

TTA Technical Report

기술보고서

TTAR-xx.xxxx

제정일: 2018년 xx월 xx일

5G 버티컬 서비스 유스케이스 및
요구사항 (기술보고서)

5G Vertical Service Use Cases and
Requirements (Technical Report)



한국정보통신기술협회
Telecommunications Technology Association

기술보고서 초안 검토 5G 버티컬 서비스 프레임워크 프로젝트그룹
 위원회 (SPG35)
 기술보고서안 심의 위원회 5G특별기술위원회(STC3)

	성명	소속	직위	위원회 및 직위	기술보고서번호
기술보고서(과제) 제안	박동주	에릭슨엘지	실장	부의장	
	이동주	5G포럼	사무국장	-	
기술보고서 초안 작성자	박동주	에릭슨엘지	실장	부의장	TTAR.06-xxxx
사무국 담당	오충근	TTA	책임	간사	

본 문서에 대한 저작권은 TTA에 있으며, TTA와 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

본 기술보고서 발간 이전에 접수된 지식재산권 협약서 정보는 본 기술보고서의 '부록(지식재산권 협약서 정보)'에 명시하고 있으며, 이후 접수된 지식재산권 협약서는 TTA 웹사이트에서 확인할 수 있습니다.

본 기술보고서와 관련하여 접수된 협약서 외의 지식재산권이 존재할 수 있습니다.

발행인 : 한국정보통신기술협회 회장
 발행처 : 한국정보통신기술협회
 13591, 경기도 성남시 분당구 분당로 47
 Tel : 031-724-0114, Fax : 031-724-0109
 발행일 : 2018.12

서 문

1 기술보고서의 목적

본 기술보고서는 5G를 포함한 이동통신 기술의 다양한 산업에의 적용에 대한 이해를 높이는 목적으로 작성되었다. 5G가 산업 적용을 통해 융합을 이루고자 하는 분야에는 자동차/교통, 공장, 스마트시티, 재난안전, 에너지, 엔터테인먼트 등이 있다. 이 중 자동차/교통 분야는 교통흐름 최적화, 교통안전, 자율주행자동차 등 다양한 응용 분야가 있고, 최근 가장 급격한 변화와 함께 서비스 상용화가 논의되고 있다. 산업계와 학계의 관심이 가장 집중되고 있는 상황에서 5G를 활용한 자동차/교통 분야 서비스를 정의하고 이동통신 측면에서 요구사항을 정의하는 과정이 표준화, 기술 개발 및 서비스/사업 개발을 위해 필요한 시점이다.

추후 본 보고서는 자동차/교통 분야 이외의 분야에 대해서도 상용화와 기술 개발 일정을 반영하여 적절한 시점에 3GPP에서의 논의를 바탕으로 서비스와 요구사항에 대해 정리할 계획이다. 본 보고서는 3GPP release 15에 해당하는 5G 기반의 eV2X 기술을 교통, 자동차 분야에 적용하는 유스케이스에 대해 기술한다. 이 과정에서 교통과 자동차 산업에서의 무선 통신 요구사항을 도출한다. 3GPP에서 정의한 eV2X 유스케이스는 LTE-V2X 유스케이스를 포함하고 있다. 따라서 본 보고서의 후반부에는 LTE-V2X 유스케이스와 요구사항을 참고 사항으로 포함하였다.

2 주요 내용 요약

본 기술보고서는 크게 두 부분으로 구성되었다. Release 15/16 5G에 기반한 eV2X를 교통, 자동차 산업 분야에 적용하는 유스케이스와 요구사항에 대해 5장에서 기술한다. 3GPP에서는 eV2X에 대한 요구사항을 정의하면서 3GPP release 14 LTE-V2X를 교통, 자동차 산업 분야에 적용하는 경우의 요구사항을 포함하고 있음을 명시하고 있다. 따라서 6장에서는 LTE-V2X 유스케이스와 3GPP release 14에서 정의한 요구사항에 대해 기술한다.

3 인용 기술보고서와의 비교

3.1 인용 기술보고서와의 관련성

이 기술보고서는 3GPP TR 22.886 v16.0.0과 3GPP TR 22.885 v14.0.0, 3GPP TS 22.185 v15.0.0를 기반으로 일부 인용하여 작성되었다.

3.2 인용 표준과 본 기술보고서의 비교표

TTAR-06.xxxx	3GPP TR 22.886, 3GPP TR 22.885, 3GPP TS 22.185	비고
1. 적용 범위	-	별도 작성
2. 인용 표준	-	별도 작성
3. 용어 정의	3GPP TS 22.185의 용어 정의	수용(번안)
4. 약어	-	별도 작성
5. 5G 유스케이스 및 요구사항	3GPP TR 22.886의 5장과 7장	수용(번안)
6. LTE-V2X 유스케이스 및 요구사항	3GPP TR 22.885의 5장, TS 22.185의 5장	수용(번안)

Preface

1 Purpose

The purpose of this report is to help understanding of mobile communication system including 5G technology applications to various kinds of industries. Industries which are converged with 5G are automotive, factory, city, public safety, entertainment, etc. Among these industries, automotive has different kinds of service areas such as traffic optimization, safety and autonomous vehicle. And recently, there are so many discussions about new technology/services including upcoming commercialization. It's time to specify use cases and requirements of mobile communication in automotive industry.

This report will be extended to other industries in the near future according to the technology, service, commercialization status considering 3GPP progress. But now this report covers 3GPP release 15 5G eV2X use cases and requirements. 3GPP considers Release 15/16 5G eV2X requirements to include release 14 V2X requirements. Therefore, this report describes release 14 V2X use cases and requirements, too.

2 Summary

The report consists with two parts. First part describes release 15 5G eV2X use cases and requirements. Second part describes release 14 LTE-V2X use cases and requirements because 3GPP considers that release 15 5G eV2X requirements includes release 14 V2X requirements.

3 Relationship to Reference Standards

The report based on 3GPP TR 22.886 v16.0.0, 3GPP TR 22.885 v15.0.0, and 3GPP TS 22.185

목 차

1	적용 범위	1
2	인용 표준	1
3	용어 정의	1
4	약어	2
5	5G V2X 유스케이스 및 요구사항	3
5.1	5G V2X 유스케이스	3
5.2	5G V2X 요구사항	17
5.3	기타 요구사항	23
6	LTE-V2X 유스케이스 및 요구사항	24
6.1	LTE-V2X 유스케이스	24
6.2	LTE-V2X 요구사항	30
부록	I -1 지식재산권 요약서 정보	36
	I -2 시험인증 관련 사항	37
	I -3 본 기술보고서의 연계(family) 기술보고서	38
	I -4 참고 문헌	39
	I -5 영문기술보고서 해설서	40
	I -6 기술보고서의 이력	41

5G 버티컬 서비스의 유스케이스 및 요구사항 (기술보고서) (5G Vertical Service Use Cases and Requirements (Technical Report))

1 적용 범위

본 기술보고서는 5G 이동통신 기술이 교통, 자동차, 공장, 스마트 시티 등 다양한 산업에 적용되는 유스케이스와 이 과정에서 요구되는 기술 요구사항을 제시하고자 한다. 우선적으로 본 기술보고서는 사업화 일정과 3GPP에서의 논의를 바탕으로 자동차/교통 분야에 5G 기술 (NR 기반의 eV2X)을 적용하는 유스케이스와 기술적 요구사항을 기술하고 있다. 더불어 eV2X 요구사항은 LTE-V2X 요구사항을 포함하고 있다는 3GPP의 논의 결과에 따라 LTE-V2X 유스케이스와 요구사항을 함께 기술하고 있다. 기술된 유스케이스와 기술 요구사항은 자동차/교통 산업을 이해하고 이동통신 기술과 표준을 진화시켜 나가는 데 안내자 역할을 할 것이다. 또한 5G 기반 이동통신 기술을 자동차/교통 산업에 적용하는 사업 분야에서 기술, 제품, 서비스 개발을 준비하는 사업자, 제조사, 서비스 제공자에게 5G 버티컬 사업에 대한 이해를 높이고 3GPP 표준을 기반으로 가능한 서비스를 이해하는 데 활용될 것이다.

2 인용 표준

3GPP TR 22.886 v16.0.0 Study on enhancement of 3GPP Support for 5G V2X services (release 15)

3GPP TR 22.885 v14.0.0 Study on LTE support for Vehicle to Everything (V2X) services (release 14)

3GPP TS 22.185 V15.0.0 Service requirements for V2X services; stage 1 (release 14)

3 용어 정의

3.1 V2V (Vehicle-to-Vehicle) application

V2V application은 서로 인접한 단말이 V2V application 정보를 교환하는 경우이다. 3GPP에서 V2V application 정보를 포함하는 메시지의 전송은 네트워크 사업자에 대한 가입과 인증을 필요로 한다. 이런 가입자의 단말은 E-UTRAN, NR-RAN와 같은 통신망의 서비스 영역 내에 존재하는지 여부와 상관없이 전송이 허용된다.

3.2 V2I (Vehicle-to-Infrastructure) application

V2I application을 지원하는 단말은 V2I application 정보를 포함하는 메시지를 RSU나 지역에 위치한 application 서버에 전송한다. RSU나 지역에 위치한 application 서버는 하나 이상의 V2I application을 지원하는 단말에 V2I application 정보를 포함하는 메시지를 전송한다.

3.3 V2P (Vehicle-to-Pedestrian)

V2P application은 서로 인접한 단말이 서로 V2P application 정보를 교환하는 경우이다. 3GPP에서 V2P application 정보를 포함하는 메시지의 전송은 네트워크 사업자에 대한 가입과 인증을 필요로 한다. 이런 가입자의 단말은 E-UTRAN, NR-RAN와 같은 통신망의 서비스 영역 내에 존재하는지 여부와 상관없이 전송이 허용된다. V2P application 정보는 차량 내의 V2X application을 지원하는 단말에 의해 전송되거나 취약 도로 사용자 (VRU: Vulnerable Road User)가 지참하고 있는 V2X application을 지원하는 단말에 의해 전송된다.

3.4 V2N (Vehicle-to-Network) application

V2N application을 지원하는 단말은 V2N application을 지원하는 application 서버와 통신을 수행한다. 이 경우 단말과 서버는 EPS, 5GS 등의 코어망을 통해 통신한다.

[출처(3.1~3.4)] 3GPP TS 22.185 V16.0.0 Service requirements for V2X services; stage 1, 3GPP.

4 약어

CACC	Corporative Adaptive Cruise Control
HV	Host Vehicle
ITS	Intelligent Transport Systems
LoA	Level of Automation
RV	Remote Vehicle
RSU	Road Side Unit
TTC	Time to Collision
V2I	Vehicle-to-Infrastructure
V2N	Vehicle-to-Network
V2P	Vehicle-to-Pedestrian
V2V	Vehicle-to-Vehicle
V2X	Vehicle-to-Everything
VRU	Vulnerable Road User

5 5G V2X 유스 케이스 및 요구사항

5.1 5G V2X 유스 케이스

5.1.1 군집주행 지원을 위한 eV2X (eV2X support for vehicle platooning)

군집주행은 차량 간에 가상으로 연결된 형태로 차량 간 가상의 폐쇄형 링크 방식의 연결을 통해 일련의 차량이 마치 기차처럼 집단을 이루어 주행할 수 있도록 운영되는 것을 말한다. 차량 간 거리를 유지하기 위해 차량들은 속도, 목적지, 브레이크나 엑셀 동작 의도(intent) 등을 공유할 필요가 있다. 군집주행을 통해 차량 간 거리를 줄이고 전반적인 연료 소모를 감소시키며, 운전자의 수를 줄일 수 있다.

이를 위해, 다음과 같은 점이 군집주행에서 지원되어야 한다.

- 합류/탈퇴(Join/Leave): 군집을 이루기 위해 차량은 군집을 이루고자 하는 의도, 군집의 선두가 될 것인지 군집을 따라갈 것인지 여부에 대한 의도 등 다양한 종류의 의도를 교환하여야 한다. 그리고 차량이 목적지에 도착하거나 군집을 벗어날 필요가 있을 때도 차량의 의도는 군집 내의 차량과 교환되어야 한다. 이러한 의도의 교환은 군집주행이 활성화 되어 있는 동안 언제라도 발생할 수 있다.
- 공지/경고 (Announcement/Warning): 군집주행이 형성되고 동작할 때, 군집주행에 참여하지 않은 차량은 군집주행의 존재를 알 수 있어야 한다. 그렇지 않으면 군집주행에 속하지 않은 차량이 군집의 중간으로 이동하거나 군집주행의 동작을 방해할 수 있다. 따라서 군집주행에 대한 타 차량에 대한 공지/경고는 군집주행 내의 차량의 통신 거리를 넘는 지역까지 지원되어야 한다.
- 집단 통신(Group communication): 군집주행 관리를 위해서는 다양한 메시지를 교환해야 한다. 예를 들면, 언제 어느 길로 진행할 것인지, 브레이크나 엑셀을 통해 속도를 조절하는지 등이다. 이를 위해 초당 적어도 30개의 Co-operative Awareness Messages (CAM) 메시지 전송이 필요하다[3]. 추가로, 선두에 있는 차량은 다른 차량에 비해 연료 소모가 많기 때문에 때때로 선두 차량은 다른 차량에 선두를 맡아 달라고 요청할 수 있다. 이런 종류의 통신은 다른 차량의 개입없이 두 차량 간의 통신으로 이루어질 수 있다.

