

## V2X 통신 기술 동향

# V2X Communication Technology Trends

Han-gyun Jung<sup>1</sup> · Seong-keun Jin<sup>1</sup> · Jae-min Kwak<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mobility Platform Research Center, Korea Electronics Technology Institute, Seongnam, 13509, Korea

<sup>2\*</sup>Division of Navigation Information System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 58628, Korea

### [Abstract]

Recently, V2X (vehicle-to-everyting) communication has established itself as an essential technology for cooperative autonomous driving. V2X communication currently includes DSRC (dedicated short range communication) communication technology, which is a WLAN (wireless local area network) based communication technology, and C-V2X (cellular-V2X) communication technology, which is a Cellular-based communication technology. Since these two communication methods are not compatible with each other, various studies and experiments are being conducted to select one of the two communication methods. In the case of C-V2X communication, there are LTE-V2X (long term evolution-V2X) communication technology, which is an initial version, and 5G-V2X communication technology, which is a next-generation version. 5G-V2X communication technology has been completed only until standardization, so LTE-V2X communication technology is mainly used. In this paper, we introduce trends related to various issues in V2X communication, including communication method decisions.

**Key word** : 5G-V2X, C-V2X, DSRC, LTE-V2X, V2X.

## I. 서론

최근 V2X (vehicle-to-everyting) 통신은 협력형 자율주행의 필수 기술로 자리매김하고 있으며, 특히 교차로 신호정보를 V2X 통신을 통해 제공할 경우 자율주행차량의 신호감지기능의 신뢰성이 매우 향상되는 효과가 있어 V2X 통신을 통한 신호현시정보 제공 서비스가 협력형 자율주행의 킬러 서비스로 간주되고 있다.

V2X 통신은 현재 무선랜 기반의 통신기술인 DSRC (dedicated short range communication) 통신 기술과 셀룰러 기반 통신기술인 C-V2X (cellular-V2X) 통신 기술이 존재하며, 두 통신은 서로 호환되지 않아 두 통신방식 중 하나를 선택하기 위한 다양한 연구와 실험이 진행되고 있다[1]. C-V2X 통신의 경우, 초기 버전인 LTE-V2X (long term evolution-V2X) 통신 기술과 차세대 버전인 5G-V2X 통신기술이 존재하지만 5G-V2X 통신기술은 아직 상용칩이 출시되지 않아, 현재는 주로 LTE-V2X 통신기술을 활용 중이다.

본 논문에서는 V2X 통신기술에 대한 이해를 위해 다양한 관점에서 V2X 통신기술을 분석한다. 먼저 현존하는 2종의 V2X 통신방식의 대표적인 특징과 통신방식 결정에 관련된 이슈를 분석하고, V2X 통신 기반 서비스 및 메시지, 장치, 장치연계, 시험/인증 분야의 표준을 분석한다. 그리고 V2X 통신을 위해 할당된 무선 주파수 현황과 관련 정책, 마지막으로 관련 시장의 동향을 분석한다.

## II. V2X 통신기술 동향

현재 전세계적으로 V2X 통신기술은 IEEE (institute of electrical and electronics engineers) 802.11p 표준 그룹에서 개발한 무선랜 기반의 DSRC 통신기술과 3GPP (3rd generation partnership project) 표준 그룹에서 개발한 셀룰러 통신 기반의 C-V2X 통신기술이 공존하고 있는 상황이다[2]-[4]. 두 통신방식은 동일한 서비스 어플리케이션을 위해 사용되면서도 서로 호환되지 않아 둘 중 하나의 통신방식을 선택해야 하는 상황이며, 이를 위해 각 국가별로 V2X 통신기술 선택을 위한 다양한 논의와 실험이 진행되고 있다.

이와 별개로, 그림1과 같이 두 통신방식의 물리계층과 접속

<https://doi.org/10.12673/jant.2023.27.6.861>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 7 December 2023; Revised 14 December 2023

Accepted (Publication) 26 December 2023 (29 December 2023)

\*Corresponding Author; Jae-min Kwak

Tel: +8261-240-7268

E-mail: [kjm@mmu.ac.kr](mailto:kjm@mmu.ac.kr)

제어계층 기술은 서로 호환되지 않아 공존할 수 없는 반면, 네트워크계층과 전송계층 기능, 보안, 서비스 메시지 등은 통신방식과 무관하게 공통으로 사용할 수 있도록 정의되어 있다[5].

