 과부하와 서비스 품질 저하 이슈가 부각되면서, 스몰 셀은 향후 5G망에서 우회망 역할을 넘어 다양한 유·무선 융합 서비스를 실현하고 새로운 수익 창출의 기회를 기대하고 있다[5].

5G의 서비스 유형별 트래픽은 용량이 큰 비디오 스트리밍 유형의 모바일 데이터 트래픽이 지속적으로 증가하여 2017년 전체 트래픽의 67%를 차지할 것으로 예상된다[6].

폭증하는 5G의 모바일 트래픽을 처리하기 위해 매크로 기지국의 주파수 효율을 증대시키고 새로운 주파수 대역의 활용으로는 한계가 있어, 향후 사업자들은 HetNet(Heterogeneous Network) 전략을 활용할 것으로 예상된다[7].



(그림 9) 5G의 Heterogeneous Network 구성분석

(표 2) 5G의 사양에 따른 기지국의 분류 및 특징분석

구분	인도어		아웃도어			
	펨토셀	피코셀	펨토셀	피코셀	마이크로셀	매크로셀
전송파워	10mW~100mW	100mW~250mW	900mW~1W	1~5W	5~10W	10W 이상
커버리지	100~200m	250~500m	500m~750m	0.5~1.5km	1~3Km	1~25Km
평균크기	5×8cm	10×10cm	20×20cm	20×30cm	40×30cm	50×60cm
무게	1Kg	1.5Kg	2~3Kg	2~4Kg	4~6Kg	10~15Kg
최대사용자수	8~16명	16~64명	8~32명	16~64명	64~256명	256명 이상
구축장소	가정	가정/기업	가로등기둥, 전신주, 빌딩벽	가로등기둥, 전신주, 빌딩벽	빌딩벽, 옥상, 전신주	타워마스트, 옥상

(자료: ABI Research, 2012.)

2.1 3GPP의 스몰셀 특징분석

3GPP는 Release10에서 홈 eNodeB의 이동성 증진을 위한 지원을 소개했고 2010년 12월 RAN Plenary에서 2단계 아키텍처를 비준하면서, 펨토셀 AP 간 새로운 Iuh 인터페이스를 소개하며 펨토셀 간 소프트·하드 핸드오버를 지원했다[5].

2.2 3GPP2의 스몰셀 특징분석

3GPP2에서는 2010년 3월 펌토셀 규격에 관한 공식 문서를 발행하여 다음과 같은 기술적 표준사항의 연구내용은 다음과 같다[6].

- 1) 코어망에 SIP(Session Initiation Protocol)/ IMS(IP Multimedia Subsystem)를 이용하여 서로 다른 벤더들의 다양한 부품들이 상호 작동할 수 있도록 하는 펌토셀 서비스를 통합하였다.
- 2) 단말의 배터리 수명 증가, 신속한 펌토셀 및 매크로셀 접속, 펌토셀과 매크로셀 간의 핸드오프 개선, 펌토존 인지를 위해 향상된 시스템 선택을 지원하는 표준에 관한 내용을 포함시켰다.
- 3) 펌토셀의 패킷 데이터 트래픽이 맥내 네트워크, 회사 인트라넷 또는 공공장소 인터넷에서 직접 오프로드 되도록 근거리 및 원거리 IP 접속을 지원하는 기술에 관한 표준이 논의되었다.
- 4) 3GPP2 표준은 CDMA2000 펌토셀 네트워크가 표준 상용화된 IPsec(Internet Protocol Security)/IKEv2 (Internet Key Exchange version)기반의 보안 게이 트웨이를 통해 다수의 펌토 셀을 지원하도록 하는 완전한 보안 아키텍처를 제공하며 이는 3GPP 무선 기술을 사용하는 펌토셀 기기들과도 호환성을 유지한다.