경로 정보의 유출 등 잠재적 보안 위험을 방지하기 위해, 이런 메시지는 보안성이 지원되어야 하며, 군집주행 내의 차량에서만 해독이 가능하여야 한다. 추가로 메시지의 정보 특성 상 메시지의 통신 도달 거리는 군집주행의 선두 차량에서 마지막 차량까지이며 일반적으로 line-of-sight로 구성된다. 일반적으로 군집주행의 군집 크기가 이동 중에도 바

꺼기 때문에 메시지 분배에서의 자원 효율성과 메시지 분배 영역의 지속적인 변경이 지원되어야 한다.

군집주행에서의 성능 요구사항에는 두 개의 set이 있다.

- Set 1: [11][2]에 따르면, 일반적인 밀집도의 군집주행에서 차량 간 거리는 2m 이상이다. 군집이 100Km/h로 이동할 때 36ms당 1m씩 이동한다. 왕복지연 시간과 처리 지연 시간 등을 고려할 때, 최대 40Hz의 메시지 전송 주기는 약 300-400 바이트의 메시지 사이즈에 대해 25ms 종단간 지연을 지원하여야 한다.
- Set 2: [2]에 따르면, 고밀집도 군집주행에서 차량 간 거리는 1m이다. 군집이 100Km/h로 이동할 때 36ms당 1m씩 이동한다. 왕복지연 시간과 처리 지연 시간 등을 고려할 때, 최대 100Hz의 메시지 전송 주기는 약 50-1200 바이트의 메시지 사이즈에 대해 10ms 종단간 지연을 지원하여야 한다.

만약 군집주행의 군집이 너무 긴 경우, 타 차량에 대한 동작과 교통흐름 관리 권한에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 군집주행내 차량의 최대 수를 제한하여야 한다. 일반적으로 트럭의 경우 15m 이상 군집을 이룰 수 있는 것으로 알려져 있다.

5.1.2 군집주행 내에서의 정보 교환 (Information exchange within platoon)

차량들이 도로를 여행할 때 자유롭게 군집주행을 형성할 수 있다. 군집주행을 생성한 자는 군집주행의 관리에 책임이 있다. 관리자는 군집 구성원이 보고한 정보를 바탕으로 주변 교통흐름 정보를 실시간으로 최신 정보로 유지하여야 하며 이를 RSU에 보고 하여야 한다. 동시에 군집주행 관리자는 도로 상황, 군집으로부터 일정 거리의 교통흐름 정보 등의 실시간 정보를 RSU로부터 수신하고 이를 군집주행의 구성원들과 공유하여야 한다. 군집주행의 구성원들 간에는 V2V를 활용하여 정보를 공유한다.

군집주행 구성원은 두 가지 방법으로 정보를 획득할 수 있다. 하나는 군집 안에서 V2V를 통한 방법이다. 다른 방법은 군집주행 관리자가 중계해 주는 RSU로부터의 정보이다. 이런 모든 정보는 고정밀 실시간 주행 지도를 구축하는 데 활용된다. 차량 간 정보 교환은 일종의 질문-응답 (ask-response) 방식이다.

5.1.3 자동차: 센서와 상태 지도 공유 (Automotive: sensor and state map sharing)

센서와 상태 지도 공유(Sensor and State Map Sharing, SSMS)는 가공하지 않은 혹은 처리된 센서 데이터를 공유하여 집단적 상황 인식을 구축하는 것이다. 이 개념은 기존 ETSI와 ISO 기술 보고서나 표준에 포함된 Local Dynamic Map [4][5][6][7]의 확정된 개념이다. 가장 큰 차이점은 향상된 시공간 신뢰성과 하이퍼 로컬로부터 네트워크 영역의 상태 지도 (state map)로의 전환에서의 저지연이다. SSMS는 고신뢰 전송과 시스템 탄력성에 기반한다. 이런 특성은 고정밀 위치와 고정밀 제어를 위한 저지연 통신과 같은

서비스를 가능하게 하여 협력 주행 (cooperative driving), 보행자와 응급차를 포함한 교차로에서의 안전과 같은 임무수행에 필수적 업무를 위한 응용 (mission critical application)을 가능하게 한다. 이런 유스 케이스를 위해 고해상도 센서 데이터를 전송할 필요는 없다[8]. 하지만 과도하게 연결된 다종의 센서들 때문에 심각하게 높은 데이터 전송 대역이 필요하다.

요구사항:

- 높은 전송 대역 (High bandwidth)
- 복합적 신뢰를 위한 고신뢰성 (High reliability for fusion confidence)
- 고도의 동적 자동화 차량의 조작과 비상 차량 대응을 위한 짧은 지연 시간 (Short latency to allow highly dynamic automated vehicle operation and emergency vehicle response)
- 전송 장치의 고 밀집도 (High density of transmitting devices)
- 큰 메시지 (Large messages)
- 네트워크와 클라우드 기반 정보의 통합 (Integration of network and cloud-based information, e.g. local dynamic map)

GPS가 밀집된 도시 시나리오에서 정확도가 떨어질 수 있기 때문에 고정밀 위치정보 기술도 필요하다.

5.1.4 원격 운전을 위한 eV2X (eV2X support for remote driving)

원격 운전은 차량이 원격지에서 사람이거나 클라우드 컴퓨팅에 의해 운전되는 경우이다. 자율주행의 경우 수많은 센서와 사물 인식 등 지능화된 알고리즘을 필요로 하는 반면, 사람에게 의해 조정되는 원격 운전의 경우 이런 제한이 적다. 예를 들면, 차량의 운전석에 설치된 카메라가 실시간 비디오를 원격지에서 운전하는 사람에게 전달할 경우 사람은 지능화된 알고리즘의 도움 없이 쉽게 차량의 잠재적 위험을 감지할 수 있다. 이런 비디오에 기반하여 원격지의 운전자는 차량에 대한 제어 명령을 보낸다.

원격 운전은 자율주행과 다를 수 있다. 버스는 미리 설정된 정적인 경로의 정해진 차선을 따라가고 지정된 위치에서 정차한다. 따라서 이런 버스를 운전할 때의 특성은 자율주행 차량 운전과 다르다. 이런 버스의 경우 버스 외부 뿐 아니라 버스 내부의 영상을 전송 받아 원격지의 운전자는 승객의 승하차와 같은 추가적인 다양한 시나리오에 대응해야 한다.

또한 운전자가 사람이 아니라 클라우드 컴퓨터인 경우 차량 간의 협력이 가능하다. 예를 들면, 모든 차량의 일정과 목적지가 입력되어 알고 있는 경우, 클라우드는 각 차량이 취할 경로를 다른 차량의 경우를 고려하여 협력적으로 결정할 수 있다. 이런 협력을 통해 잠재적인 교통흐름의 정체를 감소시키고 전반적인 여행 시간을 줄이며, 연료 효율을 높일 수 있다.

5.1.5 근거리 자율협력주행 (Automated cooperative driving for short distance grouping)

협력주행은 집단을 이룬 차량들이 통신을 통해 집단 내의 차량 들이 자율적으로 차선 변경, 차선 합류, 차량 사이의 통과 등을 가능하게 하며, 집단으로의 합류와 탈퇴가 가능하게 하여, 안전과 연료 효율을 높일 수 있도록 한다.

이 사용 예는 감소된 공기저항력으로 인해 연료 효율과 탄소 가스 배출을 줄일 수 있다는 이유로 자동차 산업에서 요구되었다. 차종을 불문하고, 차량간 통신을 통한 근접 거리 주행과 협력 주행은 도로 효율을 향상 시키고 정체를 감소시키며 안전을 향상시킨다. 차량간 거리가 좁혀지면서 연료 소비 방식과 도로 활용률을 향상시키겠지만 운전자의 반응 능력을 넘을 수 있다.

자율협력주행(Automated Cooperative Driving)은 release 14 V2X에서 언급된 감응식 연계 순항 제어 (Cooperative Adaptive Cruise Control, CACC)보다 많은 자동화를 요구한다. CACC에서는 자동차 운행에서 속도에 대한 부분만 담당하고 운전자가 운전대의 조향 책임을 여전히 가지고 있다. CACC는 SAE[38]와 NHTSA[39]에서 언급한 레벨 1 자동화에 해당하며, BAST. (German Federal Highway Research Institute)에서는 Assisted Driving으로, SAE에서는 Driver Assistance로 불리운다. 자율협력주행은 보다 밀접하고 낮은 지연을 가지는 수직적 제어 (속도 제어)를 제공하여 리더가 일련의 차량과 통신을 수행하고 협력을 도모할 수 있도록 하여 인접 주행이 가능하게 한다. 여기에 더하여 자율협력주행은 횡적제어 (방향 제어)를 추가로 제공하여 보다 높은 수준의 자동화를 제공한다. 자율협력주행의 개념은 운전자의 개입 없이 도로 교통흐름의 복잡한 시나리오를 해결하는 데 혁신적으로 통신 기능을 사용할 수 있도록 하여 SAE 레벨 2 - 5에 해당하는 자동화를 가능하게 한다.[10][38]

기본적인 안전 메시지의 방송이나 V2V를 통한 협력 인지 메시지 (Cooperative Awareness Message)의 전송에는 인간의 개입을 고려하여 일반적으로 10ms의 지연시간이 요구된다. 그리고 V2V 안전 경고 응용 프로그램은 20% 정도의 낮은 신뢰도 (PER)를 요구한다.[33]

반면에 자율협력주행의 요구사항은 다음과 같다.

- 메시지 교환에 매우 낮은 지연 시간
- 메시지 교환에 보다 높은 안정성: 차량 충돌의 위험을 저감할 수 있는 통신 링크에서의 극도의 안정성
- 전송 단말의 높은 밀집도
- 큰 메시지 교환

협력 근거리 그룹 (Cooperative Short Distance Grouping, CoSdG)은 트럭과 같은 차량간의 거리가 극도로 작은 시나리오를 예로 들 수 있다. 차량 간 거리는 시간에 따라 등가 적으로 0.3 초 또는 그보다 짧을 수 있으며, 이는 80km/h에서 차량 간 거리가 거의 6.7m에 이른다[10]. 이와 같은 근접 주행은 향상된 자율협력주행 기술에 의해서 가능하

며, 이런 고도의 협력 주행기술은 대단히 높은 안정성으로 짧은 지연시간을 제공하는 차량간 통신에 의해서만 구축될 수 있다.

CoSdG는 ITS-G5가 성공적으로 적용된 [12]에서 구현된 현재의 군집주행과 다르다. CoSdG는 다른 기술에서 달성할 수 있는 것보다 높은 수준의 가까운 거리와 짧은 지연시간을 기대한다. 이를 통해 CoSdG는 안정성, 효율성, 극도의 안전을 가능하게 할 것이다.

- 협력그룹 내의 차량 간에는 신뢰할 수 있는 무선 통신이 필요하다. 리더 차량과 다른 차량 간에는 동시에 제어 동작을 수행하기 위해 메시지가 교환된다. CoSdG는 차량간 통신 뿐 아니라 차량과 인프라간의 통신, 차량과 인프라 뒷단의 시스템과의 통신도 활용하여 가용한 자원을 최대한 활용하면서 요구되는 신뢰도를 달성하고자 한다.
- CoSdG는 [9]에서 언급된 것처럼 영상 전송을 함께 수행한다. 각 차량의 디스플레이 패널은 전방 데이터를 공유하며 이는 다른 운전자 차량들의 카메라에서 수집된 영상을 표시할 수 있다.
- CoSdG는 임무 수행에 필수적 업무 시나리오에서 직접적인 제어 중재를 가능하게 한다. 정보의 유실은 차량 충돌을 유발할 수 있다. 메시지는 매우 낮은 전송 지연을 가지고 신뢰성 있게 전송되어야 한다. 주기적으로 전송되는 데이터에 기반하여 동작하는 전자 제어 장비를 위해 지터(jitter)는 최소화 되어야 한다. 모든 차량은 리더 차량에 무선 연결을 통해 연결되어야 한다. 도로에서의 차량의 혼재 상황을 가정하면, 차량의 수는 10,000대를 넘을 수 있다.