표 1. V2X 통신기술 특징 비교

Table 1. Comparison of V2X communication technology features

Item	DSRC	C-V2X
Standard	IEEE 802.11p	3GPP Rel.14 ~
Publication	2010	2016
Technology	Wireless LAN	Cellular(LTE,5G)
Capacity	lower	higher
Real world test	O	X

Communication layer	WAVE	LTE-V2X
Service	Basic vehicle safety services	
Application	SAE J2945/1-1A	SAE J2945/1-1A SAE J3161/1
Network/Transport	IEEE 1609.3	IEEE 1609.2 Security IEEE 1609.3
MAC/PHY	IEEE 1609.4 IEEE 802.11p	3GPP 36.521 Rel.14 LTE-V2X

그림 1. V2X 통신계층 구성

Fig. 1. V2X communication layer

2-1 V2X 통신 방식

2017년 6월 3GPP Rel.14를 통해 LTE (long term evolution) 기반의 V2X 표준화가 완료되었으며, 이에 국내에서는 2019년 10월부터 V2X 통신 방식 결정을 위한 V2X 공동연구반이 구성되었지만, 국토교통부, 과학기술정보통신부 양 부처 간 이견이 좁혀지지 않았다. 정부는 한국판 뉴딜 정책에 따라 전국 주요도로 및 고속도로를 대상으로 2021년 4분기부터 DSRC 기반의 C-ITS (cooperative intelligent transport system) 인프라를 구축하고 2023년부터 LTE-V2X (long term evolution- V2X) 병행방식으로 구축할 계획이었으나 정책 변경으로 인해 보류되었다.

2021년 기획재정부 재정운용전략위원회에서는 두 통신 방식의 장단점을 비교/실증할 수 있는 사업을 2022년에 추진한 후 그 결과를 반영하여 인프라 구축을 진행하도록 권고하였다. 이에, 한국도로공사, 한국전자기술연구원, 한국정보통신기술협회, 한국지능형교통체계협회가 컨소시엄을 구성하여 통신방식 비교를 위한 실증사업을 2022-2023년에 걸쳐 시흥 미래모빌리티기술센터 및 한국도로공사 여주시험도로, 고령페터널, 세종시, 새만금 자율주행 테스트베드 등지에서 수행하였으며, 과학기술정보통신부에서는 해당 실증사업결과와 국제 동향 등을 종합 고려하여 LTE-V2X 통신을 국내 단일 V2X 통신방식으로 결정하였다.

2-2 V2X 통신 표준

V2X 통신 표준은 각 기능별로 다양한 국내외 표준이 존재하며, 크게 서비스, 통신, 보안, 메시지, 장치, 장치연계, 시험/인증 표준으로 분류된다. 각 분야별 표준은 다음과 같다.

표 2. V2X 통신 표준 - 서비스 분야

Table 2. V2X communication standard - service

Standard	publication	Description
ITSK-00100-1 C-ITS Standard - Part1: Service Application Requirements	2021	Define requirements for C-ITS service functions
V2X messages specification for cooperative automated driving systems - Part 1: Conceptual scenarios	2023	Define V2X message-based service scenarios

표 3. V2X 통신 표준 - 메시지 분야

Table 3. V2X communication standard - message

Standard	publication	Description
V2X messages specification for cooperative automated driving systems - Part 2: Basic vehicle safety messages	2023	Define messages exchanged between vehicles
V2X messages specification for cooperative automated driving systems - Part3. Traffic Signal and Map Message	2024	Define Signal phase and timing information message
V2X messages specification for cooperative automated driving systems - Part4. Probe Message	2024	Define traffic/vehicle information message
SAE J2735-202211 V2X Communication Message Set Dictionary	2022	Define V2X messages (USA)
ITSK-00100-2 C-ITS Specification - Part 2. V2X Inforamtion Linking	2021	Define V2X messages (Korea)

표 4. V2X 통신 표준 - 장치 분야

Table 4. V2X communication standard - device

Standard	publication	Description
ITSK-00114 C-ITS RSU specification	2023	Define basic requirements for RSU (Korea)
SAE J2945/1-202004 On-Board System Requirements for V2V Safety Communications	2020	Define the basic requirements for V2V communication
SAE J3161/1-202203 On-Board System Requirements for LTE-V2X V2V Safety Communications	2022	Define basic requirements for LTE-V2X based V2V communication

