2020년
ICT국제표준 마에스트로
주요이슈 분석서

[3GPP V2X 표준화]

한국정보통신기술협회

표준 마에스트로 주요이슈 분석서
[3GPP V2X 표준화]

1 개요

1.1 Overall 기술 및 표준화 Trend

이동 중에도 전화를 가능하게 한 이동통신 서비스는 1980년대 초반부터 상용화되어 서비스를 시작했다. 이 당시 주파수를 재사용 할 수 있도록 한 셀룰라 방식의 도입으로 한정된 주파수를 이용하여 일반 대중에게 무선통신 서비스를 가능하게 하였다는 측면에서 획기적인 서비스로 받아들여졌으나 고가의 사용료 그리고 무게와 크기가 벽돌 만하다는 점에서 벽돌폰이라고 불릴 만큼 사용에 불편한 단말기로 인해 일부 부유층이나 업무용 외에는 대중적으로 보급하는데는 어려움이 있었다. 또한 통신 방식에 있어서도 미국은 AMPS(Advanced Mobile Phone System) 영국은 TACS(Total Access Communication System) 노르웨이, 덴마크 스웨덴 등 유럽국가 들은 NMT(Nordisk MobilTelefon)등 국가별로 서로 다른 표준을 채택함에 따라 국가 간 로밍은 물론 단말기의 규모의 경제를 통한 저가형 단말의 개발에 어려움이 있었다.

이러한 아날로그 방식의 이동통신 시스템을 문제점들을 보완하기 위해 각국은 디지털 방식의 이동통신 시스템 개발에 힘을 쏟았고 이에 따라 미국을 중심으로는 CDMA(Code Division Multiple Access) 방식의 IS-95 표준의 cdmaOne을 개발하였고 유럽을 중심으로는 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 사용한 GSM(Global System for Mobile Communication)을 개발하여 1990년대 중반부터 이러한 2세대 이동통신 시스템을 본격적으로 보급하기 시작했다. 이와 같은 디지털 방식의 새로운 이동통신 방식은 이전의 아날로그 방식에 비해 주파수 사용효율 측면이나 성능 면에서 상대적으로 우수해 서비스 제공비용을 획기적으로 낮출 수 있었고 단말기의 크기나 사용시간 측면에서도 크게 개선되었으며 대부분의 국가가 cdmaOne 이나 GSM 두 가지 표준 중에 하나를 채택함에 따라 규모의 경제에 따른 단말기 가격의 하락과 로밍의 편이성 등이 알려지며 디지털 이동통신 서비스의 폭발적인 시장 확대를 가져왔다. 이에 따라 전 세계의 무선통신 관련 표준을 담당하는 ITU-R에서는 Study Group 8(SG 8)

산하에 Task Group 8/1(TG 8/1, 후에 Working Party 8F(WP 8F)으로 이관)를 구성하여 차세대(3rd Generation) 디지털 이동통신 표준인 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications- 2000) 규격을 개발할 것을 제안하게 되었다.

이에 대하여 2세대 디지털 이동통신 표준과 시스템 개발의 경험이 있는 산업체를 보유한 한국, 미국, 일본, 중국 그리고 유럽의 표준개발단체(Standard Development Organization, SDO] 들은 전 세계 각국이 참여하여 연간 3-4회의 회의를 하는 ITU-R 회의를 통하여 방대한 연구 개발 노력과 이들 결과물의 조율을 필요로 하는 IMT-2000표준 개발을 빠른 시간에 진행하기에는 무리가 있다고 판단하였다.

이에 따라 1998년 한국의 TTA(Telecommunications Technology Association, Korea), 미국의 ATIS(The Alliance for Telecommunications Industry Solutions), 일본의 ARIB(The Association of Radio Industries and Businesses)와 TTC(Telecommunication Technology Committee) 중국의 CCSA(China Communications Standards Association) 그리고 유럽의 ETSI(The European Telecommunications Standards Institute) 는 ITU-R과의 협의를 통해 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 계약을 맺고 3GPP에서 유럽형 2세대 이동통신인 GSM을 기반으로 한 3세대 이동통신 표준을 공동으로 개발한 후 개발된 표준을 각 참여국의 표준으로 채택하고 이를 ITU-R의 IMT-2000표준에 반영하여 ITU-R의 국제표준으로 제정되도록 합의를 하였고 이의 사무국은 유럽의 ETSI가 담당 하기로 함으로써 효율적인 3세대 이동통신 표준 개발을 위한 체제를 확립하였다.

이와 같이 유럽의 GSM진영에서 3GPP를 구성하여 표준개발에 나서자 미국의 cdmaOne 표준을 담당하고 있는 TIA (Telecommunications Industry Association)는 한국의 TTA, 일본의 ARIB와 TTC 그리고 중국의 CCSA와 함께 3GPP2를 구성하여 cdmaOne을 기반으로 하는 3세대 이동통신표준을 공동으로 개발하기로 계약을 맺고 미국의 TIA가 사무국을 담당하기로 하고

cdma 기반의 IMT-2000개발에 나서게 된다.

이렇게 구성된 3GPP와 3GPP2는 거의 1개월에 한번 1주일씩 전세계의 도시를 돌며 수백명의 연구자들이 모여 표준 작성을 시작했다. ITU-R에서 합의된 IMT-2000의 요구규격은 음성 통신과 데이터 통신을 동시에 제공할 수 있어야하고 실내에서 사용할 때와 같이 움직임이 많지 않은 환경에서는 최대 2Mbps의 데이터 전송속도를 지원할 수 있어야 하고 보행자가 걸어가는 정도의 속도로 움직이고 있을 때는 최대 384Kbps 그리고 차량 등에 타고 고속으로 이동중에는 최대 144Kbps의 데이터 서비스를 제공하도록 되어있다. 이와 같은 표준화 활동의 결과 1999년 말에 열린 ITU-R TG 8/1 회의에서는 IMT-2000의 ITU 표준 번호인 M.1457에 아래와 같은 5 가지의 IMT-2000 표준 들을 승인하게 된다.

- IMT Direct Spread (IMT-DS; WCDMA/UMTS/UTRA-FDD);
- IMT Multicarrier (IMT-MC; CDMA2000);
- IMT Time Code (IMT-TC; UMTS/UTRA-TDD, TD-CDMA and TD-SCDMA "narrowband TDD");
- IMT Single Carrier (IMT-SC; UWC-136 or EDGE);
- IMT Frequency Time (IMT-FT; DECT).
  * IMT OFDMA TDD WMAN (mobile WiMAX, 2007년 회의에서 추가 승인)

위에 열거한 바와 같이 ITU-R의 IMT-2000표준에는 5가지(2007년에 추가된 mobile WIMAX를 포함하면 6가지)표준이 승인되었으나 실제로 전 세계적으로 3G 이동통신 서비스로 채택되어 설치된 표준은 WCDMA(국내에서는 비동기식 3G)로 알려진 IMT-DS와 CDMA2000(국내에서는 동기식 3G)으로 알려진 IMT-MC 표준 이었다.