다음은 CoSdG의 두 개 phase 이다.

- Phase 1에서 기본 전제는 함께 주행하는 차량의 그룹에서 리더 차량은 숙련된 운전자에 의해 운전되고 이를 따르는 차량은 완전 자동화된 시스템에 의해 운전되며, 이때 시스템은 작은 거리를 두고 있는 리더 차량과의 정보 교환에 기반하여 운전한다. 일반적인 차량 간 정보 전송 주기는 40Hz[11]이며 25ms의 단대단 (End-to-end) 지연으로 해석될 수 있다. 초기에 적용되는 군집주행 차량 간 메시지 교환은 CAM의 확장에 기반하고 있으며 이는 약 300-400 바이트이다.
- Phase 2에서 리더 차량 및 이를 따르는 모든 차량이 완전 자동화된 시스템에 의해 운전된다. Phase 1과 비교하여 보다 작은 차 간 거리를 제공하여 보다 높은 연료 소비 감소를 제공할 것이다. 이를 위해 Phase 1과 비교하여 보다 높은 주기로 전송이 필요하다. 전송 주기는 100Hz에 이르며 단대단 지연은 1ms이다[13].

추가로, GPS가 밀집된 도시 시나리오와 같은 상황에서 정확도가 떨어질 수 있기 때문에 고정밀 위치정보 기술도 필요하다.

5.1.6 환경 협력인지 (Cooperative perception of environment)

근접지역에서 차량들은 서로 간에 실시간 정보(차량 센서 정보나 단말 형태의 RSU로부터 취득한 정보)를 교환한다. 이 같은 정보 교환은 환경 협력인지 (Collective Perception

of Environment, CPE)를 가능하게 하며 사고를 방지하기 위한 차량의 환경 인지 능력을 향상시킨다[15].

시나리오에서 킬로미터 당 9,840대의 자동차가 있는 밀집된 교통흐름의 단방향 5차선 US Freeway를 가정하고 3개까지의 고속도로가 교차하는 것으로 가정한다.

교환되는 정보는 다음과 같은 특성을 가진다.

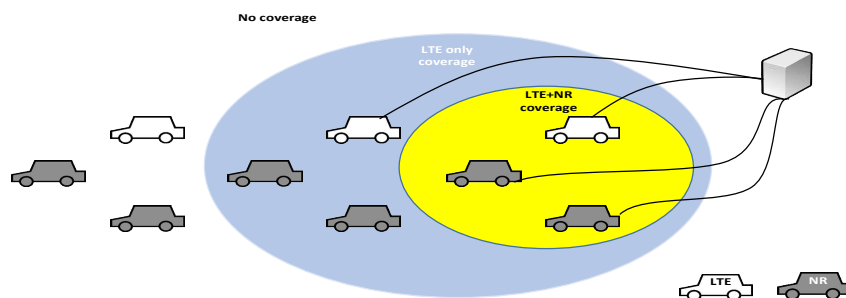
- 지엽적인 환경 인식과 실제 차량 상태와 관련된 정보를 지원하기 위해 10개의 감지된 사물과 관련된 정보를 전송하기 위해 정보량은 최소 1600 페이로드(payload)가 되어야 한다[16].
- 교환되는 정보는 수많은 다른 차량에 의해 구성된 환경의 변화를 추적할 수 있어야 하기 때문에 최소 5-10Hz의 반복 주기를 가져야 한다. 이런 갱신 주기는 정보 갱신 간에 차량의 속도 벡터가 크게 변하지 않는 점을 감안하면 충분한 값이다. 이렇게 생성된 정보는 정해진 반경 (도시 50m, 시골 500m, 고속도로 1000m) 내의 인접한 모든 차량에 전달되어야 한다.

두 트래픽 형식 (주기적, 이벤트 기반)은 동시에 함께 존재할 수 있다.

5.1.7 서로 다른 3GPP 기술을 가진 차량 간 통신 (Communication between vehicles of different 3GPP RATs)

OEM의 선택에 따라 어떤 차량은 LTE 모듈만 장착할 수 있고, 다른 차량의 경우 NR 모듈을 장착할 수 있다. 만약 NR 기능을 장착한 차량이 LTE를 지원하는 차량과 통신할 수 없을 경우, 이런 차량은 V2X 기능이 없는 차량으로 간주될 것이다.

다음 그림은 이와 관련된 시나리오를 나타낸다.



(그림 5-1) Example scenario of mixed 3GPP RATs deployment

No coverage:

이 지역에서는 E-UTRAN이나 NR 네트워크를 발견할 수 없다. 네트워크의 지원을 고려할 수 없기 때문에 LTE나 NR에서의 Prose 직접 통신만이 가용한 차량 간 통신 방법이다.

NR 기반의 타 차량과의 통신을 위해 NR 기반의 차량이 NR 기반의 Prose 직접 통신을 사용하는 것은 당연한 일이다. NR기반의 Prose 직접 통신은 LTE에 비해 높은 성능을 제공할 것이다.

하지만 일반적인 자동차의 수명이 10년 이상이라는 점을 고려하면 NR기반 차량 근처에 LTE 기반 차량이 존재할 가능성이 높다. LTE 기반 차량은 NR 기반 Prose 직접 통신이 불가하기 때문에 가능한 방법 중 하나는 NR 기반 차량이 LTE 기반 차량과 LTE 기반 통신 기술을 사용하여 통신하는 것이다. 이와 같은 차량 간 직접 통신은 지원 가능하다.

한편, 이와 같은 통신 방식이 NR 기반의 Prose 직접 통신의 진화가 LTE 기반의 Prose 직접 통신이 제공하는 수준으로 제한된다는 것을 의미하지 않는다. 기본적인 안전 서비스를 위해 LTE와 호환 가능한 Prose 직접 통신을 사용하는 것이며, NR 최적화된 직접 통신은 군집주행과 같은 보다 진화된 V2X 서비스에 사용될 수 있을 것이다.

LTE only coverage:

NR 네트워크가 없기 때문에 NR 기반 차량은 네트워크로부터 지원을 받을 수 없고 유일한 선택은 Prose 직접 통신을 사용하는 것이다.

반면 LTE 기반 차량은 네트워크에 의해 제어를 받아 LTE 기반 직접 통신을 사용할지 사용하지 않을지 선택할 수 있다. 네트워크의 판단에 따라 LTE 기반 차량에서 발생한 V2X 정보는 V2X 어플리케이션 서버로 전송될 수 있다. 이런 경우 LTE 기반 차량은 Prose 직접 통신을 사용하지 않고 NR 기반 차량과 LTE 기반 차량의 직접 통신도 불가능하다.

그러나 이 지역에서 만약 NR 기반 차량이 no coverage에서와 같은 방식으로 동작한다면 NR기반 차량에서 발생하는 전송은 E-UTRAN에 간섭을 유발할 수 있다. 따라서 E-UTRAN으로의 영향은 NR 기반 차량에 의해 최소화될 수 있다.

LTE/NR coverage:

LTE 기반 차량과 NR 기반 차량이 모두 네트워크 범위에 있기 때문에 차량간 통신은 차량이 Prose 직접 통신을 사용할 수 있든 없든 관계없이 혹은 그들이 같은 기술을 사용하든 아니든 관계없이 네트워크를 통한 간접 방식으로 가능하다.

5.1.8 복수 PLMN 환경 (Multi-PLMN environment)

일부 eV2X 유스 케이스의 까다로운 통신 조건이 요구되는 환경에서도 소속된 단말과 단말 형식의 RSU가 같은 PLMN에 가입되어 있는 상황이든 아닌 상황이든 통신 조건은 만족되어야 한다.

5.1.9 커넥티드 자율주행 차량의 협력 충돌방지 (Cooperative collision avoidance (CoCA) of connected automated vehicles)

차량이 사고에 대한 확률을 보다 잘 평가할 수 있도록 하고 주행 중 협력을 도모하기 위

해, CAM, DENM (Decentralized Environmental Notification Message) 안전 메시지 이외에 센서로부터의 데이터, 정지와 가속과 같은 동작을 위한 명령, 세로 방향 (속도) 뿐 아니라 가로 방향 (핸들 조작에 의한 방향 전환) 제어 정보는 3GPP V2X 통신을 통한 도로 교통 흐름 분야의 협력을 위해 차량들 사이에서 교환된다.

핵심 성능 항목 (Key Performance Indicators, KPIs):

- 교차로에서 협력 주행에 사용되는 CoCA 응용 메시지를 인접한 단말간에 교환하기 위한 10Mbps[36] 전송속도
- 차량 간에 미리 설정된 경로를 교환하기 위해 2K 바이트 [37]까지의 메시지 크기, 이 크기는 관련된 차량의 수에 따라 달라진다.
- CoCA 적용을 위한 시간 제한 내에서의 주행 간 협력을 위해 10ms[2] 이하의 전송 지연

5.1.10 부분적인/조건부의 자율주행 지원을 위한 정보 공유 (Information sharing for partial/conditional automated driving)

이 유스케이스는 SAE의 레벨 3와 레벨 2 자동화에 해당하는 자율주행을 말하며[38] 이때 짧지 않은 차 간 거리(즉 > 2 초 * 차량 속도)를 가정하고 간략화된 데이터 교환으로 충분한 것으로 본다.

협력인지와 협력주행에 대해 다음과 같은 내용이 적용된다.

- 협력인지 (Cooperative perception): 이 유스케이스는 같은 지역 내의 차량 사이에서 감지된 사물 정보 (센서에 의해 감지된 간략화된 사물 정보)를 공유할 필요가 있다.
- 협력주행 (Cooperative manoeuvre): 이 유스케이스는 차선변경, 고속도로나 로터리 합류, 네 방향 정류장에서의 횡단을 위한 단순행태의 운전 의도 (coarse driving intention, T초 이후 [x,y,z]위치에서의 차선 변경 혹은 이동/멈춤/주차 등)를 공유할 필요가 있다. 그리고 이는 V2X를 통해 관련된 차량 사이에서 합의되어야 한다.

KPI로는 다음과 같은 요구사항이 적용된다.

- 데이터 속도: 협력인지를 위해 링크당 [0.5] Mbps, 협력주행을 위해 링크당 [0.05]Mbps
- 단대단 전송 지연: 낮음
- 신뢰도: 높은 신뢰도
- 통신 범위: [10] sec * (최대 상대 속도 [m/s]) (cf. [21])
- 연결된 단말의 밀도: 높은 밀도

5.1.11 높은 수준의 자율주행 지원을 위한 정보 공유 (Information sharing for high/full automated driving)

이 유스케이스는 SAE의 레벨 4와 레벨 5 자동화에 해당하는 자율주행을 말하며[38] 이때 짧은 차간거리 (즉 $> 2 \text{ 초} * \text{차량 속도}$)를 가정하고 높은 해상도의 데이터 교환이 필요한 것으로 본다.

협력인지와 협력주행에 대해 다음과 같은 내용이 적용된다.

- 협력인지 (Cooperative perception): 이 유스케이스는 같은 지역 내의 차량 사이에서 높은 해상도의 인지 정보 (즉 카메라, LIDAR, occupancy grid)를 공유할 필요가 있다.
- 협력주행 (Cooperative manoeuvre): 이 유스케이스는 상세한 계획 경로를 모든 관련된 차량에 V2X를 통해 공유할 필요가 있다.

KPI로는 다음과 같은 요구사항이 적용된다.

- 데이터 속도: 협력인지를 위해 링크당 [50] Mbps, 협력주행을 위해 링크당 [3]Mbps
- 단대단 전송 지연: 낮음
- 신뢰도: 높은 신뢰도
- 통신 범위: [5] sec * (최대 상대 속도 [m/s]) (cf. [21])
- 연결된 단말의 밀도: 높은 밀도

5.1.12 부분적인/조건부의 군집주행 지원을 위한 정보 공유 (Information sharing for partial/conditional automated platooning)

이 유스케이스는 SAE의 레벨 3 자동화에 해당하는 자율 군집주행을 말하며[38] 이때 짧은 차간거리(즉 $< 2 \text{ 초} * \text{차량 속도}$)를 가정하고 간략화된 데이터 교환으로 충분한 것으로 본다.

협력인지와 협력주행에 대해 다음과 같은 내용이 적용된다.

- 협력인지 (Cooperative perception): 이 유스케이스는 같은 지역 내의 차량 사이에서 감지된 사물 정보 (센서에 의해 감지된 간략화된 사물 정보)를 공유할 필요가 있다.
- 협력주행 (Cooperative manoeuvre): 이 유스케이스는 차선변경, 고속도로나 로터리 합류, 네 방향 정류장에서의 횡단을 위한 단순행태의 운전 의도 (coarse driving intention, T초 이후 [x,y,z]위치에서의 차선 변경 혹은 이동/멈춤/주차 등)를 공유할 필요가 있다. 그리고 이는 V2X를 통해 관련된 차량 사이에서 합의되어야 한다.

