

[차세대이동통신] 3GPP LTE Rel-14에서의 V2X 표준화 동향

서론

3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 LTE(Long Term Evolution)의 릴리즈 (Release)-14 버전(version)을 위한 연구과제(Study Item, SI) 중 하나로써, V2X에 대한 연구를 2015년 3/4분기부터 시작하여 2016년 2/4분기까지 진행하였으며, 이를 통해 기술보고서인 TR 36.885에 대한 작성을 완료하였다.

V2X의 주요 3가지 표준화 연구 대상인 V2V, V2P, V2I/N 중 LTE D2D(Device to Device)에서 단말과 단말 간의 통신 인터페이스로 정의하였던 PC5를 기반으로 한 V2V가 먼저 연구 되었으며, 이에 대해서는 3GPP LTE 릴리즈-14 버전을 위한 작업과제(Work Item, WI)로 2016년 1/4분기부터 3/4분기까지 표준화가 진행되었다. PC5를 기반으로 한 V2V를 제외한 Uu 기반의 V2V, PC5 및/또는 Uu 기반의 V2P와 V2I/N의 경우 3GPP LTE 릴리즈-14 버전을 위한 또 다른 작업과제로 2016년 2/4분기부터 표준화가 진행되어 2017년 1/4분기에 완료를 목표로 현재 마무리 단계에 있다.

LTE 릴리즈-14 버전에서의 V2X에 대한 작업과제(Work Item, WI)

V2X(Vehicle-to-X; Vehicle-to-Everything) 통신은 운전 중 도로 인프라 및 다른 차량과 통신하면서 교통상황 등의 정보를 교환하거나 공유하는 통신 방식을 의미한다. V2X는 차량들 간의 통신을 뜻하는 V2V(Vehicle-to-Vehicle), 차량과 개인에 의해 휴대되는 단말 간의 통신을 뜻하는 V2P(Vehicle-to-Pedestrian), 차량과 도로변의 유닛(roadside unit, RSU)/네트워크 (network) 간의 통신을 뜻하는 V2I/N(Vehicle-to-Infrastructure/Network)를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 도로변의 유닛은 기지국 또는 고정된 단말에 의해 구현되는 교통 인프라 구조 독립체 (transportation infrastructure entity)일 수 있다. 예를 들어, 차량에 속도 알림(speed notification) 을 전송하는 독립체일 수 있다^[1].

V2X를 위해서는 V2V, V2I, V2P 각각에 대해서 1) 아래 그림 1에서 보는 것과 같이 오직 LTE의 단말과 단말 간의 통신 인터페이스인 PC5 기반의 V2X 동작만을 지원하는 시나리오(Scenario 1), 2) 아래 그림 2에서 보는 것과 같이 오직 LTE의 기지국과 단말 간의 통신 인터페이스인 Uu 기반의 V2X 동작만을 지원하는 시나리오(Scenario 2), 3) 아래 그림 3에서 보는 것과 같이 PC5 및 Uu 모두를 사용하여 V2X 동작을 지원하는 시나리오(Scenario 3)가 고려될 수가 있다.