이후 2001년부터 세계 각국에서 3G 주파수 대역에 대한 할당이 시작되며 CDMA2000을 채택했던 많은 수의 사업자들이 WCDMA로 전환을 하면서 4세대 이동통신인 LTE부터 전 세계의 대부분 사업자들이 3GPP의 표준을 채택함에 따라 자연스럽게 3GPP표준이 단일 이동통신 표준 체계로 접어들게 되었다.<표 1>

세대	1G			2G		3G		4G	5G
명칭	AMPS	TACS	NMT	GSM	cdma-One	WCDMA	CDMA2000	LTE	NR
최대데이터 전송속도 (bps)	NA	NA	NA	9.6K	14.4K	2M	144K 2M 3X	100M	10G
코어망	서킷	서킷	서킷	서킷/패킷	서킷/패킷	서킷/패킷	서킷/패킷	패킷	패킷
채널 대역폭	30K	25K	25K	200K	1.25M	5M	1.25M	20M	100M/400M
다중접속 방식	FDMA	FDMA	FDMA	TDMA	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA	OFDMA
표준개발주체	미국	영국	북유럽	ETSI	TIA	3GPP	3GPP2	3GPP	3GPP
서비스 시작시기	1983	1985	1986	1991	1996	2001	2000	2009	2018

<표 1> 이동통신 세대별 특징

o 3GPP 표준은 1999년 최초의 IMT-2000 표준으로 승인된 3G 표준을 Release 99으로 명명한 이후 2001년 부터는 All IP Core망을 도입한 Release 4, 2002년에는 WCDMA의 데이터 전송속도를 크게 개선한 HSDPA를 포함한 Release 5 등 주요한 기능 추가나 개선을 포함한 버전에 <표 2>와 같이 순차적으로 Release 번호를 적용하고 있다.

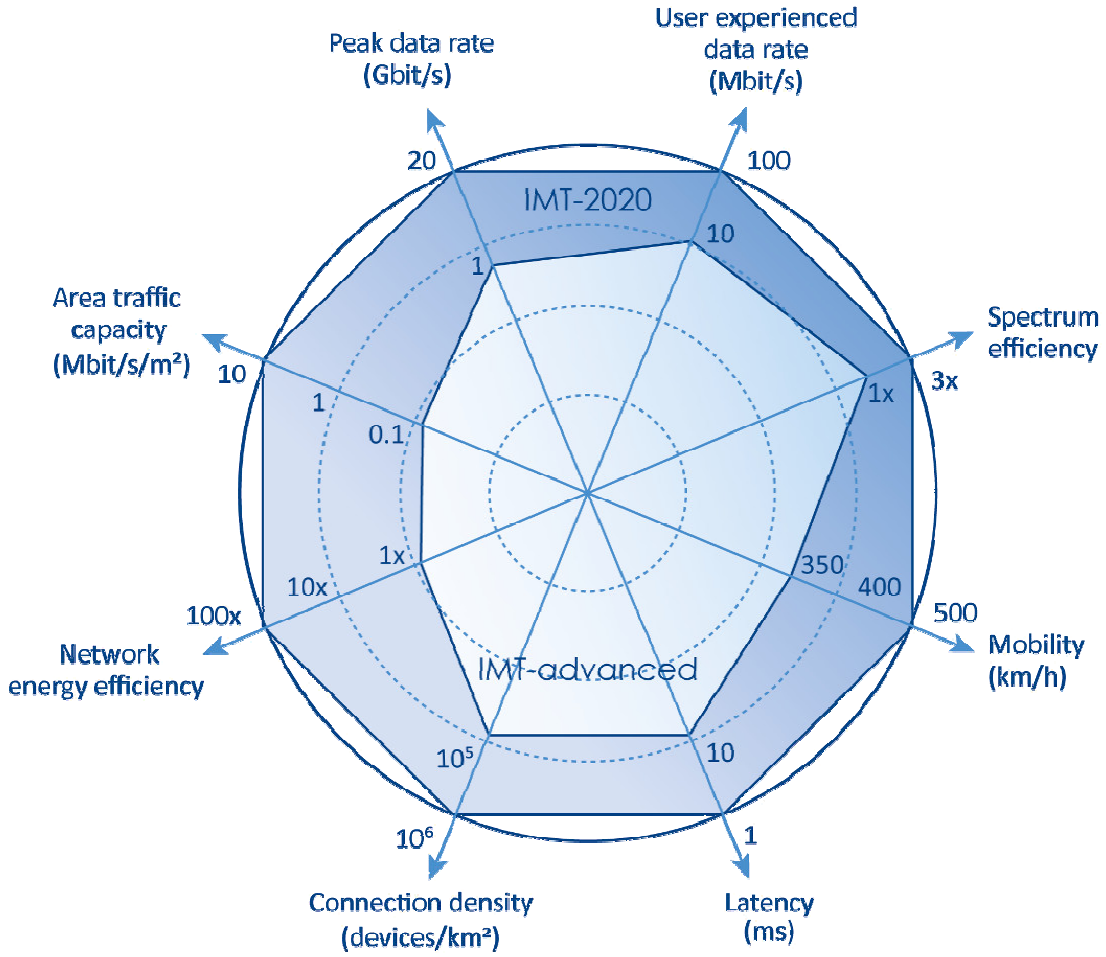
Release	시기	내용	표준
Release 99	Q1 2000	3G UMTS WCDMA	3G
Release 4	Q2 2001	UMTS all-IP Core Network	
Release 5	Q1 2002	IMS 및 HSDPA	
Release 6	Q4 2004	HSUPA, MBMS, IMS 개선, Push to Talk over Cellular, WLAN 과의 연동	
Release 7	Q4 2007	QoS 와 latency개선, VoIP, HSPA+, NFC 통합, EDGE Evolution	
Release 8	Q4 2008	LTE 도입, SAE, OFDMA, MIMO, Dual Cell HSDPA	LTE
Release 9	Q4 2009	WiMAX / LTE / UMTS 호환성, Dual Cell HSDPA with MIMO, Dual Cell HSUPA, LTE HeNB	
Release 10	Q1 2011	LTE-Advanced, Release 8 (LTE)와의 호환성, Multi-Cell HSDPA	
Release 11	Q3 2012	Heterogeneous networks (HetNet), Coordinated Multipoint (CoMP), In device Coexistence (IDC), Advanced IP interconnection of Services,	
Release 12	Mar. 2015	Small Cells operation 개선, Carrier Aggregation (2 uplink carriers, 3 downlink carriers, FDD/TDD carrier aggregation), MIMO (3D channel modelling, elevation beamforming, massive MIMO), MTC - UE Cat 0 introduced, D2D 통신, eMBMS 개선.	
Release 13	Q1 2016	LTE-U / LTE-LAA, LTE-M, Elevation beamforming / Full Dimension MIMO, Indoor positioning, LTE-M Cat 1.4MHz & Cat 200kHz introduced	
Release 14	2017 6	V2X, Mission Critical, IoT	
Release 15	2019 6	5G Phase 1 specification	5G
Release 16	2020 7	5G Phase 2 specification	
Release 17	Mid 2021	5G Phase 3 specification (코로나로 6-9개월 지연예상)	

<표 2> 3GPP의 Relese 별 규격내역

o 5G 이동통신 시스템은 ITU-R의 IMT-2020 규격인 ITU-R M.2083 규격에 정의 되어 있다. 이에 따르면 5G 시스템은 다음의 3가지 영역에서 4G 규격인 IMT-Advanced 혹은 LTE(Long Term Evolution) 대비해서 크게 개선되었다.

