

5G-NR-V2X 기반 실도로 검증을 위한 시험 환경 구축

이지민, 왕유승, 신대교, 장수현, 장준혁, 안병만*
한국전자기술연구원

{kng05157, yswang, dukeshin, shjang, junjang9327, bman}@keti.re.kr

Testbed Development for Real-World Road Verification of 5G-NR-V2X Communication

Lee Ji Min, Wang Yoo Seung, Shin Dae Kyo
Jang Soo Hyun, Jang Jun Hyek, An Byoung Man*
Korea Electronics Technology Institute (KETI)

요 약

커넥티드 및 자율주행 차량 시대를 위한 핵심 통신 기술로 5G-NR-V2X에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 초고속·초저지연·고신뢰 통신을 지원하는 5세대 이동통신 기반의 차량·사물 통신 표준 기술은 기존의 단순 메시지 교환 수준을 넘어, 도로변 카메라, CCTV, 라이다 센서 등에서 수집된 대규모 데이터를 차량으로 직접 전달할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 이에 본 연구에서는 5G-NR-V2X 통신 인프라를 실제 도심 환경에 구축하고, 이를 통해 실도로 환경에서의 적용 가능성과 성능을 검증하였다. 본 연구는 향후 자율주행 서비스 및 관련 산업 활성화를 위한 핵심 기반 기술 확보에 기여할 것으로 기대된다.

I. 서 론

차량-사물 통신 (Vehicle-to-Everything, V2X)은 차량과 보행자, 도로 인프라, 네트워크를 유기적으로 연결하여 교통 안정성 및 운행 효율성 향상을 가능하게 하는 핵심 기술로 주목받고 있다.[1] 이러한 요구에 대응하기 위해 등장한 5G-NR-V2X (New Radio-V2X)는 5세대 이동통신 기술을 기반으로 초고속 전송, 초저지연, 고신뢰 통신을 제공함으로써 기존의 C-V2X의 한계를 보완하고, 고도화된 자율주행 서비스 구현을 위한 기반 기술로 인식되고 있다.[2-3]

또한, 5G-NR-V2X는 센서, 카메라, 라이다 등에서 발생하는 대용량 데이터의 실시간 공유를 지원하여 협력 자율주행, 원격 자율주행과 같은 고난도 서비스까지 확장 가능하다.[4] 이에 따라 3GPP Release 16 이후 해당 기술의 표준화가 본격화되었으며, 실제 도심 및 고속도로 환경을 대상으로 성능 검증과 상용화를 위한 연구도 활발히 진행되고 있다.[5]

따라서 본 연구에서는 성남시, 대구광역시, 청주시 도심, 세종-대전시, 자동차 전용도로, 비정형 도로 등 다양한 실도로 환경을 대상으로 5G-NR-V2X 통신 인프라 구축 및 운용 방안을 제시하고, 이를 통해 실제 서비스 적용 가능성을 논의한다.

II. 본론

본 장에서는 5G-NR-V2X 기반 실도로 검증을 위하여 구축된 인프라 환경에 대해 기술한다. 본 인프라는 도심·고속도로·자동차 전용도로 등 다양한 교통 환경에서 V2X 통신 품질을 안정적으로 확보하고, 향후 자율주행 서비스에 적용 가능한 실증 플랫폼을 마련하는 것을 목표로 구축되었다.

Roadside Unit (RSU)의 전체 구성은 안테나부, 주제어부로 구성되어 있다. 주제어부의 설치 위치에 따라



그림 1. 5G-NR-V2X 노변기지국(RSU)

좌대 형태를 구분하여 공사하였으며, 보행자의 안전을 위해 지역 및 환경에 따라 다르게 구성하였다. 안테나부는 그림 1과 같으며, Air-to-Air로 전송되는 통신 데이터를 모뎀부로부터 받아 주제어부로 전달한다. 전달된 통신 데이터를 연동되어 있는 관제 센터의 서버로 전달하며, 관제 센터는 지역별로 각각의 응용서비스 기관에서 구축 및 관리한다.