-

KPI로는 다음과 같은 요구사항이 적용된다.

- 데이터 속도: 협력인지를 위해 링크당 [2.5] Mbps, 협력주행을 위해 링크당 [0.25]Mbps
- 단대단 전송 지연: 낮음
- 신뢰도: 높은 신뢰도
- 통신 범위: [10] sec * (최대 상대 속도 [m/s]) (cf. [21])
- 연결된 단말의 밀도: 높은 밀도

5.1.13 높은 수준의 자율 군집주행 지원을 위한 정보 공유 (Information sharing for high/full automated platooning)

이 유스케이스는 SAE의 레벨 4와 레벨 5 자동화에 해당하는 자율주행을 말하며[38] 이 때 짧은 차 간 거리 (즉 $2 \text{ 초} \times \text{차량 속도}$)를 가정하고 높은 해상도의 데이터 교환이 필요한 것으로 본다.

협력인지와 협력주행에 대해 다음과 같은 내용이 적용된다.

- 협력인지 (Cooperative perception): 이 유스케이스는 같은 지역 내의 차량 사이에서 높은 해상도의 인지 정보 (즉 카메라, LIDAR, occupancy grid)를 공유할 필요가 있다.
- 협력주행 (Cooperative manoeuvre): 이 유스케이스는 상세한 계획 경로를 모든 관련된 차량에 V2X를 통해 공유할 필요가 있다.

KPI로는 다음과 같은 요구사항이 적용된다.

- 데이터 속도: 협력인지를 위해 링크당 [50] Mbps, 협력주행을 위해 링크당 [15]Mbps
- 단대단 전송 지연: 낮음
- 신뢰도: 높은 신뢰도
- 통신 범위: [5] sec * (최대 상대 속도 [m/s]) (cf. [21])
- 연결된 단말의 밀도: 높은 밀도

5.1.14 동적 차량 공유 (Dynamic driving sharing)

이 유스케이스는 차량이 다른 도로 사용자나 보행자와 차량 내 공간을 공유하여 동승을 통해 이동을 함께 하고자 하는 의도를 알릴 수 있도록 한다. 차량은 이런 목적으로 현재의 좌석 점유 현황, 사용 가능한 좌석 용량, 목적지, 대략적인 도착 시간, 경유지 정보 등을 공유한다. 보행자는 목적지, 몇 가지 개인 정보 그리고 신뢰도 등의 정보를 공유한다.

두 참여자는 협력적으로 동승을 통한 차량 공유의 적합성을 판단하고 차량과 보행자 서로 간에 긍정적인 탐색 결과를 나타낸다. 이 시나리오에서 차량은 개인 차량, 카풀 차량, 개인택시, 택시, 대중교통, 학내 교통수단이나 기타 다양한 형태가 될 수 있다.

5.1.15 복수 RAT에서의 유스케이스 (Use case on multi-RAT)

사용자는 V2X 애플리케이션을 시작하고 이를 통해 근처의 다른 차로 전송될 메시지를 전송한다. V2X 단말은 LTE, 5G NR 등 복수개의 이동통신 기술 (RATs)을 지원한다. V2X 단말은 주어진 애플리케이션에 적합한 최적의 기술을 선택하여 사용하여야 한다.

V2X 단말은 최적의 RAT를 통해 주어진 애플리케이션을 위한 메시지를 전송하도록 선택을 수행한다. 최적의 RAT는 네트워크에서 설정한 정보(즉 애플리케이션 ID와 RAT의 정

합 정보 등)에 따라 선택하거나 서비스를 설정할 때 애플리케이션이 제시한 QoS 관련 요구사항을 바탕으로 선택한다. 이밖에 고려되는 사항으로는 주어진 기술을 사용하고 있는 V2X UE의 수나 RSU의 유무 등이 있을 수 있다.

5.1.16 향상된 자율주행을 위한 영상정보 공유 (Video data sharing for assisted and improved automated driving (VaD))

운전자의 가시 범위는 도로 상의 장애물, 예를 들면 전방에 주행하는 트럭 등에 의해 제한될 수 있다.[26] 한 차량에서 다른 차량으로 전송되는 영상 정보는 이런 안전과 관련된 치명적인 상황에서 도움이 될 수 있다. 또한 비디오 데이터는 단말 형태의 RSU에 의해 취합되고 전송될 수 있다.

하지만 자동 장애물 검출 방식에 의해 추출된 미리 처리된 사물에 대한 데이터로는 충분하지 않을 수 있다. 왜냐하면 운전자의 운전 중 결정은 그들의 운전 능력과 안전 선호도(차량 간 거리, 다가오는 방향의 차량 속도)에 의해 결정되기 때문이다.[2]

고해상도의 영상 데이터를 공유하는 것은 운전자가 자신의 안전 선호도에 따라 운전 관련 결정을 내리는 것을 보다 잘 지원할 수 있다. 하지만 이때 장애물의 판별이 어렵거나 간과될 수 있는 저해상도 영상 데이터는 충분하지 못하고, 전송 지연을 유발하는 영상 정보 압축은 가능한 피해야 한다.

다음과 같은 두 종류의 KPI가 자율 주행을 서로 다른 기술 수준에 따라 요구된다.

첫 번째 KPI는 인간의 시각 시스템을 고려한 것이다. (운전자가 여전히 차량 제어에 관여하는 경우로, 기계의 참여를 배제하는 것은 아니다.)

- Application에서의 근실시간 영상 데이터 공유 및 모니터링을 위한 50ms 이하의 전송 지연
- 최소 720p 해상도와 초당 30 프레임의 영상 전송을 위한 데이터 전송 속도 10 Mbps[2]
- 비디오 스트림에서의 대규모 결함을 피하기 위한 90% 신뢰도

두 번째 KPI는 기계에 의한 분석을 고려한 것이다. (즉 극도의 정밀도를 가지는 위치 결정 등)

- 공유된 영상 데이터에서 시공간 불일치를 유발할 수 있는 추가 버퍼 지연을 피하기 위해 10ms 이하의 전송 지연
- 비압축 영상 데이터 전송[27]에 기반한 컴퓨터 비전 (예 1280 x 720, 픽셀 당 24 비트, 30 프레임, 이는 제조사별로 차이가 날 수 있다[28])을 위한 데이터 전송 속도 100 - 800 Mbps
- 컴퓨터 비전 알고리즘에 오류를 피하기 위한 99.99% 신뢰도

5.1.17 운전 모드 변경 (Changing driving-mode)

차량의 협력 수준에 따라 운전 모드는 일반적으로 3개의 클래스로 구분할 수 있다[2]. 자율주행(autonomous driving), 호송(convoy), 군집주행(platooning, 이때 군집의 최대 크기는 20[29])이다. 각각의 운전 모드는 각각의 장점을 가지고 있지만, 경우에 따라 운전 모드를 변경하지 않으면 사고를 유발할 수 있는 교통흐름 시나리오가 존재할 수 있다. 이런 경우 다음과 같은 과정을 통해 운전 모드 변경이 활성화된다.

1. 지정된 차량이 일련의 운전 모드 변경 요구 메시지를 송신한다.
2. 그룹 내의 각각의 차량이 운전 모드 변경 요구 메시지에 대한 일련의 응답 메시지를 보낸다.

5.1.18 차량을 이용한 테더링 (Tethering via vehicle)

이 유스케이스는 차량 내 탑승객이나 보행자 등에게 차량이 네트워크 접속을 제공한다. 차량은 휴대폰이 가지고 있지 않은 몇 가지 파라미터를 가지고 있다. 예를 들면 안테나의 물리적인 배치, 가용한 파워, 열 분산, 단말 크기, 안테나의 수 등이다. 이런 가용한 장점을 일부 혹은 전부 사용하여 차량은 높은 수준의 단말 역할을 수행한다. 이런 높은 수준의 단말은 차량 내 탑승자나 차량 근처의 보행자에게 네트워크 연결을 제공하는 proxy 역할을 할 수 있다.

휴대폰을 사용하는 사용자 입장에서 장점은 배터리 소모를 급격히 낮출 수 있다는 점과 함께 높은 전송 속도를 들 수 있다. 배터리 소모량 감소는 휴대폰에서의 낮은 전송 파워와 수신 감도를 통해 달성되며 향상된 전송 속도는 다수의 독립적인 사용자가 하나의 맥락에서 묶음 전송을 하기 때문에 생기는 네트워크 과부하의 감소를 통해 달성된다.

MNO (Mobile Network Operator)의 장점은 네트워크 밀집화와 다수의 독립적인 사용자가 하나의 맥락에서 묶음 전송을 하기 때문에 생기는 네트워크 과부하의 감소에서 발생한다.

5.1.19 5G 영역 밖에서의 유스케이스 (Use case out of 5G coverage)

V2X 용도를 지원하는 단말은 복수 RAT 모뎀 (5G, LTE)을 장착하고 있다. 단말은 5G 셀에 위치한다. 단말은 군집주행에 참여한다. 매우 낮은 전송 지연을 요구하기 때문에 군집주행에 참여한 차량들은 5G 기술을 사용하여 군집 내 단말 간의 군집주행 관련 메시지를 전송한다.

군집주행이 셀 경계에 이르게 되면 네트워크는 단말을 타겟 셀로 핸드오버 시킨다. 타겟 셀은 LTE만 지원하는 셀이다. LTE는 위 군집주행에서 요구하는 전송 지연을 지원하는 데 최적화 되어 있지 않다.

따라서 군집주행에 필요한 V2V 메시지를 전송해야 하는 타겟 셀 내의 단말들은 비록 5G 통신영역은 아니지만 5G NR 기술을 사용하여 단말 대 단말 통신을 사용한다. V2X 교통흐름 등 그 밖의 데이터는 LTE를 통해 전송된다.

5.1.20 비상 경로 할당 (Emergency trajectory alignment)

비상 경로 할당 (Emergency trajectory Alignment, EtrA) 메시지는 협력 자율주행을 보완한다[31]. EtrA를 통한 주행 협력은 위험하고 어려운 운전 상황에 처한 운전자를 도와서 교통흐름의 안전을 향상시키기 위한 용도로 고안되었다[31].

EtrA 메시지는 센서 데이터와 예상치 못한 도로 상황에서 보다 안전한 협력적 회피 운전을 위한 상황 정보를 포함한다.

- 차량의 센서가 도로위의 장애물 (예를들면 도로 위의 보행자, 물건의 낙하, 동물의 출현 등)에 대한 정보를 인지하면 사고를 피하기 위한 운전 방향을 계산한다.
- 이 차량은 다음 동작으로 다른 차량에 안전에 치명적인 상황이 라는 정보를 즉시 알리게 된다 (3GPP V2X 통신 서비스를 통해). 이 정보의 안전 관련성을 감안할 때, 메시지 전송에는 매우 높은 신뢰도가 요구된다.
- 근처의 차량들은 협력적으로 비상 대응을 수행하는 경로를 할당하기 시작한다.

다음과 같은 KPI가 기대된다.

- 3ms 이하의 응용 계층에서의 시간 제한 내에서의 협력적 운전 계획을 위한 단대단 전송 지연 [30][20]
- 차량 간 센서 정보와 경로 데이터 전송을 위한 90kb 교환 메시지 (0.3m 해상도[30], 경로별 100 개의 통과 지점, 메시지 당 50개의 경로와 센서 데이터) 전송을 위한 30 Mbps의 전송 속도
- 500 m 통신 범위[20]에서의 고안정성 요구 (Safety-critical) 상황에서 응용 계층에서의 잘못된 경로 계산을 피하기 위한 99.999% 신뢰도[31]

5.1.21 원격조정 지원 (Teleoperated support, TeSo)

교통안전 뿐만 아니라 사고 없는 운전은 커넥티드 자율주행 차량의 주요 임무이다. 원격조정 지원 (Teleoperated Support, TeSo)은 운영자가 짧은 시간 동안 원격지의 자율주행 차량들을 조정하는 것을 가능하게 한다. TeSo는 효율적인 도로 건설 (한 명의 운영자가 다수의 자율주행 차량 제어), 제설 작업 등에 적용 가능하다.

TeSo는 V2X 통신을 위한 3GPP 네트워크에 다음과 같은 요구사항을 요구한다.