- Enhanced Mobile Broadband (eMBB) : 핫스팟에서의 사용자의 증가와 데이터 사용량의 증가 그리고 빈틈없는 통화영역 제공 및 고속의 이동 환경에서도 사용자의 체감 데이터 속도의 증대
- Massive Machine-type Communications (mMTC) : IoT 구현에 필요한 저전력 저속 데이터 접속을 필요로 하는 밀집된 많은 수의 단말에 대한 접속을 제공
- Ultra-reliable and Low Latency Communications (URLLC) : 안전 및 정확도가 필수적인 응용 서비스를 위한 저지연 고신뢰도의 통신방안 제공

이와 같은 5G 시스템 의 요구 규격과 4G 시스템 사이의 성능 차이를 아래의 <그림1> 에 보였다.



<그림1> 5G 시스템 요구 성능(ITU-R M.2083)

5G NR에서도 LTE와 같이 OFDMA를 사용하나 5G에 추가적으로 할당되는 주파수를 고려 하여 부반송파의 폭과 채널 코딩등 에서 변경된 부분들이 있다, <표3>에서 보인바와 같이 5GNR은 7GHz 이하대역(FR1)과 24.25GHz 이상의 대역(FR2)에서 운용할수 있고 부반송파의 폭이 LTE에서는 15kHz로 고정되었으나 5G NR에서는 FR1 대역에서는 60kHz 까지 사용할 수 있으며 최대 부반송파의 개수도 LTE에서는 1200인 반면에 5G NR에서는 3300개까지 허용되어 FR1의 경우 최대 대역폭이 100MHz로 LTE 의 20MHz 대비 5배 높아 신규로 할당된 5G 대역의 100MHz대역폭을 하나의 채널로 운용가능 하다. 또한 채널 코딩에서도 LTE의 Turbo Coding 대신 5G NR에서는 작은 패킷 전송에도 효율적이고 초고속 전송에도 적합한 LDPC(low-density parity-check) Coding을 채택하였다.

	LTE	NR
주파수 대역	66GHz 이하	7GHz 이하 (FR1), 24.25 GHz 이상 (FR2)
대역폭	1.4, 3, 5, 10, 20MHz	FR1 : 5, 10, 15, ..., 100MHz FR2 : 20, 100, 200, 400 MHz
부반송파 간격	15Khz	FR1 : 15, 30, 60 KHz FR2 : 60, 120, [240] KHz
TTI	1ms	1, 0.5, 0.25, 0.125 ms 2, 4 and 7 symbole (tens us)
프레임 구조	Type 1 : FDD Type 2 : TDD	Unified framework of FDD/ TDD with bi-directional slot
MIMO	Up to 4 layers 다양한 전송모드 (OL/CL-MIMO, SFBC, SM)	Up to 8 layers 단일 정송 모드 (LTE TM9 유사) Multi-beam operation
RS	CRS, CSI-RS, SRS, DMRS	DMRS, CSI-RS(for BM, tracking, mobility, CSI), SRS, PTRS
채널 코딩	Turbo Coding, TBCC	LDPC, Polar Code
Waveform	DL : CP-OFDM UL : DFT-s-OFDM	DL : CP-OFDM UL : CP-OFDM + DFT-s-OFDM

<표3> LTE와 5G NR 비교

이외에도 LTE와 큰 차이점 중의 하나는 5G NR은 FDD와 TDD를 통합한 구조로 트래픽에 따라 효율적으로 채널 자원을 할당할 수 있어 주로 FDD로 운용되던 LTE대비 높은 주파수 효율을 얻을 수 있다.

현재 도입되기 시작한 5G 시스템은 3GPP의 Release 15의 early drop으로 불리는 Non-Stand Alone(NSA) NR(New Radio) 규격을 따른다. 2017년 12월 완료된 NSA는 Core 망은 4세대 LTE의 EPC(Evolved Packet Core)를 활용하고 제어신호는 LTE 를 통하여 전달이 되는 구조를 가지고 있어 이미 LTE망을 가지고 있는 이동통신 사업자들이 손쉽고 빠르게 5G 서비스를 제공할 수 있도록 하여준다.

반면에 기존 LTE의 core망을 사용하고 LTE를 통하여 제어 신호를 처리하기 때문에 단말은 5G와 LTE에 동시에 접속(Dual Connectivity) 되어야 하고 5G에서 제공하는 Network Slicing등 각종 네트워크 관련 기능들의 구현이 어렵고 URLLC 역시 완벽히 구현하는데 제한이 있다. 이에 따라 대부분의 이동통신 사업자들은 NSA를 설치하여 서비스를 시작한 후 2018년 6월 완료된 Stand Alone(SA) 시스템이 개발완료 되는대로 시스템을 Upgrade해 나갈 것으로 보인다.

5G의 Phase 1으로 불리는 Release 15에서 제공 되는 서비스와 기능들은 다음과 같다.

- New Radio(NR)
- Massive Machine Type Communication(MTC) 와 Internet of Things(IoT)
- Vehicle-to-Everything(V2X) Phase 2
- 기존 시스템과의 Mission Critical(MC) 호환성 - 무선 LAN 과 비면허대역 주파수 활용
- 논리적 end-to-end 네트워크 slicing
- 제3자가 5G 서비스를 활용할수 있도록 API(Application Programming Interface) 공개
- Service Based Architecture(SBA)
- LTE 개선 사항
- Mobile Communication System for Railways(FRMCS)

2020년 7월에 완료된 Release 16은 5G Phase 2로 불리우며 다음의 서비스와 기능들이 포함되어 있다

- 5G NR을 코어망과 기지국간의 무선 Backhaul 접속에도 사용할수 있도록해 망구축 비용을 절감할수 있도록한 Integrated Access and Backhaul(IAB)
- positioning reference signal (PRS)을 이용해 단말(UE)는 다수의 기지국으로 수신한 positioning reference signal (PRS)의 time of arrival (ToA)차이, 수신 파워, 수신 각도(angle of arrival) 그리고 다운링크 수신부터 업링크 송신에 걸리는 시간을 이용한 round trip time(RTT) 등을 위치 서버에 보고하고 위치 서버는 이를 이용해 해당 단말의 위치를 계산함으로서 단말의 위치를 3-10M 이내의 정확도를 가지고 결정 할수 있다.
- V2X Phase 3: Platooning(집합 주행), 센서 추가, 자율주행, 원격주행
- 산업용 IIoT(Industrial Internet of the Things)
- 개선된 Ultra-Reliable and Low Latency Communication(URLLC)
- 비면허 대역에서의 NR 기반 접속
- 5G 효율 : Interference 회피, Self-Organizing Networks(SON), eMIMO, Locations and positioning, 전력 소모, eDual Connectivity, Device capabilities exchange, Mobility 개선
- Enhancements for Common API Framework for 3GPP Northbound APIs (eCAPIF)
- FRMCS(철도용 이동통신) Phase 2

