

# 혼잡 상황에서의 차량 통신 성능 분석

윤영진, 한동석\*

경북대학교

skag2603@knu.ac.kr, dshan@knu.ac.kr

## Performance Analysis of Vehicle Communication in Congestion Situations

Young Jin Yoon, Dong Seog Han\*

Kyungpook National Univ.

### 요 약

차량 통신(vehicle-to-everything, V2X)은 운전 중, 유/무선망을 통하여 다른 차량이나 도로 등 인프라가 구축된 사물과 교통정보와 같은 정보를 교환하는 통신기술이다. 차량 통신 서비스는 무선 환경에서 차량 간 통신(vehicle-to-vehicle, V2V)을 통하여 운전 중 발생할 수 있는 위험을 사전에 감지하여 운전자에게 알려준다. 본 논문에서는 차량 안전 서비스를 수행하는 과정에서 혼잡 차량 상황을 차량 대수 별로 생성하여 실험을 진행한다. 혼잡 상황 환경을 구성하기 위해 V2X 송신이 가능한 환경구축 장비를 0, 32, 64대의 혼잡 상황 환경을 에뮬레이터 장비를 통해 구축하여 실험을 진행한다. 그 결과, 본 논문에서는 혼잡 상황에 따라 PER(packet error rate), 지연시간 등 V2X의 주요 성능을 제시한다.

### I. 서 론

자율주행에 필요한 3가지 핵심 기술로는 인지 제어 V2X(vehicle-to-everything) 통신을 들 수 있다. 그중 V2X는 차량이 유 무선 통신망을 이용하여 주변 차량 및 도로 인프라 등과 정보를 교환하거나 공유하는 기술을 의미하며 차량과 차량, 차량과 인프라, 차량과 보행자, 차량과 모바일 기기의 통신을 포함한다[1]. V2X 통신 기술은 자율주행 자동차에 장착된 센서의 인식 범위 한계를 극복할 수 있으며 주변 상황 인식이 어려운 상황에서도 주변 환경을 인지할 수 있어 자율주행 레벨 4단계 이상의 완전 자율주행 구현을 위한 핵심 기술 중에 하나로 주목받고 있다.

대표적인 V2X 통신 방식으로는 무선랜 기술 기반의 WAVE(wireless access in vehicular environment) 통신과 이동통신 기술 LTE, 5G 기반의 C-V2X(cellular-V2X)가 있다[2]. 이들중 본 논문에서는 혼잡 상황을 연출하여 WAVE 통신 방식 및 LTE 방식을 이용한 V2V(vehicle-to-vehicle), V2I(vehicle-to-infrastructure) 통신 실험을 진행한다.

### II. 혼잡상황 V2X 구축과 실험 방법

본 논문에서 사용된 VRU(virtual roadside unit)은 그림 1과 같다. 사용된 OBU(on board unit)는 IEEE 802.11P, 3GPP Rel.14 PC5 프로토콜을 지원하고 10, 20MHz의 채널 대역을 지원하고 GPS 수신기를 포함하고 있다. OBU의 역할은 차량 안전 메시지 지원 및 군집 주행 지원을 하기 위한 통신 단말이다.

기존의 OBU와 실험에 사용된 OBU와 다른 점은 기존 OBU는 1개의 OBU에 1개의 통신 모뎀을 포함하지만 실험에 사용된 OBU는 5개의 통신 모뎀을 포함하고 있다. 이러한 OBU를 사용한 이유는 혼잡 상황을 연출하는 데 있어서 차량 400대를 설치하는 것과 같이 물리적으로 한계가 있으므로 가상 혼잡 장치를 설계하여 실험을 진행하기 위함이다.



그림 1. 실험에 사용된 VRU(virtual roadside unit)

실험에 사용된 OBU의 파라미터는 그림 2와 같다. 채널 넘버에서 WAVE는 짝수, LTE는 홀수를 사용하고 송신 전력의 경우에는 WAVE는 18 dBm, LTE 통신은 20 dBm을 사용한다. 패킷 전송 주기는 차량의 대수에 따라 조정되며 일반적으로 10Hz 또는 50Hz 영역을 사용하며 패킷의 길이는 1400byte이다.