표 5. V2X 통신 표준 - 통신 분야

Table 5. V2X communication standard - communication

Standard	publication	Description
IEEE 802.11p-2010 IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications	2010	Define DSRC communication MAC/PHY layer function
3GPP TR 21.914 – 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Release 14 Description; Summary of Rel-14 Work Items	2017	Define LTE-V2X communication MAC/PHY layer function
IEEE 1609.0/3/4/12 IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments	2016	Define upper protocol functions of V2X communication
ITSK-00134 Operational requirements for providing V2I service between RSU and OBU	2023	Define requirements to ensure V2I compatibility between RSU and OBU

표 6. V2X 통신 표준 - 장치연계 분야

Table 6. V2X communication standard - interface

Standard	publication	Description
NPA-TSC-2010-R28 Traffic Signal Controller Standard	2019	Define the signal phase and timing information data format
Ministry of Land, Infrastructure and Transport Basic Traffic Information Exchange Technical Standard II	2022	Define procedures and message formats for information exchange between the center and roadside devices
Ministry of Land, Infrastructure and Transport Basic Traffic Information Exchange Technical Standard II IV (in revision)	2023	A revision is underway to add a message (CIEI) format for conveying road hazard information
ITSK-00130 V2X message conversion specification for Cooperative Autonomous driving	2021	Define a common format for delivering messages exchanged through V2X communication to in-vehicle network
ITSK-00100-3 C-ITS Specification – Part 3. C2X Informantion Linking	2021	Define procedures and message formats for V2X message exchange between center and RSU

표 7. V2X 통신 표준 - 시험/인증 분야

Table 7. V2X communication standard - test/certification

Standard	publication	Description
Omniar Conformance Test Case – WAVE – 3GPP 36.521 – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2021	L T E – V 2 X communication MAC/PHY layer function test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – SAE J3161 – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2020	SAE J3161 functional test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – IEEE 1609.2 – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2023	IEEE 1609.2 functional test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – SCMS per CAMP – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2020	US CAMP SCMS functional test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – Networking Services – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2023	IEEE 1609.3 functional test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – RSU 4.1 V2I – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2020	RSU 4.1 functional test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – MAP SAE J2735 – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2020	SAE J2735 MAP message test specifications
Omniar Conformance Test Case – WAVE – Signal Phase and Timing SAE J2735 – Test Suite Structure and Test Purposes (TSS & TP)	2020	SAE J2735 SPAT message test specifications
Omniar Test specification – NTCIP 1218 Interface with V2X Operations for Device Certification Testing	2023	NTCIP 1218 interface function test specifications
Omniar ASN.1 Requirements WAVE – Test Control Interface ASN1 Specification	2020	Define control messages between test system and DUT
ITSK-00137 C-ITS Testing Method	2022	Define functional/performance test items and methods for V2X communication

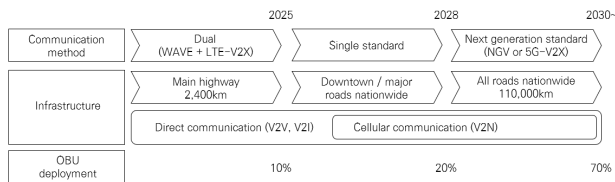
2-3 V2X 통신 주파수

2016년 과학기술정보통신부는 DSRC 통신 기반의 C-ITS 서비스를 위해 5.855-5.925 GHz의 70 MHz 주파수 채널 대역에 대한 기술기준을 제정하여 국립전파연구원 고시를 통해 고지하였다. 이후 LTE-V2X 통신이 개발되면서 2022년 과학기술정보통신부 주재로 C-ITS 주파수 연구반이 운영되어 2023년 DSRC와 LTE-V2X를 함께 사용할 수 있도록 주파수 기술기준이 개정되었다. 그 결과로 LTE-V2X 통신은 5.855-5.875 GHz의 20 MHz 대역, DSRC는 5.895-5.925 GHz의 30 MHz 주파수 대역이 할당되었다.

Channel	172 (5860MHz)	174 (5870MHz)	176 (5880MHz)	178 (5890MHz)	180 (5900MHz)	182 (5910MHz)	184 (5920MHz)
'16	V2V (WAVE)	Not used	Not used	tolling (WAVE)	control (WAVE)	I2V (WAVE)	V2I/IP (WAVE)
'23	LTE-V2X		Not used	Not used	WAVE	WAVE	WAVE

**그림 2.** 국내 V2X 통신 주파수 할당  
**Fig. 2.** V2X communication frequency allocation (Korea)  
**2-4 V2X 통신 정책**

국토교통부에서는 2022년 모빌리티 혁신 로드맵 발표를 통해 자율주행 지원 C-ITS를 강화하겠다는 계획을 발표하였다. 통신 인프라 측면에서는 2024년까지 주요 고속도로, 2027년까지 도심 및 전국 주요도로, 2030년까지 전국도로에 구축할 계획을 발표하였으며, C-ITS 관리보안을 위한 통합관리체계와 인증관리체계를 함께 구축하고 주요 도심 등 혼잡 지역은 지자체 협업을 통해 선제 구축하겠다는 계획을 수립하였다.