Release 16이 완료됨에 따라 Release 17에 포함될 내용에 대한 논의가 진행되고 있는데 2019년 12월 회의에서 결정된 Release 17에서의 주요 서비스들은 다음과 같다

- NR Light
- 소용량 데이터 전송 최적화
- Sidelink 개선

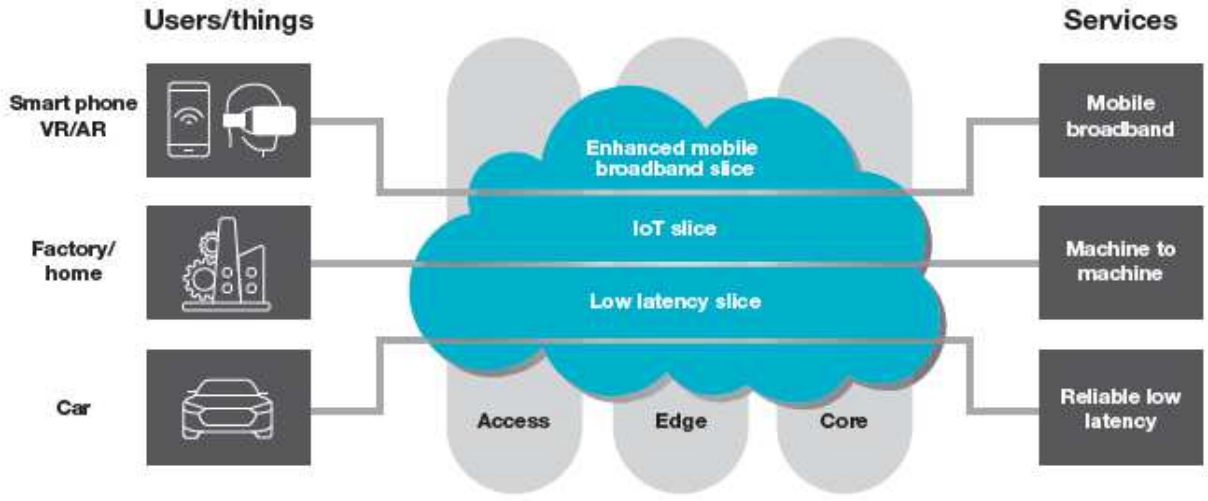
- 52.6GHz 이상대역(60GHZ 비면허 대역 포함)에서의 NR
- Multi SIM 동작
- NR Multicast 및 Broadcast
- Coverage개선
- NB-IoT 와 eMTC 개선
- Industrial IoT와 URLLC개선
- MIMO개선
- Non Terrestrial 네트워크(위성통신) 용 NR
- NR-U(비면허 대역용 NR)의 전반적인 개선
- 전력 절감 개선
- RAN 데이터 수집 개선
- 위치 측정 개선 :

o 3G 나 4G 표준 개발에서는 주파수 효율을 높여서 한정된 주파수에서 가능한 많은 데이터를 전송할 수 있도록 하기위한 변조 및 코딩 그리고 안테나 기술 등을 개발하는데 중점을 두었다. 그러나 5G 표준 개발에서는 무선 구간의 효율성 증대 뿐만 아니라 다양한 서비스를 제공하는데 필요한 유무선 구간 전체에 대한 전반적인 개선작업에 많은 노력을 기울이고 있다.

현재 3GPP에서 추진하고 있는 5G관련 표준화 작업들은 기존의 이동 통신 서비스 외에도 그동안 개별 기업이나 사업자 별로 추진하고 있던 각종 IoT관련 서비스, 자율 운전 관련 통신이나 차량 간 통신 그리고 기타 차량과 관련된 통신을 지원하기 위한 Cellular V2X(C-V2X), WIFi 영역이었던 비면허 대역에서의 무선 통신, 위성 그리고 철도 및 해상 통신 등 무선 통신을 사용하는 거의 모든 영역을 포함하고 있다.

또한 NFV(Network Function Virtualisation) 의 전면적인 도입에 따른 각종 네트워크 기능의 가상화는 end to end network slicing을 가능하도록 하여 줌에 따라 재난망이나 경찰이나 군 통신망 등 공공망이나 기업들이 자체적으로 구성하여 기업 내에서 사용하던 사설망 등이 궁극적으로는 별도의 망을 설치할 필요 없이 하나의 물리적인 망을 이용하여 Network Slicing을 통해 구현할 수도 있게 될 것으로 보인다.

이와 같은 Network Slicing은 <그림2> 에서 보는바와 같이 증감현실 이나 가상현실 관련 서비스를 위해 Mobile broadband를 필요로 하는 기업에게는 초고속 저지연을 지원하는 eMBB 를 제공할수 있도록 한 가상 네트워크를 제공하고 각종 센서 정보나 공장 자동화용 장치들처럼 데이터량은 적지만 높은 신뢰도의 데이터 통신을 필요로 하는 사용자에게는 IoT에 최적화된 가상 네트워크 슬라이스를 그리고 C-V2X서비스를 제공하는 회사에게는 초저지연 과 고 신뢰도의 데이터 전송을 보장하도록 특화된 가상 네트워크 슬라이스를 제공 할수 있도록 하여준다. 이와 같이 앞으로 이동 통신 사업자는 하나의 5G 네트워크를 다양한 특성을 갖는 다수의 가상 네트워크로 나누어 판매 하는것도 가능하게 하여준다,



<그림2> 5G 네트워크 슬라이싱

다음의 <표4>에서는 5G의 주요기술별로 특허 등록 수에 근거한 표준 주도 업체 현황을 보여주고 있다.

주요 이슈	표준화 그룹	표준 주도 국가/기관	표준 대응 업체/기관	대응 필요성/통찰
eMBB	3GPP RAN	미국/Qualcomm, Intel 한국/LGE, 삼성	LGE, 삼성	
mMTC	3GPP RAN	미국/Qualcomm	LGE, 삼성	
URLLC	3GPP RAN	미국/Qualcomm 한국/ LGE	LGE, 삼성	
C-V2X	3GPP RAN	미국/Intel 한국/LGE,삼성	삼성, LGE, 현대차	

<표4. > 5G 주요기술별 표준주도 업체 현황

1.2 V2X 표준화 이슈 및 전망

ㅇ 3GPP에서 표준화를 추진하고 있는 C-V2X(Cellular Vehicle to Everything)는 2017년 3월에 완료된 LTE 표준인 Release 14 에 Phase 1 LTE-V2X 규격을 포함하였고 2018년 6월 완료된 5G 표준인 Release 15에는 Phase 2 LTE-eV2X 규격을 포함하였으며 2020년 7월 완료된 Release 16에 Phase 3 LTE-eV2X 규격을 완성했다.

이러한 3GPP의 C-V2X에서는 <그림3>에서 보는바와 같이 기존의 이동통신망을 통하여 통신을 하는 Uu interface(up/down link)를 통한 Vehicle to Network(V2N) 통신과 5.9GHz ITS (Intelligent Transport System)대역을 통해 직접 통신을 하는 PC5 interface(sidelink)를 통한 Vehicle to Infrastructure(V2I), Vehicle to Person(V2P) 그리고 Vehicle to Vehicle(V2V) 통신의 두 가지 모드를 정의함으로서 이동통신망과의 접속을 고려하지 않은 DSRC(Dedicated short-range communications)와 차별화 하고 있다.