ID	Device Status	Radio Status	TRX Mode	V2X Radio	Channel Number	TX Power (dBm)
1	Available	Active	TX	IEEE 802.11p	172	18
2	Available	Active	TX	IEEE 802.11p	172	18
3	Available	Active	TX	IEEE 802.11p	172	18
4	Available	Active	TX	IEEE 802.11p	172	18
5	Available	Active	TX	IEEE 802.11p	172	18

  

Select Modem	All
TRX Mode	OFF
V2X Radio	3GPP PC5 R14
Channel Number	173 (5865 MHz)
TX Power (dBm)	20
Num of Enable TX	0
Packet Hz [Hz]	1 2 5 10 20 50
Packet1 Type	Zero Filling
Packet1 Length [Byte]	10 50 100 400 1400
Packet1 Cycle	0 1 2 3 4 5
Packet2 Type	Zero Filling

그림 2. 실험에 사용된 통신 파라미터

실험 환경은 그림 3과 같다. 실험 테스트베드는 서울대학교 사흥 캠퍼스에 있는 자율주행도로이다. 이 도로는 가로 220m, 세로 680m의 길이의 테스트베드이며 신호등 4대, 차량은 16대가 실험에 사용된다. 차량은 16대이지만 VRU 장비를 이용하여 최소 16대의 OBU에서 최대 400대의 OBU가 TX 통신을 하여 혼잡 상황을 연출한다.



그림 3. 실험에 사용된 테스트베드 환경

실험 결과는 표 1과 같다. 본 실험에서는 총 3가지 시나리오로 분류하여 LTE, WAVE 통신 실험을 진행하였다. 혼잡 상황은 0대, 32대 64대의 혼잡 상황을 연출하여 실험을 진행하였는데 표 1에서는 거리별 PER (packet error rate)로 100개의 송신 패킷을 보냈을 때 받지 못한 수신 비율을 표현했다. 실험 결과에서 혼잡 상황 0대일 때 에러 패킷이 거리별로 거의 없다.

실험 결과, 32대, 64대의 혼잡 통신 상황에서는 PER 수치가 높아졌다. 32대의 혼잡 통신 상황일 때 LTE 통신은 혼잡 상황에 크게 영향을 받지 않으나 WAVE 통신 같은 경우에는 크게 영향을 받아서 PER 수치가 높아진 것을 확인할 수 있다. 64대의 혼잡 통신 상황일 때 LTE 통신도 32대의 혼잡 상황보다 PER 수치가 높아진 것을 확인할 수 있다. 하지만 전체 통신의 대비 크게 영향을 안 받는다.

### III. 결론

본 논문에서는 자율주행 테스트베드에서 혼잡 상황을 연출한 WAVE, LTE 통신 실험을 진행하였다. 총 시나리오는 3개이며 0, 32, 64대의 혼잡 상황을 연출하여 PER을 분석하였다. 실제 혼잡 상황이 가중될수록 통신의 성능이 매우 떨어지는 것을 확인하였다. 그러나 LTE 통신보다는 WAVE 통신이 혼잡 상황에서 영향을 많이 받는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결론을 통해 V2X 서비스 시나리오 개발 및 실험에 도움을 줄 것으로 생각한다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2021R1A6A1A03043144)

### 참 고 문 헌

- [1] LI, Yunxin Jeff. An overview of the DSRC/WAVE technology. In: *International conference on heterogeneous networking for quality, reliability, security and robustness*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 544-558.
- [2] GARCIA, Mario H. Castañeda, et al. A tutorial on 5G NR V2X communications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2021, 23.3: 1972-2026.

표 1. 혼잡 상황에서의 LTE 및 WAVE 통신 성능 비교

혼잡 상황 (차량 대수)	거리(m)	LTE PER (%)	WAVE PER (%)
64대	600	5.4	28.4
	450	2.7	33.1
	300	2.6	28.8
	150	4.7	28.5
32대	600	0.1	8.8
	450	1.1	8.3
	300	4.0	11.1
	150	3.4	8.2
0대	600	0.1	0.1
	450	0.0	0
	300	0.0	0.1
	150	0.1	0.1