- 빠른 차량 제어와 피드백을 위해 단대단 지연 시간은 20ms 이하 [34][20]
- 차량으로부터의 영상과 센서 데이터 전송을 위해 상향 25Mbps 전송 속도와 3GPP V2X 통신 서비스를 통한 응용 계층에서의 제어 정보와 명령 메시지 전송을 위해 하향 1 Mbps의 전송 속도
- 응용 계층의 오동작 방지를 위해 99.999%의 신뢰도 [34][20]

5.1.22 도시 운전을 위한 교차로 안전 정보 제공 (Intersection safety information provisioning for urban driving)

교차로 사고는 주로 차량과 보행자 사이에서 발생하며, 특히 혼잡한 교차로에서 많이 발생한다. 차량이 교차로를 통과할 때 교통사고를 막고 협력적 자율주행 기능을 돕기 위해 차량에 안전 정보를 제공할 수 있다. 교차로에서의 안전정보는 일반적으로 LDM (Local Dynamic Map)에 표현되는 정밀 디지털 지도, 교통 신호 정보, 보행자와 차량의 움직임 정보와 위치 정보를 포함한다. LDM 정보는 요구에 의해서 혹은 주기적으로 차량에 다운로드된다. 이 정보는 교차로의 상황을 파악하고 자율주행 차량을 제어하는 데 필요하다. 이 서비스는 도로 레이다, 교통 신호, LD 서버와 RSU로 구성된 교차로 안전 정보 시스템 (Intersection Safety Information System)에 의해 제공된다. LDM 서버는 도로 레이다와 교통 신호로부터 교차로 정보를 모니터링 하고 LDM 정보를 생성하여 RSU를 통해 단말에 전송한다.

교차로 안전 정보 제공을 위한 3GPP 시스템의 능력은 교차로 교통 흐름 모델을 위한 LDM 메시지 크기, 차량의 수, 자율주행 자동차 속도를 분석하여 평가될 수 있다.

1. 교차로 교통 흐름 모델

교차로는 4 방향으로 구성되고 각 방향에는 2개의 차선이 있다. 통신 도달 거리는 250m 이고 각 방향에서 50대의 차량이 통신에 참여한다. 최대 차량의 수는 200대이며, 자율주행 차량은 60Km/h의 평균 속도로 운전한다.

2. LDM 메시지 크기와 전송 주기

LDM 메시지는 정적 지도 정보, 교통 신호 주기 정보, 움직이는 물체 정보 (보행자와 차량)로 구성된다. LDM 메시지 크기는 400 ~ 500 바이트로 구성된다.

노트:

자율주행 차량은 60Km/h의 속도로 움직여 1초에 16m을 움직인다. LDM 메시지의 전송 주기는 안전 애플리케이션에서 최소 10 이며 1.6m 간격으로 LDM 메시지를 수신하게 된다. 자율주행 차량 제어를 위해서는 50 이상의 주기로 LDM 메시지 전송 주기를 가져야 하며, 이는 32 cm 거리마다 차량 제어가 수행된다는 의미이다.

3. 패킷 데이터 주기와 신뢰성

200대의 차량이 있고, LDM 메시지 크기가 450 바이트이며 메시지 전송 주기가 100인 경우, 필요한 데이터 전송 속도는 450 바이트 x 8 비트 x 200 차량 x 초당 50 메시지가 이 대략 36Mbps 이다. 패킷 전송 효율 60-70%를 가정할 때 패킷 전송 속도는 50Mbps 이다. 또한 LDM 메시지는 안전과 제어 애플리케이션에 사용된다.

5.1.23 자율주행 차량을 위한 협력적 차선 변경 (Cooperative lane change (CLC) of automated vehicles)

복수 차선으로 구성된 도로에서 안전하고 효과적인 차선 변경을 위해 차량 간에 운행 계획을 교환하는 것이 필요하다. 협력적 차선 변경 V2X 시나리오는 원활한 운전을 위해 수

평적(방향 제어), 수직적(속도 제어) 제어를 협력적으로 수행하기 위한 운항 의도를 교환하는 것이다.

두 부류의 KPI가 지원된다.

Set 1: 차량이 반자율주행 운전의 경우

- 300-400 바이트의 작은 메시지 크기
- 관련된 차량간 CLC 패킷 교환을 위해 25ms 이하의 단대단 전송 지연
- 차선 변경 운행에 필요한 경로 계획 정보의 갱신을 위해 90%의 신뢰도

Set 2: 완전 자율주행 운전의 경우

- 12K 바이트의 작은 메시지 (단말 위치, 센서 데이터) 크기
- 관련된 차량간 CLC 패킷 교환을 위해 10ms 이하의 단대단 전송 지연
- 차선 변경 운행에 필요한 경로 계획 정보의 갱신을 위해 99.99%의 신뢰도

5.1.24 전자 제어 장비의 안전한 소프트웨어 갱신을 위한 제안 (Proposal for secure software update for electric control unit)

자동차 전자 제어 장비 (Electronic Control Unit, ECU)는 차량 내부 시스템의 전자장비를 제어하는 소프트웨어 모듈을 의미한다. 이는 차량의 주요 부분으로 인식되고 있으며 주기적인 소프트웨어 갱신을 필요로 한다. 이 갱신은 주요 보안 점검 대상으로 간주되고 있으며, 자동차 산업에서 중요한 안건으로 여겨지고 있다.

5.1.25 V2X 시나리오를 위한 3D 영상 구성 (3D video composition for V2X scenario)

이 유스 케이스는 지역 내를 이동하는 V2X 기능을 가지는 복수의 단말로 구성된다. 단말들은 같은 PLMN이나 다른 PLMN에 속할 수 있으며 서로 다른 셀에 위치할 수 있다. 단말들은 카메라를 가지고 있으며 주변 영상을 촬영하여 이를 서버로 전송한다. 서버는 클라우드에 위치하거나 단말 근처 (즉 mobile edge computing, MEC)에 있을 수 있다. 서버/MEC는 수신된 영상을 처리하여 주변 환경에 대한 하나의 3D 영상을 구성한다. 이 3D 영상은 다양한 시나리오에서 분석을 위한 용도로 사용될 수 있다. 예를 들면, 자동차 경주에서 중단 사용자와 영상 공유, 법 적용에 따른 사고 가능성 평가 등이다. 단말들의 위치 정보는 서버에서 정확한 위치, 상대 속도, 차량 간 간격, 보행자, 기타 장애물의 정확한 표현을 가능하게 한다.

5.2 5G V2X 요구사항

5.2.1 일반적 요구사항 (CPR.G: Consolidated Potential Requirement.General)

[CPR.G-001] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말에 의해 전송되는 메시지의 특성을 고려하여 통신 범위를 제어할 수 있어야 한다.

[CPR.G-002] 3GPP 시스템은 같은 그룹에 속하거나 근처에 위치하는 V2X application

을 지원하는 단말 간의 통신을 최적화할 수 있어야 한다.

[CPR.G-003] 3GPP 시스템은 application layer에서 요청된 바에 따라 그룹 운영을 위한 메시지 전송을 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.G-004] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말 그룹 내의 메시지 전송을 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.G-005] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말 그룹 내 두 단말의 메시지 전송을 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.G-006] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말 그룹 내 메시지 전송의 기밀성 (confidentiality)과 무결성 (integrity)을 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.G-007] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말 간 상대 위치 정확성 0.1m를 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.G-008] 3GPP 시스템은 충분한 신뢰도에 도달할 수 있는 방법을 지원하여야 한다.

[CPR.G-009] 3GPP 시스템은 혼잡한 교통상황을 고려하여 높은 연결 밀도를 지원하여야 한다.

[CPR.G-010] 3GPP 시스템은 가용한 주파수의 활용을 극대화하고 필요한 신뢰도를 제공하기 위해 V2X 통신에 사용되는 무선 자원을 충분히 조정할 수 있어야 한다.

[CPR.G-011] 3GPP 시스템은 V2X application의 요구에 따라 V2X 통신의 UL과 DL 전송의 신뢰도를 조정할 수 있어야 한다.

[CPR.G-012] NR기반 V2X 통신만 지원하는 단말의 E-UTRA(N)에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.

[CPR.G-013] E-UTRA기반 V2X 통신만 지원하는 단말의 NR에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.

[CPR.G-014] 3GPP 시스템은 V2X 통신을 지원하는 같은 PLMN에 가입자이든 아니든 단말간의 통신 또는 단말과 단말 형태의 RSU간의 통신을 지원하여야 한다. 단말들이 서로 다른 PLMN의 가입자인 경우 메시지 전송에서 서비스 품질의 저하가 발행하여서는 안 된다.

[CPR.G-015] 3GPP 시스템은 application 수준에서의 재전송을 요구하지 않을 정도의 높은 신뢰도를 제공할 수 있어야 한다.

[CPR.G-016] 3GPP 시스템은 같은 V2X application을 지원하는 단말 간의 발견 (discovery)과 통신을 지원하여야 한다.

[CPR.G-017] 3GPP 시스템은 사업자가 V2X applicaion을 지원하기 위해 사용할 3GPP의 무선전송기술(RAT)을 선택할 수 있도록 지원하여야 한다.

[CPR.G-018] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말이 V2X application을 지원하는 다른 단말을 통해 네트워크에 접근할 수 있도록 지원하여야 한다.

[CPR.G-019] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말이 네트워크에 대한 접근을 제공할 수 있는 다른 V2X application 단말을 발견(discovery)할 수 있도록 지원하여야 한다.

[CPR.G-020] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말의 3GPP 직접 연결로

부터 다른 V2X application을 지원하는 단말을 통한 3GPP 간접 연결로의 전환을 지원하여야 하며, 반대의 경우도 지원하여야 한다.

[CPR.G-021] 3GPP 시스템은 V2X 단말이 다른 단말을 통해 네트워크에 접근하는 traffic에 대해 (단대단 차원의) 기밀성과 무결성을 제공하여야 한다.

[CPR.G-022] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말이 5G 셀에 의해 서비스되지 않을 때 직접 통신을 위해 5G 무선전송기술(RAT)을 사용할 수 있도록 허용하여야 한다.

[CPR.G-023] RSU는 최대 200대의 V2X application을 지원하는 단말과 통신할 수 있어야 한다.

[CPR.G-024] 3GPP 시스템은 V2V application을 지원하는 그룹 내의 V2V application을 지원하는 두 단말 사이에 V2V 메시지를 전송하는 데 5ms 이하의 통신 지연을 제공하여야 한다.

[CPR.G-025] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말과 서버간의 메시지 전송에서 기밀성과 무결성을 제공할 수 있어야 한다.

5.2.2 군집주행 요구사항 (CPR.P: Consolidated Potential Requirement.Platooning)

[CPR.P-001] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말 그룹을 위해 5대까지의 단말을 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.P-002] 군집주행을 위해 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 특정 단말과 19대까지의 V2X application을 지원하는 다른 단말 간의 신뢰성 있는 V2V 통신을 지원할 수 있어야 한다.

[CPR.P-003] 3GPP 시스템은 근접 군집주행에서 앞뒤 거리 0.5m 이하의 상태 위치 정확도를 제공하여야 한다.

<표 5-1> Performance requirements for platooning

Communication scenario		Payload (Bytes)	Tx rate (Message/ Sec)	Max end-to-end latency (ms)	Reliability (%)	Data rate (Mbps)	Communication range (meters)
Description	CPR #						
Among a group of UEs (or two UEs) supporting V2X application	[CPR.P-004]	50-1200 (NOTE 1)	30	10			
	[CPR.P-005]	300-400	30	25	90		

Between UE supporting V2X application and RSU via another UE supporting V2X application		[CPR.P-006]	[50-1200]	2	500			
Between UEs supporting V2X application	Driver control	[CPR.P-007]	300-400 (NOTE 2)		25	90		
	Fully automated driving	[CPR.P-008]	1200		10	99.99		80
Between UEs supporting V2X application	Conditionally automated driving	[CPR.P-009]	[6500]	50	[20]			[10] sec * (max. relative speed) [m/s]
	Highly/fully automated driving	[CPR.7.P-010]			[20]		[65]	[5] sec * (max. relative speed) [m/s]
Between UE supporting V2X application and RSU	Conditionally automated driving	[CPR.7.P-011]	[6000]	50	[20]			[10] sec * (max. relative speed) [m/s]
	Highly/Fully automated driving	[CPR.7.P-012]			[20]		[50]	[5] sec * (max. relative speed) [m/s]
NOTE 1: This value does not including security related messages component.								
NOTE 2: This value is applicable for both triggered and periodic transmission of data packets.								

