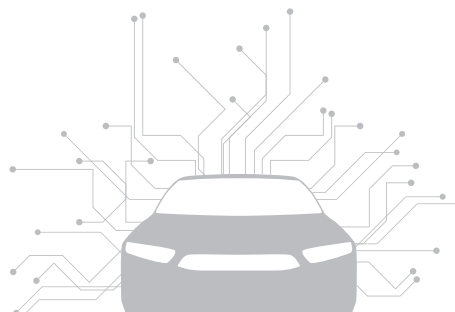


자율주행서비스를 위한 eV2X 통신 기술 동향

서한별 LG전자 수석연구원



1. 머리말

차량-사물 통신을 의미하는 V2X(Vehicle-to-everything) 통신 기술은 자동차가 다른 자동차나 보행자, 도로 인프라, 인터넷상의 응용 서버 등과 통신하여 일련의 서비스를 제공하는 기술을 일컫는다. 이러한 V2X 기술은 협력 지능형 교통체계(C-ITS)와 같은 서비스의 제공을 위해서 개발되어 왔으며, IEEE 802.11p나 3GPP Release 14 LTE V2X와 같은 표준이 준비되어 있다. 한편 향후 대두될 자율주행차량은 주변 차량, 보행자, 도로 인프라, 응용 서버와 보다 많은 데이터를 보다 신속하면서도 높은 신뢰성으로 교환할 필요가 있으며, 또한 정밀한 차량 위치 파악을 위한 고성능 측위 기술 역시 필요로 하게 된다. 자율주행서비스의 이러한 새로운 요구 사항을 기존의 V2X 통신 기술로 충족하는데 한계가 있으며, 이를 극복할 수 있는 enhanced V2X(eV2X) 기술이 필요하게 된다. 본고에서는 5G 기술의 일부로서 진행되고 있는 자율주행서비스를 위한 eV2X 통신 기술의 개발 및 표준화 동향을 소개한다.

2. eV2X 통신 기술의 주요 서비스

현존하는 V2X 기술은 대체적으로 C-ITS 상에서 정의하는 각 차량이 전송하는 자신의 위치 및 상태 정보나 도로 인프라가 전송하는 도로 상태 등의 메시지를 전달하는 목적으로 설계되었다. 이러한 서비스는 대략 100ms 정도의 시간 지연과 90% 정도의 신뢰성을 요구하며, 수십 내지 수백 바이트 크기의 메시지가 초당 10회 정도 생성되어 전송 장치 당 수십 Kbps 정도의 전송률이 필요하다. 이러한 기본적인 V2X 통신은 IEEE802.11p 표준을 기반으로 하는 DSRC 및 WAVE 표준을 통해서 제공 가능하며 [1], 최근에는 3GPP에서 Release 14 LTE 표준의 일부로 V2X 관련 표준화를 완료한 바 있다[2].

한편 차량의 자율주행 수준이 높아짐에 따라 자율주행 차량의 주행 판단을 돕고 사용자의 편의를 더욱 증대하는 등의 목적으로 새로운 서비스가 도입되어야 할 것이다. 이들 서비스를 위해서 각 차량은 더 많은 데이터를 주변 차량, 보행자, 도로 인프라, 응용 서버 등과 보다 신속하고 신뢰성 있게 주고받아야 할 것으로 예상된다. 기존의 V2X 기술로는 이러한 새로운 서비스를 제공하기에 한계가 있고

<표 1> 3GPP에서 정의한 eV2X 서비스 요구 사항

	데이터 전송률 ^{1) 2)}	시간 지연	통신 신뢰성
군집 주행	70Kbps~65Mbps	10~25ms	90~99.99%
고도 주행	60Kbps~53Mbps	3~100ms	90~99.999%
센서 확장	120Kbps~1000Mbps	3~100ms	90~99.999%
원격 주행	상향링크: 25Mbps 하향링크: 1Mbps	5ms	99.999%



[그림 1] 자율주행서비스를 위한 eV2X 기술

이에 따라 보다 진화된 V2X 기술인 eV2X이 도입될 필요성이 대두되고 있는데, 특히 현재 표준화가 진행 중인 5G 기술의 일부로서 구현될 것으로 예상되고 있다[3].