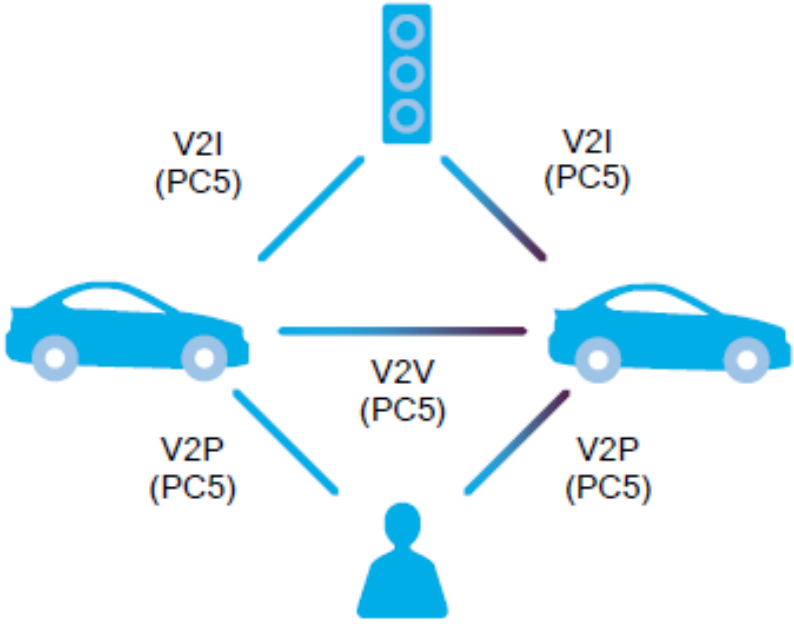
3GPP의 C-V2X에는 5GAA(5G Automotive Association)가 C-V2X관련 요구규격과 각종 적용 사례(Use Case)를 제공하며 적극적으로 참여 하고 있다. 5GAA는 2016년 Audi와 Qualcomm의 제안으로 구성되어 전 세계의 통신 사업자, 칩셋 제조 업체 및 통신 및 자동차 부품제조사 그리고 자동차 업체등 130 업체가 참여하여 차량과 통신의 결합 관련 사항을 지원하는 단체이다.

ㅇ 현재 까지 개발된 C-V2X의 개발 현황을 살펴 보면 다음과 같다.

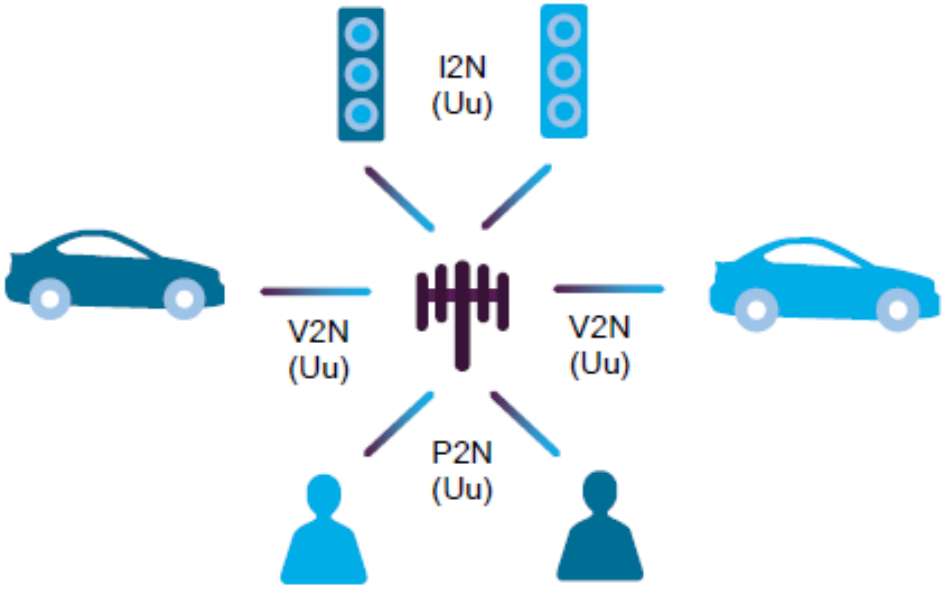
Phase 1 LTE-V2X

- Uu Interface(단말-기지국간 통신)에서 eMBMS(evolved Multimedia Broadcast Multicast Service) 및 SC-PTM(single-cell point-to-multipoint transmission)에서 V2X를 위한 짧은 주기 scheduling을 추가 하였고 V2X 서비스를 위한 QoS Class Identifier(QCI)를 정의함으로써 V2X환경에서 요구되는 저지연 서비스를 제공할 수 있도록 했다.
- 단말간 직접 통신을 위한 PC5 interface (sidelink)를 통한 통신에는 demodulation reference signals (DMRS)를 채택해 고속이동성을 지원하도록 했고 Sidelink SPS (Semi Persistence Scheduling) 기반 Tx mode 3 자원 설정을 통해 최대 8개의 sidelinke SPS 세션을 설정할 수 있으며 Tx mode 4에서는 단말 자체의 자원 pool 감지나 무작위 선택을 통한 자원 충돌 방지

그리고 필요시 타사업자 단말이나 기지국으로 부터도 V2X관련 서비스를 수신할 수 있도록 하는 기능이 포함되었다.



V2V, V2I, V2P 직접연결(Sidelink)-1Km 이내의 단거리



이동 통신망을 통한 연결 V2N

<그림3> C-V2X의 통신 두 가지 통신 모드

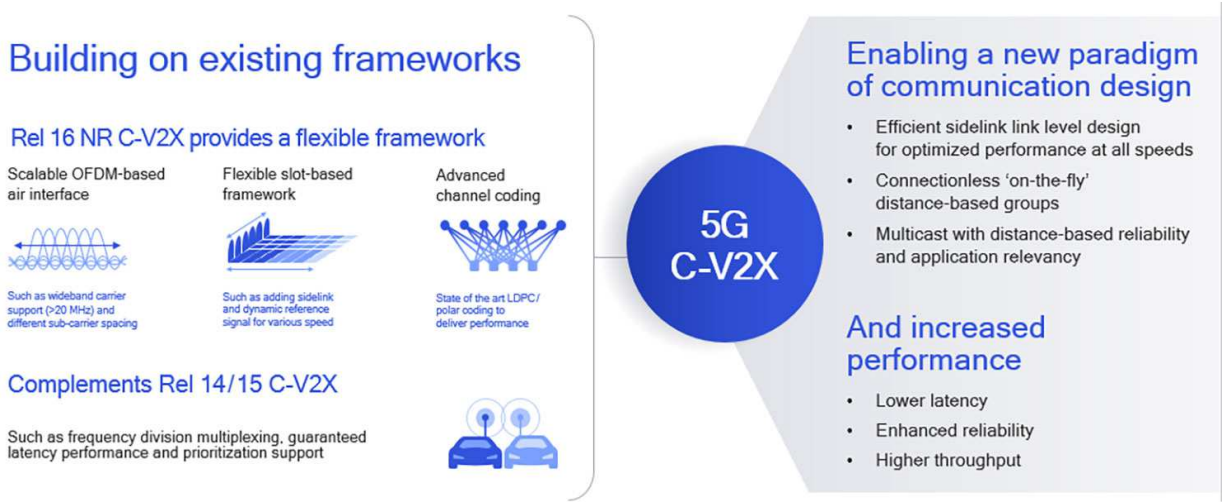
Phase 2 eLTE-V2X

- sidelink carrier를 8개까지 묶어서 사용할 수 있도록하고 기지국의 제어 하에 통신을 하는 Tx mode 3와 단말 자체의 제어 하에 통신을 하는 Tx mode 4 간에 전송자원 pool을 일부 혹은 전부 공유할 수 있도록 하였으며 sidelink 통신에서 PDCP(Packet Data Convergence Protocol)에 packet duplication을 적용해 신뢰성을 높였고 64QAM 전송을 적용할 수 있도록 했다.

