

C-ITS 통신망 구축을 위한 통신 기술 동향 및 국내 C-ITS 통신 규격 선정에 대한 연구

김두리, 김모세, 김기천*

건국대학교

{kdr0928, ms1231, kckim}@konkuk.ac.kr

A Study on the Trends of C-ITS network Standard
and network Standard for korean C-ITS network infrastructure

DooRi Kim, MoSe Kim, KeeCheon Kim*

Konkuk Univ.

요 약

기존 ITS의 한계를 극복하고 최근 C-ITS 사업이 확장됨에 따라 사고를 방지하는 안전 운전과 사고를 빠르게 대응하여 2차 사고를 막을 수 있는 교통 체계가 설립되고 있다. 단방향으로 정보를 수집하는 ITS와 달리 C-ITS는 차량과 차량, 차량과 인프라 간 양방향으로 정보를 공유할 수 있어 교통안전 관리에 더욱 효과적이다. 성공적인 C-ITS의 상용화를 위하여 국내 실정에 맞는 V2X 기술의 통신 규격의 결정이 필요하다. 본 논문에서 국내 V2X 통신 방식인 WAVE와 C-V2X의 차이점을 기술하고 국내 C-ITS 통신 규격 전망에 대해 소개한다.

I. 서 론

지능형 교통 체계(ITS)의 한계를 극복하기 위해 차세대 지능형 교통 체계(C-ITS)가 도입되었고 이에 대한 연구 방향은 차량 주행 중 차량과 차량, 인프라, 보행자 간 상호 연결을 통하여 사고를 미연에 예방할 수 있도록 연구되고 있다.[그림1] 국내 C-ITS 적용구간은 2018년 88km에서 2020년 474km로 급속도로 증가하고 있다. 차량은 장착된 V2X 통신 기능을 사용하여 C-ITS 서비스를 사용하고 이러한 서비스를 제공하기 위해 개발된 기술이 WAVE와 C-V2X이다. V2X(Vehicle to Everything)란 차량이 유, 무선망을 통해 다른 차량이나 주변 사물들과 서로 정보를 주고받는 기술이다. 현재 국내에서는 V2X를 지원하는 통신 기술로 WAVE와 C-V2X가 양 진영으로 대립하고 있다. 오랜 실증을 거쳐 검증된 기술인 WAVE는 안정성이 검증되었지만 C-V2X 기술은 처음부터 모빌리티 기술로 개발되었기 때문에 다른 자동차, 건물 등이 시야를 가리는 비가시선 상황에도 탁월한 성능을 발휘한다.

C-ITS의 구축에는 막대한 시간과 비용이 발생하고 이후 다른 방식으로 전환 시 비효율을 초래하므로 초기에 통신 규격에 대한 결정이 신중하게 요구된다. 본 논문에서 V2X 기반 통신 기술인 WAVE와 C-V2X를 소개하고 앞으로 기술 전망에 대해 소개하고자 한다.

II. 기술 분석

본 장에서 V2X 통신 시스템인 WIFI 기반의 WAVE와 셀룰러 데이터 기반의 C-V2X에 대해 소개한다. WAVE와 C-V2X 모두 5.9GHz 대역을 사용하여 통신하며 SAE J2735 및 J2945 메시지 세트를 사용한다. 또한 무선으로 각 차량의 위치, 속도 등 상태를 송출하고 수신할 수 있다.

(1) WAVE

WAVE는 Wireless Access in Vehicular Environment의 약자로 5.9GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11p 규격을 기반 노변, 차량 간 통신을 통하여 공공 안전 및 개인 통신을 지원하는 중·단거리 무선 데이터 통신이다.[1] WAVE는 고속 주행 상황에서도 실시간으로 V2X 통신이 가능하여 교통 상황, 차량 사고 등의 정보를 주고받을 수 있다. WAVE 통신 기술은 채널 주파수 대역폭이 10MHz, 최대 데이터 전송 속도는 27Mbps이며 최대 통신거리 1km와 메시지 지연속도는 100msec 이내 주행속도는 최대 200km/h를 만족한다. 하지만 주행속도가 200km/h에 달하면 도플러 스프레드 문제가 생길 수 있지만 이는 크기 및 위상이 정해진 파일럿 심벌을 통해 해결했다. 또한 WAVE는 OFDM 캐리어를 사용하기 때문에 다중경로 페이딩이 생기므로 서로 간섭이 일어난다. 따라서 1.6us 가드 타이밍을 주어서 이를 해결하고 있다.

(2) C-V2X

C-V2X는 국제 표준화 단체인 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 LTE Direct 기술을 발전시켜 자동차용으로 표준화한 기술로 V2V, V2I 간 정보를 송수신하며 크게 Release 14 기반의 LTE-V2X와 Release 16 기반 5G-V2X로 분류된다. C-V2X 기지국을 통해 각 차량과 인프라의 요청을 받고 판단하여 주파수 할당의 우선순위를 정한다. 긴급 요청이 전송되면 기존 통신 중인 주파수를 일부 확보 후 재할당하여 안정적인 자율 주행에 기여한다.[2]

차량 네트워크에 LTE(long term) 통신 기술을 통합한 C-V2X가 3GPP Rel.14에 도입되었으며 Rel.15에서 진화된 주행을 지원하는 enhanced



그림1. C-ITS 개념도

C-V2X로 발전하고 5G-NR-V2X는 Rel.16에서 실제 5G 기반의 차량 사물통신이 적용되어 도입되었다.[그림2][3] 하지만 Rel.16을 포함하여 C-V2X 간 역호환성이 없으며 4G에서 5G 마이그레이션도 쉽지 않다.