5.2.3 진화된 운전 요구사항 (CPR.A: Consolidated Potential Requirement.Advanced driving)

<표 5-2> Performance requirements for advanced driving

Communication scenario		CPR #	Payload (Bytes)	Tx rate (Message/Sec)	Max end-to-end latency (ms)	Reliability (%)	Data rate (Mbps)	Communication range (meters)
Description								
Between UEs supporting V2X applications Fully automated driving		[CPR.A-001]	[2000]		[10]	[99.99]	[10]	
Between UEs supporting V2X application	Partially/conditionally automated driving	[CPR.A-002]	[6500]	10	[100]			[10] sec * (maximum relative speed) [m/s]
	Highly automated driving	[CPR.A-003]			[100]		[53]	[5] sec * (max. relative speed) [m/s]
Between the UE supporting V2X application and the RSU	Partially/conditionally automated driving	[CPR.A-004]	[6000]	10	[100]			[10] sec * (max. relative speed) [m/s]
	Highly automated driving	[CPR.A-005]			[100]		[50]	[5] sec * (max. relative speed) [m/s]
Between UEs supporting V2X application Fully automated driving		[CPR.A-006]			[3]	[99.999]	[30]	[500]
Between RSU and UE supporting V2X application		[CPR.A-007]	450	50			DL: [0.5] UL: [50]	

Between UEs supporting V2X application	Driver control/ Limited automated driving	[CPR.A-008]	[300-400]		[25]	[90]		
	Full automated driving	[CPR.A-009]	[12000]		[10]	[99.99]		
Between a UE supporting V2X application and a V2X application server		[CPR.A-010]					UL: [10]	

5.2.4 확장된 센서 요구사항 (CPR.E: Consolidated Potential Requirement.Extended sensors)

<표 5.3> Performance requirements for extended sensors

Communication scenario		CPR #	Payload (Bytes)	Max end-to-end latency (ms)	Reliability (%)	Data rate (Mbps)	Communication range (meters)
Description							
Between UEs supporting V2X application Fully automated driving		[CPR.E-001]		10	95	Peak data rate [25]	
Between UEs supporting V2X application	Driver control	[CPR.E-002]	[1600]	100	99		1000
	Fully automated driving	[CPR.E-003]		3	99.999		200
		[CPR.E-004]		10	99.99		500
		[CPR.E-005]		50	99		1000
		[CPR.E-006]					1000

Between UEs supporting V2X application	Driver control/ Limited automated driving	[CPR.E-007]		[50]	90	[10]	[100]
	Fully automated driving	[CPR.E-008]		[10]	99.99	[700]	[500]

5.2.5 원격 운전 요구사항 (CPR.R: Consolidated Potential Requirement.Remote driving)

[CPR.R-001] 3GPP 시스템은 최대절대속도 250Km/h의 V2X application을 지원하는 단말과 V2X application 서버 사이에 사용자 체감 데이터 전송속도 DL 1Mbps, UL 20Mbps 까지 지원하여야 한다.

[CPR.R-002] 3GPP 시스템은 안전관련 V2X application을 지원하는 단말을 위해 UL와 DL에서 극도로 높은 신뢰도 (99.999% 혹은 그 이상)를 지원하여야 한다.

[CPR.R-003] 3GPP 시스템은 최대절대속도 250Km/h에서 안전관련 V2X application을 지원하는 단말과 V2X application 서버 사이에 단대단 5ms의 지연을 지원하여야 한다.

<표 5.4> Performance requirements for remote driving

Communication scenario		Payload (Bytes)	Max end-to-end latency (ms)	Reliability (%)	Data rate (Mbps)	Communication range (meters)
Description	CPR #					
Between a UE supporting V2X application & V2X Application Server. Driver Control	[CPR.R-004]	-	[20]	[99.999]	UL: 25 DL: 1	-

5.3 기타 고려사항

5.3.1 네트워크 슬라이스 고려사항

자율주행자동차의 경우, 인간의 도움 없이 자동차가 주행할 수 있기 때문에 차량 내 탑승자는 웹, 비디오 감상 등 다른 활동을 즐길 수 있다. 안전관련 V2X application의 경우 비정상적인 상황에서도 다른 종류의 application이 이와 같은 V2X application의 QoS에

부정적인 영향을 주어서는 안된다. 서로 다른 특성을 가진 V2X application과 다른 종류의 application이 서로 다른 네트워크 슬라이스가 구성되어 서비스 되는 경우 V2X application을 위한 네트워크 슬라이스와 다른 네트워크 슬라이스가 독립적으로 구성될 수 있어야 한다.

5.3.2 설치 및 이동성 고려사항

초기에 NR에 의해 서비스되는 지역은 E-UTRAN에 의한 지역보다 작을 것이다. 서비스 연속성을 지원하고 QoS 요구사항을 만족하기 위해 시스템간 이동성이 적용될 것이다. 하지만 특정 진화된 V2X application의 경우 E-UTRA보다 뛰어난 성능을 갖는 NR에 의해서만 지원될 수 있는 경우가 있다. 이런 경우 E-UTRAN으로의 핸드오버는 진화된 V2X application의 적절한 동작에 영향을 줄 수 있다. 따라서 시스템 간 이동성 (inter-system mobility)는 V2X application과 다른 application을 별도로 고려할 필요가 있다.

5.3.3 LTE-V2X와의 관계성 고려사항

6.2에서 다루는 모든 LTE-V2X 요구사항은 eV2X에도 별도의 언급이 없어도 적용된다.

6 LTE-V2X 유스케이스 및 요구사항

6.1 LTE-V2X 유스 케이스

6.1.1 전방 추돌 경고 (Forward Collision Warning, FCW)

전방 추돌 경고 어플리케이션은 HV의 운전자에게 같은 차선의 같은 방향으로 운행 중인 RV 차량과의 임박한 후방 추돌 위험을 경고하는 용도로 사용된다. V2V 서비스를 사용하여 전방 추돌 경고는 운전자에게 전진 차량과의 후방 추돌을 회피하거나 그 위험을 저감하는 데 도움을 주기 위한 용도로 사용된다.

6.1.2 제어 손실 경고 (Control Loss Warning, CLW)

제어 손실 경고 어플리케이션은 HV 차량으로부터 제어 손실이 발생했다는 이벤트를 주변의 RV 차량에 브로드캐스팅할 수 있게 한다. 이 이벤트에 대한 정보를 받은 RV 차량은 적정성을 판단한 후 필요하다면 운전자에게 경고를 제공한다.

6.1.3 V2V 기반 응급차량 접근 경고 (V2V use case for emergency vehicle warning)

응급차량 접근 경고 서비스는 각 차량에 주변의 응급차량(예, 구급차)의 위치, 속도, 방향

을 제공할 수 있게 한다. 이를 통해 구급차에 길을 터주는 등의 안전 조치를 취할 수 있도록 한다.

6.1.4 V2V 비상 정지 유스 케이스 (V2V Emergency stop use case)

V2V 통신을 통해 비상 정지 차량이 주변의 다른 차량에게 필요한 안전 조치를 취할 수 있도록 해 주는 유스케이스

6.1.5 협력형 적응 순항 제어 (Cooperative adaptive cruise control, CACC)

V2V 통신 기능을 가진 차량이 무리를 이룬 CACC 차량들에 합류하는 시나리오이다. 이를 통해 새로 합류하는 차량에 편의성과 안전의 향상을 제공할 수 있으며, 사회적으로 도로 정체 감소와 에너지 소비 감소의 이득을 기대할 수 있다.

6.1.6 V2I 비상 정지 유스 케이스 (V2I emergency stop use case)

V2I 통신을 통해 서비스 RSU가 비상 정지 차량이 있을 경우 근처의 차량에게 비상 정지 차량이 있다는 사실을 통보하여 안전 조치를 취할 수 있도록 하는 유스 케이스

6.1.7 정체 경고 (Queue warning)

많은 경우 도로상의 정체는 잠재적인 위험과 교통 흐름의 지연을 초래한다. V2I 서비스를 활용하여 사전에 전방 정체 정보를 전달할 수 있으며, 이를 통해 충돌을 방지하고 적절한 조치를 취할 수 있도록 유도한다.

6.1.8 도로 안전 서비스 (Road safety service)

V2I 서비스를 지원하는 단말에서 RSU를 거쳐 V2I 서비스를 지원하는 다른 단말에게 V2X 메시지를 전달한다. RSU는 단말로부터 V2X 메시지를 수신하며, 지역내의 단말에게 V2X 메시지를 전송한다. RSU로부터 V2X 메시지를 수신한 단말은 적절한 처리를 거쳐 필요한 정보를 운전자에게 알린다.

6.1.9 자동화 주차 시스템 (Automated parking system, APS)

자동화 주차 시스템은 도시 지역에서의 도로나 주차장의 주차 가능 공간에 대한 실시간 정보를 데이터베이스로 저장하고 있다. 통신을 통해 연결된 차량의 주차 공간의 점유는 실시간 데이터베이스에 스마트폰이나 통신 능력을 가진 차량을 통해 반영된다. 자동화 주차 시스템은 운전자에게 가용한 주차 공간의 예약을 해 주고, 차량내 네비게이션을 통해 안내하며, 주차 요금의 정산을 수행한다.

6.1.10 역주행 차량 경고 (Wrong way driving warning)

반대 방향으로 달리고 있는 두 차량 간에 V2V 통신을 통해 역주행 차량의 경고를 보내고 근처의 차량들에게 안전 조치를 취할 수 있도록 한다.

6.1.11 사업자 제어하의 V2X 메시지 전송 (V2X message transfer under MNO control)

V2V 서비스 가능한 단말이 V2X 메시지를 주변 차량에 전송한다. 이때 단말은 사업자의 E-UTRAN 서비스 영역 내에 있다.

6.1.12 충돌임박 경고 (Pre-crash sensing warning)

피할 수 없는 충돌이 임박했다는 점을 센서를 통해 감지한 경우 차량 정보를 교환한다.

6.1.13 네트워크 서비스 영역 밖의 V2X (V2X in areas outside network coverage)

하나 이상의 차량이 E-UTRAN 서비스를 받지 못하는 지역에 위치한 경우의 V2X 서비스를 지원하기 위한 V2X 통신 유스 케이스

6.1.14 인프라를 통한 V2X 도로 안전 서비스 (V2X road safety service via infrastructure)

RSU나 교통안전서버 등의 인프라 장비가 도로 안전을 위해 교통 안전 정보를 발생시키고 전송하는 시나리오

6.1.15 V2N 교통 흐름 최적화 (V2N traffic flow optimisation)

네트워크 상의 엔티티인 ITS 서버와 V2N 통신을 통해 전방 교차로에서의 교통 흐름을 최적화한다. 교차로에 차량이 없음에도 정지해야 하거나, 신호등이 없어 속도를 낮춰야 하는 경우 등에 적용된다. 차량이 주기적으로 전송하는 메시지에 기반한 교통 흐름을 바탕으로 엔티티는 LTE 네트워크를 통해 교차로에 접근하는 차량에 신호등의 녹색신호에 해당하는 신호를 제공하며, 정지하거나 녹색 신호를 놓칠 필요가 없이 녹색 신호를 만날 수 있는 속도를 함께 제공한다.

6.1.16 커브 속도 경고 (Curve speed warning)

커브에서 적당한 속도를 유지하도록 운전자에게 경고를 제공한다.

6.1.17 보행자 충돌 방지를 위한 보행자 경고 (Warning to pedestrian against pedestrian collision)

도로에서의 보행자나 자전거 등 취약한 도로 사용자가 충돌의 위험 상황에 있을 때 움직이는 차량이 있음을 알려 주어 움직이는 차량으로 인한 충돌을 피할 수 있게 한다.

6.1.18 취약한 도로 사용자 안전 (Vulnerable road user (VRU) safety)

차량과 도로 사용자 (보행자, 자전거, 휠체어 등) 모두 V2P 통신 기능을 가지고 있으면서 차량이 보행자의 존재를 감지하고 위험이 감지되면 이를 운전자에게 알린다. 이는 V2X의 안전 효과를 보행자를 비롯한 다른 취약한 도로 사용자에게 확대할 수 있다.

ETSI TR 102.638에서는 취약한 도로 사용자 경고 (Vulnerable Road User Warning) 유스 케이스를 사용자 장치가 CAM 메시지를 위치, 경로, 속도 정보와 함께 주변에 방송하는 기능으로 정의한다. 이 경우 근처의 차량은 CAM 메시지를 수신/처리하여 경고를 운전자에 제공하여 취약한 도로 사용자와의 충돌을 방지할 수 있도록 한다. 이런 경우 CAM 메시지의 최대 지연 시간은 100ms, 최대 전송 주기는 초당 1 메시지이다. 최대 지연 시간은 네트워크/전송 레이어를 통한 통신을 고려하여 계산되었다.

6.1.19 단말 형태의 RSU를 통한 V2X (V2X by UE-type RSU)

V2X 기능을 가진 단말이 단말 형태의 RSU와 통신하는 시나리오

6.1.20 V2X 최소 QoS (V2X minimum QoS)

E-UTRA(N)의 자원이 모든 단말에 10Hz 주기의 V2X 메시지 전송을 수행하기에 부족한 경우의 시나리오이다. 응급 차량 지원해야 하는 시나리오를 포함한다.