3GPP에서는 5G의 eV2X 기술로 제공할 자율주행 관련 서비스를 4가지 종류로 분류하고 각각에 대한 서비스 요구 사항을 정의하였다[4]. 군집 주행(vehicle platooning)은 같은 목적지로 이동하는 일련의 차량이 아주 짧은 간격으로 대형을 이루고 후행 차량이 선행 차량을 따라 자동으로 주행하는 서비스를 의미한다. 고도 주행(advanced driving)은 자율주행 차량들이 현재의 자세한 운행 상태 및

향후 예상되는 진행 경로 등을 교환하고 이를 바탕으로 차량 간 협력 및 조율을 수행하여, 보다 사고 위험이 낮아지고 교통 상황에 도움이 되도록 운행 계획을 수립하는 서비스를 의미한다. 센서 확장(extended sensor)은 각 차량이나 도로 인프라 장치가 자신에 설치된 각종 센서로 수집한 데이터나 카메라로 촬영한 영상을 주변에 공유하여 차량의 상황 인지 영역을 확장하는 서비스를 의미한다. 원격 주행(remote driving)은 차량 외부에 있는 운전자가 통신 기능을 이용하여 원격으로 차량을 운전하는 서비스를 의미한다. <표 1>은 [4]에서 규정한 각 서비스 분류에 대한 요구 사항을 요약한 것으로,

1) 군집 주행 및 고도 주행으로 분류된 세부 서비스 중 높은 전송률을 요구하는 일부는 메시지에 센서 데이터가 다량 추가된 경우를 가정하고 있음.
2) 해당 전송률은 메시지를 전송하는 차량 또는 도로 인프라 장치 당 발생하는 데이터를 처리하기 위해 필요한 전송률을 의미하며, 통신 시스템이 제공해야 하는 전송률은 메시지를 전송하는 차량이나 장치의 밀도에 의해서 최종적으로 결정됨.

실제 요구 사항은 각 분류 내에서의 구체적인 서비스 형태 및 조건, 특히 차량의 자율 주행 수준에 따라서 달라질 수 있다. 또한, [4]에서는 이 네 가지 서비스 분류에 공통적으로 적용되는 요구 사항 중 하나로 0.1m 오차의 차량 간 상대 위치 파악을 포함하였다.

3. eV2X 통신 기술 발전 방향

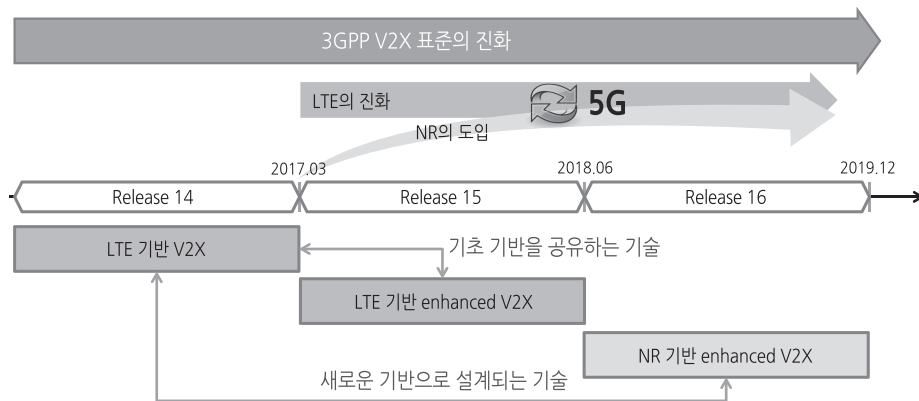
2절에서 정리된 eV2X 서비스의 요구 사항을 기존 V2X 기술이 대상으로 했던 것과 비교해보면, 요구되는 데이터 전송률이 수십 Mbps에서 최대 1000Mbps에 이르기까지 비약적으로 높아지는 반면 수 내지 수십 ms 이내의 시간 지연 내에서 10^{-4} 혹은 10^{-5} 의 매우 낮은 오류 확률로 통신이 수행되어야 한다. 이러한 서비스 요구 사항은 [5]에서 요약되는 5G 이동통신의 요구 사항, 특히 Gbps 급의 광대역 통신 및 ms 단위의 저지연 고신뢰성 통신 서비스와 연관성이 높다. 따라서 2절에서 논의된 자율주행 관련 서비스는 5G 기술을 기반으로 하는 eV2X를 통해 제공 가능할 것이라 볼 수 있다.