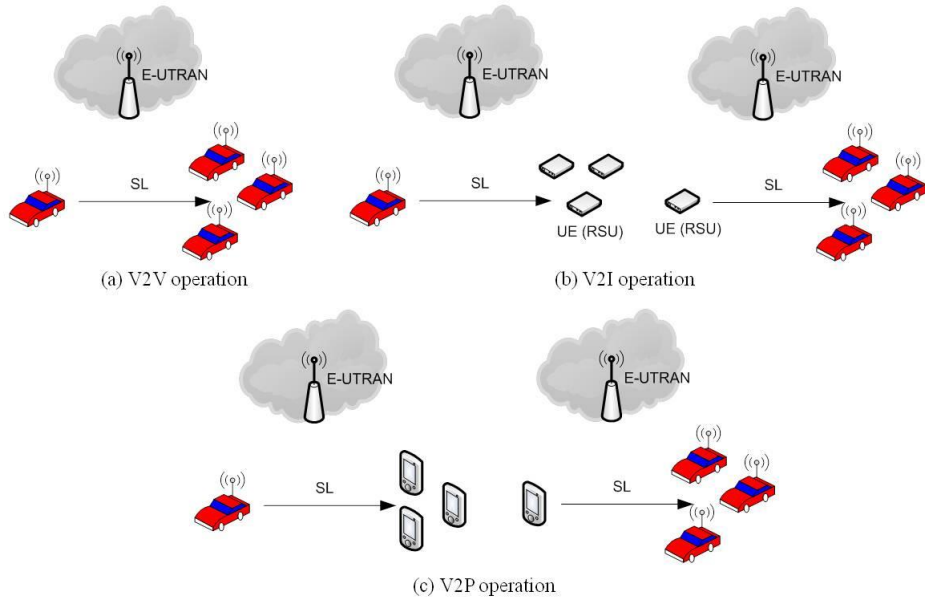


그림 1: V2X 시나리오 1^[1]

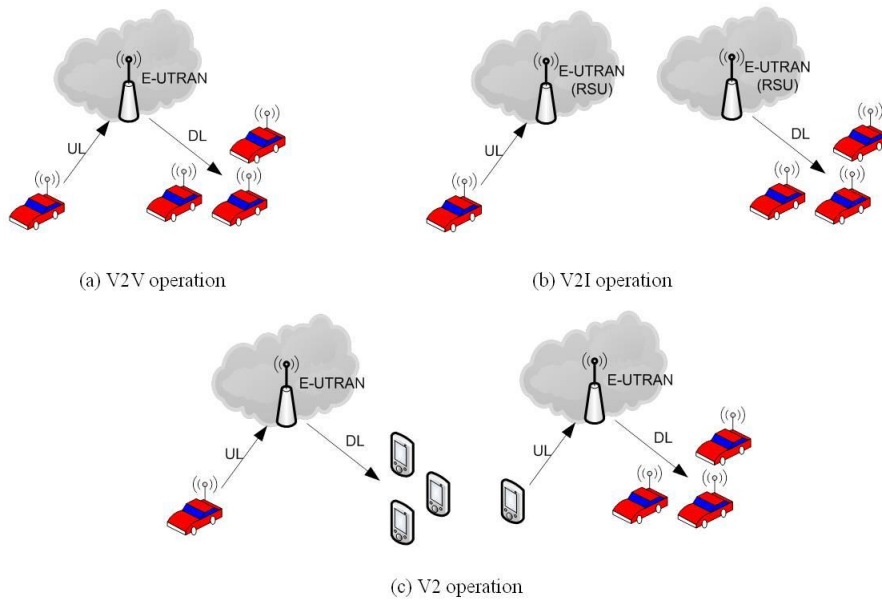
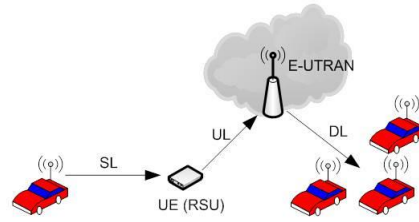
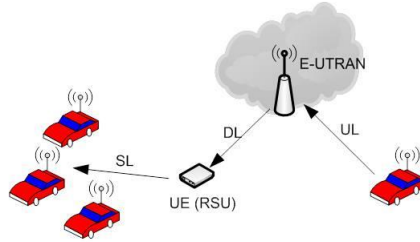


그림 2: V2X 시나리오 2^[1]



(a) Scenario 3A



(b) Scenario 3B

그림 3: V2X 시나리오 3^[1]