6.1.21 로밍 지역에서의 V2X (Use case for V2X access when roaming)

운전자가 V2X 기능을 가진 차량을 몰고 자신의 사업자 서비스 영역을 벗어난 지역을 여행할 경우 현지에서 만나는 교통 체증 등의 정보가 자신의 서비스 사업자를 통해 제공되지 않게 된다. 새로운 지역이 V2X 능력을 가지고 있는 경우 타 지역에서 온 운전자에게 교통 체증 등의 정보를 제공한다. V2X 기능은 서로 다른 사업자와 계약된 단말 간의 통신을 지원할 수 있어야 한다.

6.1.22 V2P 경고 메시지를 통한 보행자 도로 안전 (Pedestrian road safety via V2P awareness messages)

보행자는 V2P 방송 메시지를 통해 경과와 안전 정보를 전송할 수 있는 단말을 지참하고 있다. 이 경우 두 가지 접근 방법이 있다.

- 접근 방법 1: 보행자 단말이 위험 평가를 수행한다. (6.1.18 참고) 위험에 처한 경우 보행자 단말은 위치와 속도 정보를 차량에 전송한다.
- 접근 방법 2: 보행자 단말은 위치와 속도 정보를 포함한 인지 메시지를 방송한다. 위험 평가는 이를 수신하는 차량의 단말에서 수행된다. 본 부섹션의 유스 케이스는 이런 경우를 설명한다.

보행자 단말은 위치, 속도, 목적지 정보를 포함한 인지 메시지를 방송한다. 차량 단말은 수신된 인지 메시지를 분석하여 충돌 위험 평가를 수행하고 보행자와의 충돌 위험이 있는 경우 이를 운전자에게 경고한다. 관련 시나리오 예는 다음과 같다.

- 보행자는 단말을 가지고 있으며,
 - * 차량과 보행자는 충돌이 발생할 수 있는 경로 상에 있다. 즉, 보행자는 빌딩에 의해 시야가 가려진 코너 뒤에서 차량의 경로 상에 접근하거나, 주차된 차량 뒤에서 차량의 경로에 접근한다.
 - * 보행자는 조명이 충분하지 않은 도로에서 걷고 있다.
- 자전거 혹은 모터 달린 자전거가 통신 기능과 경고를 알려 줄 수 있는 스마트폰 형태의 사용자 인터페이스를 가진 단말을 장치하고 있으며,
 - * 차량과 자전거 타는 사람은 충돌이 발생할 수 있는 경로 상에 있다. 즉, 길을 건너는 자전거 차선에서 접근 중이다.
 - * 자전거 탄 사람이 천천히 움직이거나 정차한 차량을 추월하고 있으며, 이때 차량 운전자의 왼쪽 맹점을 통과한다. 이는 정차된 차량에서 운전자가 문을 열고 나오는 것과 동시에 자전거가 접근하는 상황을 포함한다.
 - * 차량이 자전거 탄 사람의 경로로 접근한다. (자전거 탄 사람은 차량의 오른쪽 맹점에 위한다.)
- 오토바이
 - * 차량과 오토바이는 충돌이 발생할 수 있는 경로 상에 있다. 운전자는 오토바이의 접근을 인지하지 못하고 있다.
 - * 오토바이가 차량을 추월한다. 차량은 접근하고 있는 오토바이의 존재를 인지하지 못한 상황에서 차선 변경을 수행한다.

6.1.23 복합 환경에서의 교통 흐름 관리 (Mixed use traffic management)

다양한 형태의 이동 수단이 존재하는 교통 흐름 시나리오에서 다양한 변수가 고려되어야 한다. 메시지 전송을 위한 최적의 통신 도달 거리와 메시지 전송 횟수는 단말의 상대 속도, 다양한 운송 수단 (자동차, 기차, 자전거, 보행자 등)의 잠재적인 반응 시간, 교통 밀집도와 환경 요인에 따라 달라진다. V2X 시스템은 이런 교통 흐름의 밀도, 속도, 접근

각도와 날씨 등 최적의 통신 반경과 전송 횟수에 영향을 미치는 요인들의 변화되는 상황에 적응적으로 대응할 수 있어야 한다.

6.1.24 교통 흐름 내 이용자를 위한 향상된 위치 정보 정밀도 (Enhancing positional precision for traffic participants)

위치 정보를 얻기 위한 기술로는 GPS, Galileo, Beidou, Glonass 등의 위성 기반 위치 정보 시스템 (GNSS)가 사용된다. 하지만 가장 많이 사용되는 GPS의 위치 정확도가 15m 정도로 보다 정밀한 값을 전파 환경에 따라 얻을 수도 있지만 정밀도를 보장할 수 없는 수준이다.

이런 단점을 보완하기 위해 네비게이션 시스템은 지리 정보를 포함한 지도를 활용하여 경로 탐색과 현재 위치 결정에 활용하거나 시간에 따른 위치 정보의 평균이나 외삽값 (extrapolate position fixes)을 사용한다.

보조 운전이나 자율 주행에 적용하기에는 부족한 수준이며 이를 위해서는 수 센티미터 내 수준의 불확실성을 가지고 차선 가운데에 있는지 여부를 확인할 수 있는 정도의 정밀도가 필요하다.

6.1.25 V2V 통신 환경에서의 개인정보 보호 (Privacy in the V2V communication environment)

V2V 통신 환경에서의 개인정보보호 혹은 익명성은 V2V 시스템에서의 사용자 수용을 위한 필수 요구 사항으로 인식되고 있다. 개인정보보호에는 두 측면이 있다.

- 관찰자가 보는 특정 차량(혹은 운전자)이나 전송되는 안전 메시지와 관련된 정보의 보호
 - 특정 차량의 지정학적 두 지점 간의 여행 경로에 대한 추적된 정보의 보호
- 첫 번째 정보 보호의 경우, 안전 메시지 자체에 대한 보안 수준 확보를 통해 달성할 수 있다. 이를 통해 메시지 송신자나 수신자 모두 운전자나 차량, 혹은 차량의 특정 정보가 유출되는 것을 막을 수 있다.

두 번째 정보 보호의 경우, 운전자에게 서비스(경고)를 제공하기 위한 목적으로 주변 차량의 위치를 추적하는 안전 알고리즘을 수행하는 응용 프로그램이 경쟁하고 있다. 그러나 이러한 위치 추적은 장기간에 걸쳐 이루어지지 않는다. 따라서 정보보호는 (장기간에 걸친) 여행의 경우에 대해서만 요구된다.

6.1.26 교통흐름 참여자나 관심있는 대상에 전체적인 현황을 제공하는 V2N (V2N use case to provide overview to road traffic participants and interested parties)

3GPP 네트워크의 탁월한 통신 범위를 통한 강점을 V2N 서비스를 통해 보여주는 사례이다. 기존에 설치된 eNB 인프라를 사용하여 도로 교통흐름 참여자 (road traffic participants, RTP)에게 V2V 나 심지어 RSU와의 결합을 통해 제공할 수 없는 관점의 정

보를 제공한다.

이 경우 통신 영역 밖의 유일한 통신 수단인 V2V와 함께 사용되어 V2V 직접 통신을 보완할 수 있다. 이 경우 도로 교통흐름 참여자의 CAM/DENM 메시지는 도로 교통흐름 서버 (road traffic server, RTS)에도 전달된다. 도로 교통흐름 서버는 국가 단위로 집중화되어 있을 수 있으며, 작은 지역 단위로 분산되어 있을 수 있다. 도로 교통흐름 서버가 분산되어 있는 경우 이들 간의 통신이 필요하지만, 이러한 통신에 대한 표준은 3GPP의 범위를 벗어난다.

도로 교통흐름 서버는 자신이 맡은 영역의 도로 교통흐름 참여자로부터 데이터를 수집하고 네트워크를 통해 방송할 데이터를 제공한다. 특정 지역의 방송은 그 지역의 모든 도로 교통흐름 참여자의 데이터를 포함한다. 지역은 하나 혹은 복수 개의 셀로 구성된다. 이런 동작을 통해 네트워크에서 도로 교통흐름 참여자에게 방송되는 정보는 직접 통신이 제공할 수 있는 범위를 넘는 범위에 대한 전반적인 현황을 포함할 수 있다. 또한 도로 교통흐름 서버는 인접한 서버와의 통신을 통해 방송되는 정보의 범위를 더 확대할 수 있다.

6.1.27 원격 진단 및 적기 수리 통보 (Remote diagnosis and just in time repair notification)

인터넷 접속 기능을 가진 RSU의 경우 근처를 통과하는 차량으로부터 현재 기능 상태를 보고 받아 현지나 원격지의 진단 센터에 전송할 수 있으며, 만약 서비스에 가입되어 있는 경우 “적기 수리를 위한 통보 (Just in time repair notification)”을 차량에 전송할 수 있다. 차량 수리 센터의 차량 서비스 센터는 주기적으로 차량으로부터 데이터를 수집하고 분석할 필요가 있다. 이런 분석의 결과로 차량 소유주에게 차량에서 어떤 일이 벌어지고 있는지 차량 관리 정보와 함께 알릴 수 있다. 또한 차량 소유자는 수리 센터에서 수집한 데이터를 지우도록 조치할 수 있는 능력이 있다. 이런 동작을 통해 차량 상태를 최적화하여 고장을 방지할 수 있고 필요한 경우에만 차량 점검을 수행할 수 있다. 또한 차량 소유자는 자신에 관련된 데이터에 대한 제어를 유지한다.

6.2 LTE-V2X 요구사항 (3GPP Release 14 V2X 요구사항)

참고: 아래의 LTE-V2X 요구사항은 3GPP TR 22.885의 요구사항 번호 체계(예: [R-5.1-001] 등)를 따른다.

6.2.1 일반적 요구사항

[R-5.1-001] 메시지를 전송하는 단말이 E-UTRAN에 의해 서비스 되고 있을 때 메시지 전송은 3GPP 네트워크의 제어 하에 수행되어야 한다.

[R-5.1-002] V2X application을 지원하는 단말은 V2X 통신에 의해 지원되지 않을 때 3GPP 네트워크에 의해 미리 지정된 파라미터를 사용하여 송신을 수신을 수행한다.

[R-5.1-003] V2X application을 지원하는 단말은 V2X 통신을 지원하는 E-UTRAN에

의해 서비스를 지원 받든 못 받든 메시지를 전송하고 수신할 수 있다.

[R-5.1-004] RSU는 V2X application을 지원하는 단말과 메시지 송수신을 수행할 수 있다.

[R-5.1-005] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 같은 PLMN에 있는 상황과 없는 상황에 대해 단말간의 메시지 전송을 지원할 수 있다.

[R-5.1-006] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말 사이의 메시지 전송에 대해 우선순위를 줄 수 있는 수단을 지원한다.

[R-5.1-007] 3GPP 시스템은 전송되는 메시지의 형식 (안전메시지, 비안전메시지 등)에 따라 우선순위를 줄 수 있는 수단을 지원한다.

[R-5.1-008] 3GPP 시스템은 서비스 상황 (단말 속도, 단말 밀도 등)에 따라 전송 속도와 V2X 통신 범위를 변경할 수 있다.

[R-5.1-009] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 수많은 단말에 대해 자원 효율적으로 정보를 배분할 수 있다.

[R-5.1-010] V2X application을 지원하는 단말은 E-UTRAN이 V2X 통신을 지원하는지 여부를 판별할 수 있다.

[R-5.1-011] 3GPP 시스템은 application 서버와 RSU가 메시지를 배분할 수 있는 영역 혹은 영역의 크기를 조절할 수 있는 수단을 제공할 수 있다.

[R-5.1-011a] 3GPP 시스템은 V2X application을 지원하는 단말로부터 지역적으로 관련있는 application 서버에 메시지를 배분할 수 있는 수단을 제공한다.

[R-5.1-012] E-UTRA(N)은 V2X application을 지원하는 높은 밀도의 단말들을 지원할 수 있다.

[R-5.1-013] HPLMN 사업자와 VPLMN 사업자는 V2X application을 지원하는 단말이 메시지를 전송할 때 사용하는 네트워크 자원에 대해 과금할 수 있다.

[R-5.1-014] 한정된 자원 (예, 배터리)을 가진 V2X application을 지원하는 단말에 대해 메시지 전송에 의한 한정된 자원에 대한 영향 (예, 배터리 소비)을 최소화 되어야 한다.

[R-5.1-015] 3GPP 네트워크는 V2X application을 지원하는 가입된 단말을 위해 자원 효율적인 방법으로 잠재적인 위치 정확도 향상 기술 (예, DGPS, OTDOA)을 지원할 수 있어야 한다.