[표 3] 스몰 셀의 서비스 요금모델 분석(7)

구분	요금 모델	사례(사업자 기준)
일반 고객용 서비스	무제한 음성통화 제공 (데이터, 문자 서비스 등은 별도)	Mold Telecom, Sprint, Optus
	무료 제공	Softbank, Vodafone(그리스), SFR
	낮은 선불 요금제 (low upfront fee)	Vodafone(영국)
	높은 선불 요금제 (high upfront fee)	Vodafone(이탈리아, 헝가리), Verizon
기업용 서비스	월 단위 요금제 (Monthly fee)	Sprint, Movistar, NTT DoCoMo
	높은 선불 요금제 (high upfront fee)	기업용 서비스를 제공하는 모든 사업자

<자료>: Informa Telecoms & Media, 2013. 2.

3. PS-LTE 발전방향 분석

본 연구에서는 4G/5G 연동형 PS-LTE(Public Safety LTE) 재난용 단말기의 Multicast PTT를 위한 eMBMS

기반의 GCSE Network 및, OMA 기반 PTT Application이 Voice와 Video Packet에 대해 eMBMS를 사용할 수 있다[8].



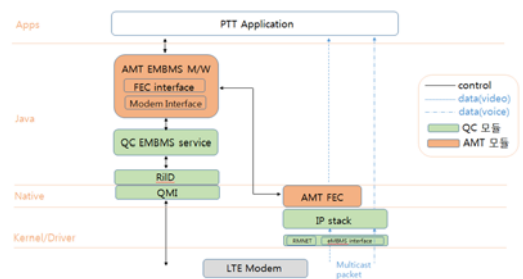
[그림 10] PS-LTE 보안성 시험환경/MDM구성도 분석

[표 4] PS-LTE 단말 보안 규격분석

No	보안 규격	필요 기능	No	보안 규격	필요 기능
1	단말기 사용자 식별 및 인증	단말기 인증 가능 설정 USIM PIN Lock 가능 설정	6	역신호도 감지	모바일 백신(TouchEn, mVaccine)
2	가입자 단말기 식별 및 인증	단말-망 연동 인증 확인	7	인증서 보호 및 전자서명 검증	인증서/전자서명/소프트웨어 업데이트
3	웨어러블 및 통신용 접근통제	Bluetooth 차단, 3G/LTE 차단, WiFi 차단, USB 차단	8	원격잠금 및 원격삭제	동화 차단, SMS 차단, MMS 차단, Application 삭제
4	저장데이터 보호	SD Card 차단, ScreenShot 차단	9	회암잠금	Password 강제 설정
5	USIM 복제 및 도용 방지	단말-망 연동 인증 확인	10	시스템 서비스 접근통제	GPS차단, Mic차단, Camera 차단

3.1 eMBMS기반 그룹통신(GCSE) 분석

PS-LTE가 4G/5G와 연동하는 Multicast PTT를 위한 eMBMS 기반의 GCSE Network Architecture 설계와 OMA 기반 PTT Application이 Voice와 Video Packet에 대해 eMBMS를 사용할 수 있도록 설계하였다[8].

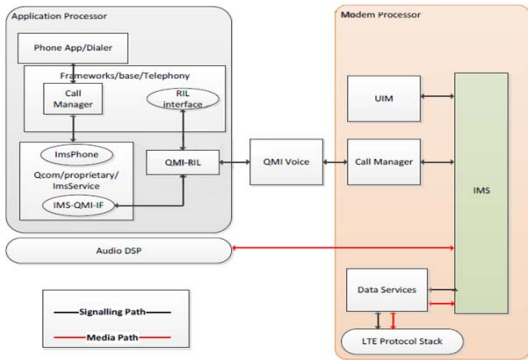


[그림 11] PS-LTE용 eMBMS기반 그룹통신 (GCSE)

3.2 IMS기반 VoLTE통화 및 Messaging설계

PS-LTE의 4G/5G와 연동형 IMS Protocol Stack은 IMS 호 제어를 위한 Signaling Plane과 음성, 영상 등

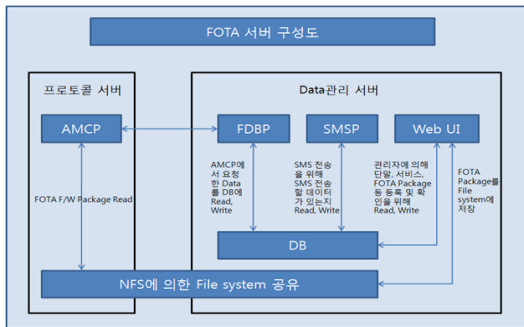
IMS Media Data 전달을 위한 Media Plane 으로 나누어 설계하고, IMS Stack은 국제표준인 GSMA IR.92 (VoLTE/SMS)와 IR94(VT) 프로토콜의 기능을 구현하였다[8].