V2X에서 통신의 송/수신은 기지국을 거쳐서 이뤄질 수도 있고, 단말 간에 직접통신을 통해서 이뤄질 수도 있다. 이 때, 기지국을 거치는 경우 LTE 기반의 V2X 통신에서는 LTE의 기지국과 단말 간의 통신 인터페이스인 Uu 링크를 통해 송/수신이 이뤄질 수 있으며, 단말 간에 직접통신을 통한 경우 LTE 기반의 V2X 통신에서는 LTE의 단말과 단말 간의 통신 인터페이스인 PC5 링크를 통해 송/수신이 이뤄질 수 있다. 한편, LTE에서 기지국으로부터의 단말로의 통신은 하향링크(downlink)로 단말로부터의 기지국으로의 통신은 상향링크(uplink)로 불리고 있다. 3GPP LTE 릴리즈-12에서부터는 상기 상/하향링크에 추가적으로 단말로부터의 단말로의 통신을 사이드링크(sidelink)로 정의하여 부르고 있다. LTE에서 상기 PC5 기반의 사이드링크 통신을 처음 활용하여 적용한 기술 아이템이 공공안전(public safety) 및 기타 상업 목적의 근접 통신 (Proximity Communication, Prose)인 D2D이며, 이에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 따라서, LTE 기반의 V2X 통신에서 LTE의 단말과 단말 간의 통신 인터페이스인 PC5 링크를 활용하여 통신을 수행하는 경우, 기존에 3GPP LTE 릴리즈-12/13에서 D2D를 위해 정의되었던 물리 채널 및 물리 신호를 V2X 환경에 맞게끔 성능 개선(enhancement)을 하여 활용하는 방안이 우선적으로 고려되었으며, 이에 대한 연구가 진행되었다.

즉, D2D에서 단말들 간의 인터페이스로 정의하였던 PC5를 기반으로 한 V2V에 대한 연구가 먼저 진행되었으며, 이 중 사이드링크의 물리 레이어(physical layer) 구조의 성능 개선이 하나의 큰 표준화 기술 과제이다. 특히 이를 위해서, 높은 도플러(doppler) 경우를 핸들링 하기 위해 복조 참조 신호인 DM-RS(Demodulation Reference Signal)에 대한 개선 방안들에 대한 논의가 활발히 진행되었으며, 상향링크에서의 데이터 채널인 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)나 기존

사이드링크에서의 데이터 채널인 PSSCH(Physical Sidelink Shared Channel)의 경우 하나의 서브프레임(1ms) 내에 2개의 심볼에 DM-RS를 매핑하여 전송하였다면, V2V를 위해서는 4개의 심볼에 DM-RS를 매핑하여 전송하는 것이 고려되었다.

한편으로, 사이드링크에서 자원 할당(resource allocation) 향상 방안 역시 PC5를 기반으로 한 V2V에서 하나의 큰 표준화 기술 과제이다. 기존 PC5 기반에서 정의된 자원 풀(resource pool), 자원 제어 및 선택 메커니즘, 스케줄링 할당(scheduling assignment, SA) 등을 개선하는 방법들이 논의 되었다. 구체적으로, 자원 선택 메커니즘으로 센싱(sensing) 기술을 도입하기로 하였으며, 자원 할당 방법으로 기존 제어 채널과 데이터 채널이 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 구분되는 것에 추가로 스케줄링에 대한 지연 시간 감소를 위해 제어 채널과 데이터 채널이 FDM(Frequency Division Multiplexing)방식으로 구분되는 방안이 연구되었다.

또한, 사이드링크 동기화(Synchronization) 과정에 대한 향상 방안 역시 PC5를 기반으로 한 V2V에서 하나의 큰 표준화 기술 과제이다. 기존 D2D에서와는 달리 V2V의 경우 GNSS(보통 GPS로 많이 불리는 위성위치 측정 시스템) 또는 GNSS-equivalent를 통한 동기화가 고려 될 수 있으며, 이에 따라 GNSS 또는 GNSS-equivalent를 통해서 동기화에 대한 성능 개선 방안과 상기 GNSS 또는 GNSS-equivalent가 존재할 때의 동기화 우선순위에 대한 논의가 진행되고 있다. 추가로, D2D에서 단말들 간의 인터페이스로 정의하였던 PC5 기반의 V2V 동작과 기지국과 단말 간의 인터페이스인 Uu 기반의 기존 LTE 동작들 간의 공존할 때의 고려해야 할 사항들에 대한 논의도 진행되고 있다.