Phase 3 NR C-V2X

- 5G 기반의 V2X로 2018년 8월부터 논의가 시작 되었으며 sidelink 설계 관련해서는 유니캐스트, 그룹캐스트, 브로드 캐스트 기술에 대한 개선과 sidelink의 물리계층 개선방안과 동기방식 그리고 자원할당방식 등에 대한 검토를 통해 데이터 전송속도, 데이터 전송의 신뢰성 향상 등 sidelink 전반에 대한 성능 개선방안이 포함되어 있으며 2020년 7월 Phase 3 NR-V2X는 3GPP Release 16에 포함되어 발표 되었다..

- Release-16의 NR C-V2X에서 가장 주목할 근거리 직접통신 기능을 제공하는 sidelink의 개선이다, Release-16의 NR C-V2X의 sidelink는 전송 속도가 대폭 늘어 났을뿐만 아니라 지연(Latency) 감소, 데이터 신뢰성 향상 그리고 위치측정의 정확도가 높아져 다양한 V2X관련 안전 서비스를 제공 할수 있도록 하여준다.<그림4>



<그림4> Release-16 NR C-V2X 추가 기능(Qualcomm)

- Release-16의 NR C-V2X에서는 물리계층에서 거리를 사용함으로서 다양한 무선 환경에서도 안정적인 통신이 가능할뿐만 아니라 거리에 따른 통신 그룹구성을 실시간으로 할수 있어 일정한 거리에 있는 주변의 차량과 multicasting group을 실시간으로 구성해 주변 차량의 카메라 영상이나 LIDAR 영상등을 교환 함으로서 교차로 사각지대나 앞의 차량에의해 시야가 가려진 전방의 도로 사항등 다양한 정보를 전달함으로서 사고 예방에 활용하는등 다양한 응용서비스를 제공 할수 있도록 하여 줄수 있다.<그림5>[8]



<그림5> Release-16 NR C-V2X 추가 기능(Qualcomm)

- 3GPP TR 22.886 use cases (5G, release 16)에 정의된 V2X 서비스는 다음과 같다.[9]

  1) 다수의 차량이 근접해 무리를 지어 주행하는 집단주행(platooning)을 위한 eV2X 지원

  2) 집단주행(platooning) 차량간의 정보 교환

  3) 차량간 센서 및 도로 상황지도 공유

  4) 원격 운전을 위한 eV2X지원

  5) 근접 차량 집단을 위한 자율 협력 주행

  6) 운전 사각 지대를 없애기 위해 주변 차량의 카메라 및 센서 정보를 공유하는 주변 상황에 대한 집단인식

7) 서로 다른 3GPP 무선 기술을 사용하는 차량간의 통신

8) 다양한 공중 육상이동 통신망 환경 지원

9) 연결된 자동주행 차량간의 협력적 충돌회피(CoCA: Cooperative collision avoidance)

10) 부분 혹은 조건부 자율주행을 위한 정보 공유

11) 고도 혹은 완전 자율주행 위한 정보 공유

12) 부분 혹은 조건부 집단주행을 위한 정보 공유

13) 고도 혹은 완전 집단주행 위한 정보 공유

14) 능동적인 승차공유

15) 다양한 무선기술 방식에 따른 사용예

16) 자율주행을 보조 하고 개선 하기 위한 영상 정보 공유

17) 교통상황에 따른 자율주행, 호송 주행, 집단주행 사이의 주행모드 전환

18) 승객이나 차량주변 단말이 차량을 통해 망에 접속하는 차량을 이용한 테더링

19) 5G 통화권 이외 지역에서의 사용예

20) 도로에서의 비상상황에 주변 차량들이 충돌을 피하기 위한경로를 설정하는 비상회피경로 정렬(ETrA:Emergency trajectory alignment)

21) 원격 운전 지원

22) 도심 교차로에서 안전관련 정보 제공

23) 자율운전 차량의 협력적 차선변경(CLC:Cooperative lane change)

24) 차량 전자 제어장치 소프트웨어에 대한 안전한 업데이트 방안 제안

25) V2X 시나리오에 대한 3D 영상 구성

26) 집단주행측면에서의 QoS

27) 발전된 운전측면에서의 QoS

28) 원격운전 측면에서의 QoS

29) 확장된 센서 측면에서의 QoS

30) 다양한 V2X응용에 따른 서로 다른 QoS 예측

ㅇ 해외 대응 현황

현재 전 세계적으로 5.9GHz 대역에 70MHz의 대역폭을 ITS용도로 지정하고 있다.<표 5>

국가	ITS 주파수 (MHz)
한국	5,855 ~ 5,925
미국	5,850 ~ 5,925 5.850-5.895(Unlicensed Spectrum으로 협의중)
유럽	5.855 ~ 5,925 63,000 ~ 64,000
중국	5,905 ~ 5,925 (실험용) 5,905 ~ 5,925 (2018년 10월 LTE-V2X 사업용으로 공고)
일본	755.5 ~ 764.5 5,770 ~ 5,850

<표 5> 국가별 ITS 주파수 할당 현황

- 미국은 이러한 ITS대역을 10MHz 대역폭을 갖는 7개의 채널로 나누어서 사용하고 있는데 현재로서는 DSRC 기반의 ITS 서비스를 위한 RSU (Roadside Unit)과 OBU(On-board Unit)에 대한 규격만 정의하고 있어 C-V2X 기반의 ITS를 사용할 수 없게 되어있다. 이에 따라 5GAA등 3GPP C-V2X를 지지하는 단체 등이 FCC에 5.9GHz ITS 대역을 기술중립적으로 변경해달라는 청원을 낸 상태이다. 미국의 교통부는 2016년 DSRC를 모든 자동차에 장착하는 것을 의무화하는 방안을 제안한 바있으나 법제화 되지 않았고 General Motors는 Cadillac 일부 모델에 DSRC를 설치해 판매하기도 했다. 일본의 Toyota는 2018년 미국에 판매되는 차량에 2021년부터 DSRC를 설치하는 계획을 발표했으나 최근 C-V2X가 등장함에 따라 이 계획을 취소하기도 했고