6.2.2 지정된 요구사항

6.2.2.1 지연시간 / 신뢰도 요구사항

[R-5.2.1-001] E-UTRA(N)은 V2V/P application을 지원하는 단말 간에 메시지 전송을 위해 직접 통신이든 RSU를 거치는 경우든 최대 100ms의 지연시간을 지원할 수 있어야 한다.

[R-5.2.1-002] 특정 사용 예 (예, 충돌 직전 감지)에 대해 E-UTRA(N)은 V2V application을 지원하는 단말 간에 메시지 전송을 위해 최대 20ms의 지연시간을 지원할

수 있어야 한다.

[R-5.2.1-003] E-UTRA(N)은 V2I application을 지원하는 단말과 RSU 간에 메시지 전송을 위해 최대 100ms의 지연시간을 지원할 수 있어야 한다.

[R-5.2.1-004] E-UTRAN은 V2N application을 지원하는 단말과 서버 사이에 3GPP 네트워크를 통한 메시지 전송을 위해 단대단 최대 1000ms의 전송시간을 지원할 수 있어야 한다.

[R-5.2.1-005] E-UTRA(N)은 application 수준에서의 메시지 재전송 없이 높은 신뢰도를 제공할 수 있어야 한다.

6.2.2.2 메시지 크기 요구사항

[R-5.2. 2-001] E-UTRA(N)은 V2X application을 지원하는 두 단말 간의 주기적인 방송 메시지 전송을 지원할 수 있어야 한다. 이때 가변 메시지 payload는 보안 관련 메시지 성분을 제외하고 50-300 바이트이다.

[R-5.2. 2-002] E-UTRA(N)은 V2X application을 지원하는 두 단말 간의 이벤트성 메시지 전송을 지원할 수 있어야 한다. 이때 가변 메시지 payload는 보안 관련 메시지 성분을 제외하고 최대 1200 바이트이다.

6.2.2.3 메시지 전송 주기 요구사항

[R-5.2.3-001] E-UTRAN은 전송하는 단말 당 초당 최대 10개의 메시지를 지원할 수 있어야 한다.

6.2.2.4 전송 범위 요구사항

[R-5.2.4-001] E-UTRAN은 운전자의 최대 반응 시간 (예, 4초)을 충분히 지원할 수 있는 통신 범위를 지원할 수 있어야 한다.

6.2.2.5 속도 요구사항

[R-5.2.5-001] 3GPP 시스템은 V2X 통신을 지원하는 E-UTRAN에 의한 서비스 제공 여부와 상관없이 V2V application을 지원하는 단말 간의 메시지 전송을 지원하여야 한다. 이 때 단말의 최대 상대 속도는 500Km/h이다.

[R-5.2.5-002] 3GPP 시스템은 V2X 통신을 지원하는 E-UTRAN에 의한 서비스 제공 여부와 상관없이 V2V와 V2P application을 지원하는 단말 간의 메시지 전송을 지원하여야 한다. 이때 단말의 최대 절대 속도는 250Km/h이다.

[R-5.2.5-003] 3GPP 시스템은 단말이나 RSU가 V2X 통신을 지원하는 E-UTRAN에 의한 서비스 제공 여부와 상관없이 V2I application을 지원하는 단말과 RSU 간의 메시지 전송을 지원하여야 한다. 이때 단말의 최대 절대 속도는 250Km/h이다.

6.2.3 보안 요구사항

[R.5.3-001] 3GPP 네트워크는 V2X application을 지원하는 단말이 V2X 통신을 지원하는 E-UTRAN에 의해 서비스가 제공되어 V2X 통신을 수행할 수 있도록, MNO에게 단말에 대한 인가를 수행할 수 있는 수단을 제공하여야 한다.

[R.5.3-002] 3GPP 네트워크는 V2X application을 지원하는 단말이 V2X 통신을 지원하는 E-UTRAN에 의해 서비스가 제공되지 않는 때에 V2X 통신을 수행할 수 있도록, MNO에게 단말에 대한 인가를 수행할 수 있는 수단 (예, 사전 인가)을 제공하여야 한다.

[R.5.3-003] 3GPP 네트워크는 V2X application을 지원하는 단말이 개별적인 V2N 통신을 수행할 수 있도록 인가하는 수단을 제공하여야 한다.

[R.5.3-004] 3GPP 시스템은 V2X application의 전송에 대해 무결성 보호를 제공하여야 한다.

[R.5.3-005] 3GPP 시스템은 지역 규정과 V2X application에 대한 사업자의 정책에 따라 V2X application을 사용하는 단말의 익명서와 개인정보보호를 제공하여야 한다. 이를 위해 V2X application에 의해 요구되는 수준의 짧은 기간을 초과하는 시간 동안 다른 단말에 의해 단말 식별을 추적하지 못하게 지원하여야 한다.

[R.5.3-006] 3GPP 시스템은 지역 규정과 V2V/V2I application에 대한 사업자의 정책에 따라 V2V/V2I application을 사용하는 단말의 익명서와 개인정보보호를 제공하여야 한다. 이를 위해 어떤 당사자 (예, 사업자나 제3자)에 의해서도 지역내에서 단말 식별을 추적하지 못하게 지원하여야 한다.

부 록 1-1

지식재산권 요약서 정보

해당 사항 없음

※ 상기 기재된 지식재산권 요약서 이외에도 본 기술보고서가 발간된 후 접수된 요약서가 있을 수 있으니, TTA 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

부 록 1-2

시험인증 관련 사항

해당 사항 없음

부 록 1-3

본 기술보고서의 연계(family) 표준

해당 사항 없음

부 록 I-4

참고 문헌

- [1] 3GPP TR 21.905: "Vocabulary for 3GPP Specifications".
- [2] 5G-PPP-White-Paper-on-Automotive-Vertical-Sectors.
- [3] ETSI TR 103 299 (V0.0.10): "Intelligent Transport System, Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC)".
- [4] ADASIS, <http://adasis.org>
- [5] ETSI TR 102 863 (V1.1.1): "Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Local Dynamic Map (LDM); Rationale for and guidance on standardization".
- [6] Draft ETSI EN 302 895 (V1.0.0): "Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Local Dynamic Map (LDM) Concept for Local Dynamic Maps".
- [7] ISO/TS 18750:2015 Intelligent transport systems -- Cooperative systems -- Definition of a global concept for Local Dynamic Maps.
- [8] Nan Hu, Hamid Aghajan, Tianshi Gao, Jaime Camhi, Chu Hee Lee and Daniel Rosario "Smart Node: Intelligent Traffic Interpretation", World Congress on Intelligent Transport Systems, New York, 2008.
- [9] TNO, "Truck Platooning; driving the future of transportation" TNO Whitepaper, 2015.
- [10] S. Shladover, "PATH at 20 - History and Major Milestones," Intelligent Transportation Systems, vol. 8, 2007.
- [11] "Multi channel operation", ETSI ITS Workshop 2016, https://docbox.etsi.org/Workshop/2016/201603_ITS_WORKSHOP/S02_ITS_NEXT_CHALLENGES/MULTI_CHANNEL_OPERATION_spaanderman_paulsconsultancy.pdf
- [12] Bergenhem C., Shladover S., Coelingh E., Englund C., and Tsugawa S., "Overview of platooning systems," in Proceedings of the 19th ITS World Congress, Oct 22-26, Vienna, Austria (2012), 2012.
- [13] V2V Communication Quality: Measurements in a Cooperative Automotive Platooning Application, Carl Bergenhem Qamcom Research and Technology AB, Erik Coelingh Volvo Car Corp., Rolf Johansson SP Technical Research Inst of Sweden, Ali Tehrani Qamcom Research & Technology, https://www.researchgate.net/profile/Carl_Bergenhem/publication/262451443_V2V_Communication_Quality_Measurements_in_a_Cooperative_Automotive_Platooning_Application/links/0f317537c05258c754000000.pdf
- [14] S. W. Kim et al., "Multivehicle Cooperative Driving Using Cooperative

Perception: Design and Experimental Validation," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 16, no. 2, pp. 663–680, April 2015.

[15] A. Rauch, F. Klanner and K. Dietmayer, "Analysis of V2X communication parameters for the development of a fusion architecture for cooperative perception systems," Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2011 IEEE, Baden–Baden, 2011, pp. 685–690.

[16] METIS-II_D1.1_v1.0 Refined scenarios and requirements, consolidated use cases, and qualitative techno-economic feasibility assessment.

[17] L. Licciardi, M. P. Galante : "5G CRITICAL COMMUNICATION USE CASES", ETSI 5G: "From Myth to Reality", 2016, <http://www.etsi.org/news-events/events/1025-2016-04-5g-from-myth-to-reality>

[18] Ford: From Autonomy to Snowtonomy: How Ford Fusion Hybrid Autonomous Research Vehicle can Navigate in Winter, http://www.at.ford.com/SiteCollectionImages/2016_NA/March/From%20Autonomy%20to%20Snowtonomy.pdf

[19] 5G Infrastructure Public Private Partnership (5G-PPP) (2015): 5G automotive vision, 65 p., <https://5g-ppp.eu/>, September 2015.

[20] NGMN Perspectives on Vertical Industries and Implications for 5G, https://www.ngmn.org/uploads/media/160610_NGMN_Perspectives_on_Vertical_Industries_and_Implications_for_5G_v1_0.pdf

[21] ITS Japan, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/douro/dai2/siryou4_8.pdf

[22] NEDO's Energy ITS Project in Japan for Automated Truck Platooning, <http://www.nedo.go.jp/content/100541227.pdf>

[23] NHTSA Human Factors Evaluation of Level 2 and Level 3 Automated Driving Concepts, http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NVS/Crash%20Avoidance/Technical%20Publications/2015/812182_HumanFactorsEval-L2L3-AutomDrivingConcepts.pdf

[24] M. Althoff, O. Stursberg, and M. Buss, "Safety assessment of driving behavior in multi-lane traffic for autonomous vehicles," in Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 893–900, June 2009.

[25] 3GPP TS 22.185: "Service requirements for V2X services".

[26] P. Gomes, F. Vieira and M. Ferreira, "The See-Through System: From implementation to test-drive," Vehicular Networking Conference (VNC), 2012 IEEE, Seoul, 2012, pp. 40–47.

[27] J. Choi, N. González-Prelcic, R. Daniels, C. R. Bhat, and R. W. Heath, Jr., "Millimeter Wave Vehicular Communication to Support Massive Automotive Sensing," submitted to IEEE Communications Magazine, Jan. 2016.

[28] N. Andersen, C2C-Consortium "Towards Accident Free Driving", ETSI

Summit "5G from Myth to Reality", 2016.

[29] M. Amoozadeh, H. Deng, C.-N. Chuah, H. M. Zhang, and D. Ghosal, "Platoon management with cooperative adaptive cruise control enabled by VANET," ELSEVIER Vehicular Communications, vol. 2. no. 2, pp. 110–123, Apr. 2015.

[30] R. Alieiev, A. Kwoczek and T. Hehn, "Automotive requirements for future mobile networks," Microwaves for Intelligent Mobility (ICMIM), 2015 IEEE MTT-S International Conference on, Heidelberg, 2015, pp. 1–4.

[31] M. Düring, K. Franke, et al., "Adaptive cooperative manoeuvre planning algorithm for conflict resolution in diverse traffic situations," 2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE), Vienna, 2014, pp. 242–249.

[32] 3GPP TR 22.885: "Study on LTE support for V2X services".

[33] DOT HS 811 492B, Vehicle Safety Communications – Applications (VSC-A) Final Report: Appendix Volume 1, System Design and Objective Test, pp C-2-4 and C-2-5.

[34] A. Kwoczek (Volkswagen AG), "Automotive Requirements for Future Networks", Information Technology Society (ITG), Communication Technology, May, 2016.

[35] Void

[36] 5G-PPP Project on "5G Air Interface Below 6 GHz", Deliverable D2.1: "Air interface framework and specification of system level simulations", http://fantastic5g.eu/wp-content/uploads/2016/06/FANTASTIC-5G_D2_1_final_modified.pdf.

[37] ETSI TS 102 894-2 V1.2.1, "Intelligent Transport Systems (ITS); Users and applications requirements; Part 2: Applications and facilities layer common data dictionary".

[38] SAE International, "AUTOMATED DRIVING LEVELS OF DRIVING AUTOMATION ARE DEFINED IN NEW SAE INTERNATIONAL STANDARD J3016" https://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf

[39] U.S. Department of Transportation, "Federal Automated Vehicles Policy", Sept. 2016. <https://one.nhtsa.gov/nhtsa/av/av-policy.html>

부 록 1-5

영문기술보고서 해설서

해당 사항 없음

부 록 1-6

기술보고서의 이력

판수	채택일	기술보고서번호	내용	담당 위원회
제1판	2018.11.xx	제정 TTAR-06.xxxx	-	5G 버티컬 서비스 프레임워크 프로젝트 그룹 (SPG35)