한편, PC5를 기반으로 한 V2V를 제외한 Uu 기반의 V2V, PC5 및/또는 Uu 기반의 V2P와 V2I/N의 경우, 상향링크(uplink)와 사이드링크(sidelink)에서의 준-정적 스케줄링에 의한 전송(Semi-Persistent Scheduling) 방식, V2P에서 보행자 단말(P-UE)을 위한 자원 선택 방식, V2X에서 혼잡 제어(congestion control)를 위한 방식 등이 큰 표준화 기술 과제이다.

이 중 V2P에서 보행자 단말(P-UE)을 위한 자원 선택 방식에 대한 논의가 가장 활발하게 진행되었다. 3GPP LTE 릴리즈-12/13에서 PC5 링크 기반의 D2D는 제어 채널(Physical Sidelink Control Channel, PSCCH)과 데이터 채널(Physical Sidelink Shared Channel, PSSCH)을 특정 전송 자원을 통해 전송한다. 이 특정 전송 자원은, 자원 풀(resource pool) 상에서 TRP(Time Resource Pattern for Transmission)에 의해 정의가 된다. V2X에서 PC5 링크 기반의 V2V는 이와는 달리 센싱(sensing) 기반의 자원 선택 방식을 통해 PSCCH와 PSSCH를 전송할 자원을 선택한다. 하지만, V2X 중 V2P/P2V의 경우 단말 파워 소비 감소가 하나의 큰 고려사항이며(특히, 보행자 단말(P-

UE)로부터의 차량 단말(V-UE)로의 통신인 P2V의 경우, V-UE와는 달리 P-UE에서는 배터리 파워가 한정적이므로), 이를 위해 V-UE들 간의 통신인 V2V에서 대략 1s에 해당하는 1000개의 서브프레임에 대응되는 구간 동안 센싱을 수행하였던 것과는 달리 V2P/P2V에서 P-UE를 위해서는 일부 서브프레임에 대해서만 부분(partial) 센싱을 수행하는 방법이 고려된다. 한편, P-UE가 V-UE에게 사이드링크 제어 정보 및 데이터를 송신하는 경우(이는 P2V 통신을 수행하는 경우에 해당하며, 차량 등의 V-UE가 보행자 등의 P-UE에 대한 정보를 습득하여 안전 사항 등에 대비하는 경우에 해당)는 고려하지만, 반대로 P-UE가 V-UE로부터 사이드링크 제어 정보 및 데이터를 수신하지는 않는 경우(이는 V2P 통신을 수행하지 않는 경우에 해당하며, 보행자 등의 P-UE가 차량 등의 V-UE에 대한 정보를 안전 사항 등에 대비하기 위해 습득할 필요가 없는 경우에 해당)를 고려할 수 있으며, 이렇게 사이드링크 수신 능력들(sidelink reception capabilities)이 없는 디바이스(device)들을 지원하기 위한 경우를 고려할 경우 P-UE를 위해서는 3GPP LTE 릴리즈-12/13에서 정의된 PC5 링크 기반의 D2D와 마찬가지로 랜덤 기반의 자원 선택 방식 역시 필요하다. 상기 랜덤 기반의 자원 선택 방식은 단말의 파워 소비 감소 측면에서도 가장 큰 이득을 가지는 방법이다.

결론

상기 표준화 대상 기술 들의 대한 논의를 포함하여, LTE 기반의 V2X에 대한 표준화가 LTE 릴리즈-14 버전을 위한 작업과제(Work Item, WI) 중 하나로써 2017년 1/4분기까지 진행될 예정이다. 이후, 상기 LTE 기반의 V2X를 보다 개선한 표준화가 릴리즈-15 버전을 위한 작업과제(Work Item, WI) 중 하나로써 예상되고 있으며, 또한 5G를 위한 NR(New Radio)를 기반으로 한 V2X에 대한 표준화도 릴리즈-15 버전을 위한 연구과제(Study Item, SI) 중 하나로써 고려되고 있다.

Reference

[1] 3GPP TR 36.885 V14.0.0, Study on LTE-based V2X Services (Release 14), Jun. 2016.

윤성준 (주식회사 아이티엘 책임연구원, yoon.sungjun@gooditl.com)