Ford사는 2022부터 미국 내 판매하는 모든 차량에 C-V2X를 설치하겠다는 계획을 발표했다. 2020년 2월에 FCC는 5.850-5.895 GHz의 45MHz 밴드를 Unlicensed 기기를 사용할수 있는 밴드로 지정하고 5.905-5.925 GHz의 20MHz 밴드에서 C-V2X를 사용하도록 하고 5.895-5.905GH의 10MHZ 밴드는 C-V2X 나 DSRC 모두 사용 하도록 하는안 또는 이 밴드 역시 C-V2X에 할당하는안 등 다양한 신규 활용 방안에 대한 제안을 발표하고 이에 대한 의견을 청취했다. 2020년 9월 NTIA(National Telecommunication and Information Administration)에서는 5.9GHz대역중 5.850-5.895 GHz 를 Unlicensed 대역으로 하고 나머지 대역에서 C-V2X의 사용을 허가하는 FCC의 활용 계획에 동의를 함으로서 앞으로 5G C-V2X 분야에서의 다양한 기술 개발이 예상된다.[7]

- 유럽 역시 ITS 대역을 10MHz 대역폭을 갖는 7개의 채널로 나누어서 사용하고 있으며 추가적으로 비면허 대역인 60GHz 대역 중 63-64GHz를 ITS 대역으로 사용할 수 있도록 하고 있으나 이 경우 802.11ad 나 802.11ay등 다른 비면허 대역 기기와의 간섭이 발생할 수 있어 이에 대한 대책을 논의 중이다. 유럽에서는 ITS대역에 특정한 기술을 지정하지 않았지만 European Commission의 DG for Mobility and Transport 가 DSRC 사용을 법제화 하려는 법안을 제출하려 했으나 5GAA등 C-V2X 진영의 반대에 부결되었다. European Commission (EC)는 5.855GHz-5,875GHz의 20MHz밴드는 기술 중립적인 일반 ITS 용도로 지정하고 2020년 10월 5.875-5.925GHz 의 50MHz 밴드를 ITS 안전 관련 서비스를위한 EU내 모든 국가의 공통 주파수로 지정하고 각 EU회원국은 2021년 6월까지 이 대역 할당을 완료하고 2022년 9월까지 구현을 완료한후 EC에 보고하도록 결정 했다. 이중에서 5.915-5.925GHz 대역은 지역 및 도심 철도의 통제와 안전을 위한 제어 시스템인 CBTS(Communications Based Train Control)가 최우선 사용권을 갖도록 하고 5.925-5.935GHz 대역에서도 CBST가 우선권을 갖도록 했다.[6]

- 중국은 <표5>에서 보는 바와 같이 ITS에 20MHz 대역만을 지정하였으며 이 주파수 대역에 적용될 기술로 LTE-V2X를 선정하여 2017년부터 시험 운용 중에 있다.

- 일본은 <표5>에 나타낸대로 700MHz 대역의 9MHz 대역폭을 ITS Connect 주파수로 지정하여 V2V와 V2I ITS Safty 용도로 지정하여 2016년 10월부터 상용서비스를 시작 하였으며 사용하고 있으며 5.8GHz 대역은

4.4MHz대역폭의 7개의 FDD 채널로 구성하여 통행료 징수 및 정보 서비스를 위해 사용하고 있다.

ㅇ (국내 대응 현황)

- 국내에서는 2016년 5.9GHz 대역에 70MHz 대역폭을 차세대 지능형 교통체계(C-ITS)통신용 주파수로 할당하였으며 이후 주로 DSRC에 기반한 ITS기술에 대한 시범사업을 진행해 왔으나 특정한 기술을 지정하지는 않았다.

ㅇ (국내 대응 필요성 및 전망)

- V2X는 5G 이동통신 서비스 중 주요 서비스의 하나로 인식되어 있고 이에 따라 관련 기업들은 5GAA와 같은 기구를 만들어서 C-V2X를 지지하고 있고 각국 정부 또한 ITS 관련 주파수를 지정하고 법과 제도 적인 측면에서도 ITS 관련 서비스 보급에 적극적으로 나서고 있다. V2X관련 서비스는 상당한 양의 트래픽을 발생할 뿐만아니라 용도에 따라 전송지연이나 데이터의 무결성 관련해 매우 높은 수준의 품질을 요구할 수 있어 이동 통신 사업자에게는 매출을 현재보다 한 단계 증대시킬 가능성이 높은 새로운 서비스 영역으로 생각되고 있다. 현재 현대자동차는 IEEE의 802.11p 이후 차세대 V2X로 개발되고 있는 IEEE802.11bd 표준회의에 지속적으로 연구원을 참석시키고 있고 C-V2X 관련 해서도 5GAA에 가입해 활동 하고 있다. 이밖에도 정부의 적극적인 협력 아래 통신 장비 제조업체, 이동 통신 사업자 부품업체 그리고 자동차 업체들이 협력해 다양한 ITS관련 시범 사업이나 자율 주행차량 관련 시험 및 검증 사업을 진행 중이다.

2 국제표준화 영향력 확대 방향 및 전략

2.1 국제표준화에서 한국의 취약점

ㅇ 표준화 회의는 회의에 참석하는 모든 사람이 자신이 속한 회사 혹은 국가의 이익을 가지고 서로 협상과 양보를 통해 합의안을 만들어 가는 자리이다. 하나의 표준안이 만들어지기 위해서는 이러한 합의 과정이 몇 년간에 걸쳐 수천 혹은 수 만번 반복되게 된다. 이와 같이 반복 되는 협상과 양보를 위해서는 표준화 회의에 참여하는 사람간의 신뢰가 필요하고 이러한 신뢰는 장기간에 걸쳐 표준화 회의에서 논의 하고 협상하는 과정에서 만들어 진다.

현재 IEEE, 3GPP, ITU 등 어떤 회의에 가더라도 미국, 유럽 일본 중국의 참여자 중에는 90년대부터 표준화 활동을 지금까지 꾸준히 해오는 사람들이 있다. 이런 반면에 국내의 표준 참여자들은 특정한 issue가 있을 때만 한시적으로 참여하는 사람들이 다수이고 대기업에서 일부 인원이 지속적으로 참여한다하더라도 승진이나 보직 변동으로 10년 이상 지속적으로 참여하고 있는 인원을 찾아보기 어렵다.

한국의 삼성이나 LG의 이동통신 단말이 세계시장에서 상위권에 들어가게된 계기를 돌이켜보면 1996년 실패의 위험을 안고서도 당시에는 새로운 기술이었던 CDMA를 차세대 디지털 이동통신 시스템으로 선택함으로써 국내의 기업들이 관련 시스템 및 단말개발에 나서고 표준제정 과정에도 초기부터 참여함으로써 3GPP와 3GPP2를 구성하는 한국, 중국, 미국, 일본 유럽 5개국 중의 하나로 포함되었고 이러한 표준화 영역에서의 주도권을 잡은 것이 이동통신 분야 산업에서 세계적으로 성공을 거두는 계기가 되었다고 생각한다. 20년이 지난 현시점에도 최근 인도가 추가되기는 했지만 3GPP에서의 이동 통신 표준은 여전히 초기에 참여했던 5개국 중심으로 개발되고 있다.