3GPP에서는 2018년 6월 완료 예정인 Release 15 표준부터 5G 기술로 규정하고 있다. 3GPP에서 고려하는 5G는 크게 두 종류의 무선 접속 기술로 구성되는데, 하나는 Release 8 표준에서 도입되어 진화를 거듭해 온 LTE 기술이 Release 15 이후에도 기존 LTE와 상통하는 조건하에서 계속 발전하면서 도입되는 LTE의 진화 기술이며, 다른 하나는 Release 15 표준에 처음 도입되는, 기존의 LTE와 상통하지 않는 새로운 무선 접속 기술인 NR이다. NR은 LTE와 상통해야 한다는 조건이 없으므로 LTE에서 사용하지 않았던 새로운 기술들, 예를 들어 새로운 물리 채널 구조나 채널 코딩 방식, 주파수 대역 등을 사용하는 것이 허용된다. 3GPP는 Release 15를 최초의 5G 표준으로 완성할 예정이며, Release

16 및 그 이후의 표준을 통해서 지속적으로 5G 표준을 진화시켜 갈 예정이다.

먼저 eV2X를 위해 높은 데이터 전송률을 제공하는 측면에서 보자면, 비록 통신 효율성을 극대화하여 전송률을 일정 부분 향상하는 것은 가능하지만, 기존 V2X 기술의 전송률과 비교해보자면 근본적으로 훨씬 넓은 주파수 대역폭이 있어야만 가능할 것으로 보이는 서비스가 다수 있다. eV2X를 위한 새로운 광대역 주파수는 기존의 V2X 기술이 동작하는 주파수 대역의 일부(예를 들어 5.9GHz의 ITS 대역) 혹은 그 부근의 주파수 대역을 eV2X에게 허용함으로써 확보될 수도 있으며, 이 경우에는 기존 V2X 기술과 일정 부분 공통적인 설계(가령 송수신 안테나의 공유)가 가능해져 서비스 구축 시간 및 비용을 줄일 수 있는 여지가 생긴다. 한편 5G에서는 Gbps 급의 광대역 서비스를 위해서 밀리미터 대역을 활용하는 표준화도 진행하고 있는데, eV2X 역시 밀리미터 대역에 존재하는 넓은 대역폭을 사용하는 것도 가능하다. 이 경우 밀리미터 대역에서 새로운 차량 통신용 주파수 대역이 제정될 필요가 있으며, ITU-R에서는 57.0-66.0GHz 대역에서의 차량 간 혹은 차량과 도로 인프라 사이의 통신에 대한 가이드 라인을 제시하고 있다[6]. 다만 밀리미터 대역의 속성상 신호 감쇄 및 장애물에 의한 경로 차폐가 크며 채널 변화가 매우 빠르게 일어나기 때문에 해당 대역을 eV2X로 활용하기 위해서는 이런 속성에서 오는 문제를 극복하기 위한 통신 기술의 개발이 필요하겠다[7].

다음으로 eV2X를 위해 저지연 및 고신뢰성을 제공하는 측면에서 보자면, 역시 5G에서 도입될 관련 기술들이 많은 부분 적용될 수 있을 것으로 예상된다. 특히 NR에서 도입이 예상되는 LDPC(low-density parity-check) 코트 및 폴라 코드 같은 새로운 채널 코딩 기법이나 저지연 서비스 전송 및 재전송을 신속하게 수행할 수 있는 채널 구조 및 프로토



[그림 2] 3GPP eV2X 표준화 진행

콜은 관련 측면에서 eV2X 통신 성능을 향상하는데 기여할 수 있다. 한편 Release 15 표준에서는 새로운 무선 접속 기술인 NR이 최초로 도입되기 때문에 5G의 모든 요구 사항을 수용하면서 설계를 완성하기에는 시간적인 제약이 크다. 특히 eV2X는 차량이 기지국의 커버리지 밖에서도 다른 차량이나 도로 인프라와 통신하는 것을 가능하게 하는 단말 간 직접 통신(device-to-device communication)이 필수적이며, 많은 서비스가 하나의 장치가 전송하는 메시지를 주변의 여러 장치가 수신해야 하는 방송 서비스의 형태를 띠고 있다. 이러한 NR 기반의 단말 간 직접 통신이나 방송 서비스용 통신 기술은 앞서 설명한 시간상의 제약으로 Release 15 표준에 포함되기는 어려울 것으로 보이며, 일차적인 NR 표준이 완료되면 이를 기반으로 Release 16 표준에서 도입이 시작될 것으로 예상된다.


마지막으로 eV2X를 위해 정밀 측위 기술이 도입될 필요가 있다. 3GPP 표준은 LTE에서부터 단말과 기지국 사이의 신호 송수신을 통해 위치를 측정하는 기법을 제공해오고 있으며, 5G가 도입되면서 측위 정밀도 역시 높아질 것으로 기대된다. 한편으로는 eV2X에 필요한 측위 기술은 기지국 영역 밖에서도 동작해야하므로 단말 간 직접 통신을 통한 측위

방식의 도입이 고려되어야 하며, 차량의 이동 속도가 빠르만큼 신호 송수신에서부터 위치를 최종 추정하는 시점까지의 시간 지연을 최소화하는 것도 중요한 고려 사항이다.