**그림 3.** C-ITS 구축 전략  
**Fig. 3.** C-ITS deployment strategy

또한 관련 산업의 성장 가능성과 실증성과를 고려하여 2024년까지 통신방식을 결정하고, 비혼잡지역은 이동통신망을 활용한 V2N (vehicle-to-network) 방식으로 빠르게 구축을 추진하기로 하였다. 서비스 측면에서는 2023년부터 연 3개 내외의 사업을 선정하여 국민체감형서비스를 개발하기로 하였다.

**2-5 V2X 통신 시장**

국내에서는 2014년부터 현재까지 대전-세종, 서울시, 제주 특별자치도, 고속도로, 광주시, 울산시 등 다양한 지역에서 C-ITS 실증사업을 진행하고 있으며, 이를 통해 V2X 통신기술, C-ITS 서비스, 자율협력주행 서비스의 검증을 진행하고 있다.

한국교통안전공단은 2024년까지 V2X 통신서비스 기능을 KNCAP (korea new car assessment program) 안전도 평가 항목에 편입시키기 위한 작업을 진행하고 있으며, 이를 통해 상용차 V2X 통신 단말기 제품의 수요가 확대될 것으로 기대된다.

국토교통부는 자율협력주행 산업발전협의회를 구성하고 한국지능형교통체계협회를 협의회 C-ITS 인증기관으로 선정하였으며, 이를 통해 관련 표준화 및 인증제도 도입/운영 업무를 수행 중에 있다. 2020년 DSRC 단말기 인증체계 수립을 시작으로 2021년부터는 DSRC 노변기지국, LTE-V2X 단말기/노변기 지국에 대한 인증체계가 순차적으로 수립되었다. 인증 시험을 담당하는 공인시험소는 당초 BVKorea와 한국정보통신기술협회 2개 기관이 선정되었으나, 2022년부터는 한국정보통신기술협회만이 공인시험소 활동을 수행하고 있다.

**III. 결 론**

본 논문에서는 현재 많은 이슈가 되고 있는 V2X 통신에 관련된 내용을 다양한 측면에서 분석하였다. 통신 방식을 결정하기 위한 비교실증사업이 완료되고 해당 결과와 미래 발전방향을 고려하여 통신방식이 결정되었으며, 이를 통해 그동안 보류되었던 사업 등이 재개될 것으로 기대된다. 다만, 현재까지도 일부 분야에 대한 추가 표준 개발이나 호환성 확보, 인증기준 수립 등 선결되어야 할 문제들이 남아 있어 이를 함께 해결하려는 노력이 필요하다. 급변 통신방식 결정을 계기로, 그 동안 진행되지 못했던 표준화나 기술개발, 기타 제반사항 마련 등이 다시 활발히 진행되어 C-ITS 및 협력형 자율주행 분야 산업 활성화와 국민 안전 증대에 기여할 수 있기를 기대한다.

**Acknowledgments**

본 연구는 2023년도 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “새만금자율운송 상용차 실증지원 인프라 조성” 과제(과제번호: P0020670)에 의해 수행되었으며, 관계부처에 감사드립니다.

**References**

- [1] H. G. Jung, S. K. Jin, J. Y. Kim and M. J. Kim, “Comparison of V2X Communication Characteristics According to Driving Environment,” in *Proceeding of International Conference on Electronics, Information, and Communication*, Singapore, pp.567-569, Feb. 2023.
- [2] IEEE Standard for Information technology- Local and metropolitan area networks- Specific requirements- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments, IEEE, 802.11p-2010, pp. 1-51, 2010.
- [3] D. Jiang, and L. Delgrossi. “IEEE 802.11p: Towards an international standard for wireless access in vehicular environments,” in *Proceeding of VTC Spring 2008 - IEEE Vehicular Technology Conference*. Marina Bay, pp.2036-2040, May. 2008.
- [4] 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Release 14 , 3GPP, TR 21.914.
- [5] IEEE Guide for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE) – Architecture, IEEE, IEEE 1609.0-2019, April. 2019.