하지만 한국을 제외한 나머지 국가에서는 3GPP 초기에 참여 했던 인원들 중 많은 인원들이 아직도 활동하고 있는 반면에 한국의 참여자들은 10년을 넘기지 못하고 교체되거나 중단되었다. 이러한 현상의 가장 큰 이유는 각 기업 내에서 표준이 가지는 전략적인 가치보다는 단기간의 실적에 따라 평가 됨에 따라 표준관련 부서보다는 실적을 보여줄 수 있는 현업 부서를 선호하고 경영층에서도 비용대비 실적인 가시적으로 보이진 않는 표준에 투자하기 보다는 단기간에 투자 효과를 보여줄 수 있는 분야에 투자하는 것을 선호하기 때문으로 보인다.

2.2 취약점 개선을 위한 전략(접근방법 등)

ㅇ 표준화 활동을 하는 모든 사람이 20-30년 계속 표준화 활동을 할 필요는 없다. 그러나 분야 별 혹은 표준화 기구별로 2-3명은 거취에 대한 불안없이 지속적으로 활동하며 인맥을 쌓고 영향력을 키워 나가도록해 한국 혹은 국내 기업의 표준화 활동과정에서의 이익을 지켜줄 수 있도록 하는 것이 필요할 것으로 보인다. 따라서 기업별로 이러한 표준 전문가를 장기간에 걸쳐 양성하는 것이 최선이겠지만 현재로서는 국내의 관련 공공기관에서 내부 전문가를 주요 표준기구별로 지정해 체계적으로 양성해 나가는게 좀 더 현실적일 것으로 생각된다.

3. 시사점 및 결언

ㅇ 현재 V2X관련 표준은 IEEE 에서 기존의 DSRC, WAVE에 사용되던 IEEE802.11p를 개선한 IEEE802.11bd 와 3GPP에서 5G NR에 기반한 C-V2X 두 가지가 있다. 이중 IEEE802.11bd V2X는 초기부터 자동차업체들의 요구를 수용해 단말과 시스템 모두 기존의 802.11p와 호환성을 유지하도록 표준이 개발되고 있어 이미 상당한 규모의 WAVE, DSRC관련 투자를 진행한 자동차 업체들에게는 IEEE의 V2X가 좀 더 유리한 시스템으로 보일 수 있다.

그러나 많은 나라에서 5G 이동통신 서비스를 소위 4차 산업 혁명과 연계해 강력하게 추진하고 있는 점과 초고속 저지연 접속을 제공할 수 있는 통신망인 5G 망과의 상시적인 접속이 제공된다는 점에서 C-V2X 역시 매우 매력적인 대안으로 다가오고 있다. 이밖에도 다른 가능성은 ITS대역의 직접통신에는 IEEE의 V2X를 채택하고 5G 망으로는 V2N관련 서비스를 제공하는 방안도 생각해볼 수 있다. 현재로서는 이러한 다수의 V2X 추진 방안 중 어떤 방안이 전 세계적으로 받아들여질 지에 대해서 예측하기는 어렵다. 그러나 V2X가 가지고 있는 엄청난 잠재 시장을 고려할 때 국내의 관련 기업들이 지금까지의 수동적인 표준개발 참여보다는 조금 더 적극적으로 관련 기술 개발과 표준개발에 나서는 것이 필요한 시점으로 보인다.

2020년 9월 미국의 NTIA(National Telecommunication and Information Administration) 에서 5.9GHz ITS 대역중 5.850-5.895GHz의 45MHz 대역을 비면허 대역으로 지정 하고 나머지 5,895-5.925대역에서도 C-V2X의 사용을 허가하는 FCC의 활용 계획에 연방정부가 사용하는 기존시설에 영향을 주지않는 범위에서 허용 하는것에 동의을 함으로서 C-V2X 관련 제품개발이 활성화 될것으로 보인다. FCC는 이외에도 C-V2X를 위해 4.9GHz Public Safety 대역을 할당 하거나 3450-3550 MHz 대역을 할당 하는 방안 그리고 5.9GHz대역의 ITS 밴드를 앞의 4.9GHz나 3.4GHz 대역으로 옮기고 5GHz에서 6GHz대역에 걸쳐 “Gigabit-fast Wi-Fi superhighway”를 위한 대역을 확보 하는 방안등이 발표되고 있다. 이러한 비 면허 대역의 확대나 5G 관련 서비스의 활성화를 위한 주파수 활용방안에 대한 다양한 검토는 급격히 늘어나는 이동 데이터 통신 수요와 다양한 활용 방안을 지원하기 위한 미국 정부 차원의 움직임을 보여주고 있다.

유럽역시 유럽의 각 회원국들에서의 ITS관련 서비스 주파수를 통일하기 위해 5.875GHz-5.925GHz 대역을 철도를 포함하는 교통안전 관련 ITS 서비스를

위한 공통 대역으로 결정하고 유럽내 모든 회원국이 2021년 6월까지 주파수 할당을 완료하고 2022년 9월까지 ITS 시스템 구현을 완료하기로 결정 했다.

이와 같이 해외에서 5G-NR의 서비스가 본격화됨에 따라 이를 이용한 각종 5G 서비스 등 관련 산업의 발전을 위해 주파수를 할당하고 법제도를 정비하는 등 발 빠른 움직임을 보이고 있다. 이중에서도 C-V2X의 경우 IEEE 802.1bd 차세대 V2X와 함께 교통 안전 및 소통 그리고 자율주행 자동차등 자동차 산업의 발전과도 밀접한 관계가 있어 각국 정부가 관련 기술 발전 및 보급을 촉진하기위한 다양한 지원에 나서고 있어 국내의 관련 장비를 개발 하는 기업뿐만 아니라 자동차 관련 기업에서도 이러한 해외시장의 동향을 주시할 필요가 있고 정부의 정책역시 이러한 V2X관련된 다양한 서비스가 국내에서 먼저 시작되고 검증되어 해외 시장에서의 경쟁력을 가질 수 있도록 필요한 법제도의 정비나 주파수 정책등 다양한 측면에서의 조속한 검토가 필요 할 것으로 보인다

첨부1. 참고문헌

[1] 5G Forum "교통융합위원회 백서", Jan.2019.

[2] "ICT 표준화 전략맵, 미래통신전파", Ver 2020,한국정보통신기술협회, 2019.

[3] 5G Forum "5G Forum Issue Report"Vol.8, 2019

[4] Pietro Scalia "5G세상 준비하기" Texas Instrument, 2019

[5] Janne Peisa, Patrik Persson, Stefan Parkvall, Erik Dahlman, Asbjørn Grøvlen, Christian Hoymann, Dirk Gerstenberger, "5G evolution: 3GPP releases 16 & 17 overview", Ericsson Technology Review, Mar 9, 2020

[6] Kevin Smith "Europe boosts spectrum allocation for Intelligent Transport Systems, Telecoms, Oct 15, 2020

[7] "Use of the 5.850-5.925 GHz Band", A Proposed Rule by the Federal Communications Commission, 02/06/2020

[8] Jason Ellis "How NR-based sidelink expands 5G C-V2X to support new advanced use cases" Qualcomm, MAR 31, 2020

[9] Michael Gundlach "Use Cases for 3GPP Based V2X and Combined Solutions", 10th ETSI ITS Workshop, 4-6 March 2019