[그림 2]는 3GPP에서 진행 중인 eV2X 관련 표준화 일정을 나타낸다. 앞서 설명한 바와 같이 3GPP는 Release 14에서 LTE 표준의 일부로 V2X 표준을 완료하였다. Release 15에서는 NR 표준의 일차 완성에 대한 시간 제약으로 NR 기반의 eV2X에 대한 표준화 완료는 어려울 것으로 예상되며, 이에 따라 Release 14 기반 LTE V2X와 상통하는 성질을 유지하면서 사용 채널을 확장하고 메시지 전송까지의 단말 내부 시간 지연을 줄이는 등의 기능적인 향상요소를 도입하고 있다. Release 16에서는 NR에서 도입된 여러 기술을 기반으로 LTE와 상통해야 한다는 제약에서 자유롭게 설계된, 보다 향상된 eV2X 기술이 표준화될 것으로 예상된다.

4. 맺음말

본격적인 자율주행이 도입되면 자율주행 차량은 많은 양의 데이터를 짧은 시간 지연으로 송수신하면서 주변 상황을 보다 정확하게 파악하고 향후 운

행에 대한 보다 안전한 결정을 내리게 될 것이다. 이러한 자율주행서비스를 위해서는 기존의 V2X 기술을 더욱 진보시켜 높은 데이터 전송률을 제공하면서도 시간 지연은 짧고 통신 신뢰성은 획기적으로 높은 eV2X 기술의 도입이 필수적이다. 3GPP에서는 군집 주행, 고도 주행, 센서 확장, 원격 주행, 차량 정밀 측위 등 자율주행에 필요한 여러 서비스를 제공할 목적으로 eV2X 기술을 5G 표준화의 일부로서 계획하고 있으며, Release 15에서는 기존 LTE를 기반으로 eV2X를 시작하되 Release 16부터는 NR의 기술을 도입하는 형태로 관련 표준을 발전시켜 갈 것으로 예상된다. 

[참고문헌]

- [1] Y. L. Morgan, 'Notes on DSRC & WAVE standards suite: Its architecture, design, and characteristics,' IEEE Commun. Surveys and Tutorials, vol. 12, no. 4, pp. 504-518, 2010.
- [2] H. Seo, et. al., 'LTE Evolution for vehicle-to-everything services,' IEEE Comm. Mgz., vol. 54, no. 6, pp. 22-28, 2016.
- [3] 5G-PPP white paper, 5G Automotive Vision.
- [4] 3GPP TS 22.186, Technical Specification Group Services and System Aspects; Enhancement of 3GPP support for V2X scenarios.
- [5] 김근영 외, '5G 통신 동향,' 전자통신동향분석, 제 30권, 제 1호, 2015년 2월.
- [6] ITU-R M.1452-2(05/2012), Millimetre wave vehicular collision avoidance radars and radiocommunication systems for intelligent transport system applications.
- [7] V. Va, et. al., Millimeter wave vehicular communications: A survey, Now publishers, 2016.



기계 학습 Machine Learning, ML (동의어) 머신 러닝

인공 지능(AI)의 한 분야로 컴퓨터가 여러 데이터를 이용하여 학습한 내용을 기반으로 새로운 데이터에 대한 적절한 작업을 수행할 수 있도록 하는 알고리즘과 기술을 개발하는 분야.

기계 학습은 학습 방식에 따라 지도 학습(supervised learning, 감독 학습), 준지도 학습(semi-supervised learning), 비지도 학습(unsupervised learning, 자율 학습), 강화 학습(reinforcement learning)으로 분류된다. 지도 학습(supervised learning)은 미리 구축된 학습용 데이터(training data)를 활용하여 모델을 학습하며, 준지도 학습(semi-supervised learning)은 학습용 데이터와 정리되지 않은 데이터를 모두 훈련에 사용하는 방법이다. 비지도 학습(unsupervised learning)은 별도의 학습용 데이터를 구축하는 것이 아니라 데이터 자체를 분석하거나 군집(clustering)하면서 학습한다. 강화 학습(reinforcement learning)은 학습 수행 결과에 대해 적절한 보상을 주면서 피드백을 통해 학습한다.