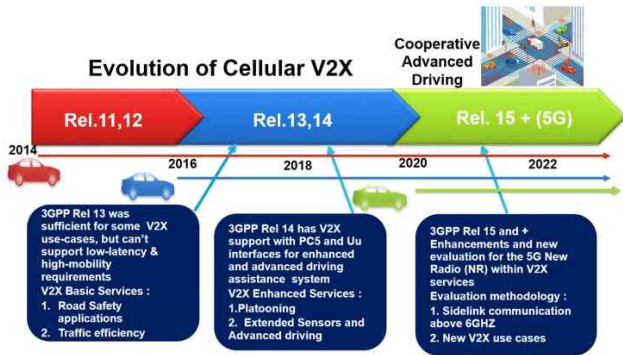


그림2. C-V2X 표준화 단계

하지만 C-V2X는 WAVE와 비교하여 데이터 전송속도가 빠르고 서비스 영역이 넓다. 특히 LTE-V2X의 데이터 전송속도는 LTE-V2X에서 최대 100Mbps를 만족하며 5G-NR-V2X의 데이터 전송속도는 최대 50Gbps, 최대 통신 거리는 수 km 이상으로 초고속 전송 및 초고 신뢰의 특성을 가지고 있다.

III. 기술 전망

WAVE는 2018년 NGV(Next Generation V2X, 802.11bd) 표준화 작업을 시작하였고 채널 복잡도와 다양한 통신 환경을 고려하기 위한 채널 모델을 제안하고 다양한 환경에서의 통신 성능을 보장하기 위한 기술들을 논의하고 있으며 2022년 표준화를 완료할 예정이다. 또한 3GPP에서는 C-V2X를 5G-NR 기술을 기반하여 지속적으로 Rel.17, Rel.18를 네트워크 용량, 커버리지, 지연시간 등 이동성 개선을 위한 기술 향상에 초점을 맞추어 표준화할 예정이다.

국내 C-ITS 구축은 WAVE 기술이 주를 이뤘다. 예를 들어 경부고속도로 등 85km 구간에 C-ITS 실증사업을 완료하였고 세종시는 자율 주행 버스를 시연하거나 빅데이터 관제센터를 구축하는 등 C-ITS 사업에 성과를 보이고 있다. 제주에선 약 300km에 달하는 주요 도로에 WAVE 통신을 바탕으로 3000여 대 렌트 차량에 C-ITS 서비스를 제공 중이며 서울, 광주, 울산 등 주요 지자체를 타깃으로 서비스를 확대할 예정이다.

지난해 11월, 미국은 차세대 지능형 교통 체계를 위한 통신 규격으로 C-V2X를 단일 표준으로 채택하였고 도로 교통을 위한 5.9GHz 대역 75MHz 폭 중 하위 4개 채널은 차세대 와이파이 용도로 상위 3개 채널은 C-V2X 용도로 사용하는 방안을 시행할 예정이다. 현재 미국이 C-V2X를 통신 규격으로 채택함에 따라 국내 통신 규격 결정에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.

IV. 결론

본 논문은 C-ITS 구축을 위한 통신 규격인 WAVE와 C-V2X에 대해 소개하였으며 국내외 통신 기술 선정에 대해 기술하였다. 현재 정부는 '레벨 4 완전 자율 주행차' 상용화를 위해 모든 고속도로와 주요 간선도로에 C-ITS 시스템을 구축할 계획이다. 이에 따라 국내 C-ITS 시스템 구축을 위한 통신 규격에 대한 결정이 신속하게 이루어져야 할 필요가 있다.

또한 국내 WAVE 기반 통신 사업이 주를 이뤘고 WAVE 기반의 노변 장치 설치가 이루어졌지만 해외 통신 기술은 C-V2X로 선정되어가고 있

는 만큼 신중한 결정이 필요하다. 이에 따라 C-V2X와 WAVE 기술을 동시에 구현 및 운용할 수 있는 하이브리드 플랫폼의 연구 및 개발해볼 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2021년도 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원(과제번호 21TLRP-B152768-03)으로 수행되었음

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2021-2017-0-01633)

참 고 문 헌

- [1] Y. S. Song, S. W. Lee, and H. S. Oh, "Performance evaluation of WAVE communication systems under a high-speed driving condition in a highway," The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, vol. 12, no. 3, pp. 96 - 102, Jun. 2013.
- [2] M. Gonzalez-Martín, M. Sepulcre, R. Molina-Masegosa and J. Gozalvez, "Analytical Models of the Performance of C-V2X Mode 4 Vehicular Communications," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 2, pp. 1155-1166, Feb. 2019, doi: 10.1109/TVT.2018.2888704.
- [3] Abdel Hakeem, S.A., Hady, A.A. & Kim, H., "5G-V2X: standardization, architecture, use cases, network-slicing, and edge-computing" Wireless Netw 26, 6015 - 6041 (2020).