(그림 12) PS-LTE용 IMS기반 VoLTE통화/Messaging

3.3 PS-LTE 기반 FOTA 솔루션 설계

PS-LTE 단말기가 4G/5G와 연동하는 Android OS 기반 FOTA Client App(시스템 업데이트)이 연동해야 하며, FOTA Triggering은 Network Side와 Device Side에서 모두 가능토록 설계하였다[8].



(그림 13) PS-LTE용 PS-LTE 기반 FOTA 솔루션 설계

4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 2020년 상용화를 예상하는 5G 시대의 생활양식 변화와 다양한 스마트 모바일 서비스를 위한 4G LTE-A 대비의 기술발전 및 스몰 셀 활용 방

안을 분석하였다.

아울러, 4G/5G 연동형 PS-LTE(Public Safety LTE) 재난용 단말기의 설계를 통한 Multicast PTT를 위한 eMBMS 기반의 다양한 서비스 모델을 제안하였다.

2020년 이후 예상되는 5G서비스 시대에는 논리적인 인간의 사고를 대신할 수 있는 스마트 디바이스 기반의 Thinking Machine, 나아가서는 사람의 감정표현을 포함한 뇌기능을 대신할 수 있도록 더욱 진화될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부의 ATC지원사업(#10050675) 결과의 일부입니다.

참고 문헌

- [1] 고영조, 방승찬, "5G 무선 기술," TTA Journal Vol.152, 2014 03/04
- [2] METIS Deliverable D1.1, 'Scenarios, requirements and KPIs for 5G mobile and wireless system,' METIS, April 2013.
- [3] 3GPP TSG RAN TR 36.872 v1.0.1, 'Small Cell Enhancements for E-UTRA and E-UTRAN - Physical Layer Aspects', Aug. 2013
- [4] 3GPP TSG RAN TR 36.842 v0.2.0, 'Study on Small Cell Enhancements for E-UTRA and E-UTRAN - Higher-layer Aspects', May 2013.
- [4] T. L. Marzetta, 'Noncooperative Cellular Wireless with Unlimited Numbers of Base Station Antennas,' IEEE Trans. Wireless Comm., Vol. 9, No. 11, Nov. 2010.
- [5] 김항석외, "스몰셀 시장현황 및 전망 전자통신동향분석," 제29권 제2호, 2014.04
- [6] ABI Research, "LTE Base Station Market," 2012.
- [7] SMALL CELL FORUM, www.smallcellforum.org
- [8] 강민구외, "글로벌 재난안전통신망과 PS-LTE 동향 분석," 한국인터넷정보학회지 제17권 제1호, 2015.06

● 저 자 소 개 ●



유 용 준

1985 연세대학교 전자공학과(공학사)
1998 KAIST 정보및통신공학과(공학석사)
1984 ~ 2012 삼성전자 (수석연구원)
2012 ~ 현재 에이엠텔레콤 (부사장)



여 민 기

1983 한양대학교 전자공학과(공학사)
1985 한양대학교 전자공학과(공학석사)
2001 한양대학교 전자공학과(공학박사)
1984 ~ 2000 삼성전자(수석연구원/팀장)
2001 ~ 현재 에이엠텔레콤(대표이사)



강 민 구

1986 연세대학교 전자공학과(공학사)
1989 연세대학교 전자공학과(공학석사)
1994 연세대학교 전자공학과(공학박사)
1985~1987 삼성전자 연구원
2000~현재 한신대학교 IT콘텐츠학과 교수