그림 2와 같이, 5G-NR-V2X 통신을 지원하기 위하여 도로 인프라 측에 RSU를 설치하여 NR-V2X PC5 모드를 통해 차량과 직접 통신하도록 구성되었다. 자체개발 RSU는 국산 FPGA 기반이며, 외산칩 RSU는 해외 상용칩으로 구성되어 있다. 교통량과 통신 음영 가능성을 고려하여 교차로, 직선 구간, 고속 주행 구간, 비정형 도로 구간 등에 분산 배치하였으며, 설치 시 도로 환경, 전파 간섭, 가시거리 확보 여부 등을 종합적으로 검토하였다. 또한, 안테나는 상단 폴대 및 전 방향 커버리지가 확보 가능한 위치에 고정하였다.

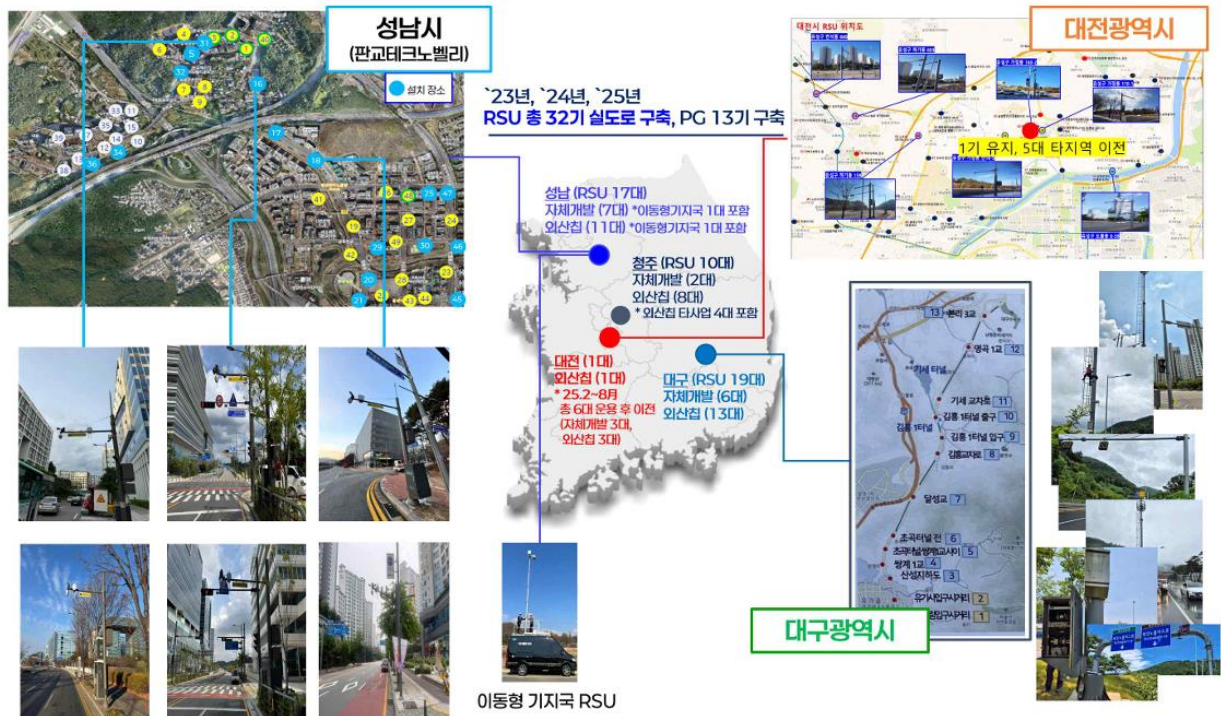


그림 2. 5G-NR-V2X 통신을 지원하기 위한 실도로 검증 환경 구축 사항

구축된 전체 인프라는 중앙 서버에서 RSU 및 OBU로부터 수집된 로그 데이터를 통합 관리하고, NR-V2X 통신 품질을 지속적으로 분석할 수 있는 환경을 구축하였다. 성남시 18 대, 대구광역시 19 대, 충청북도 청주시 10 대, 대전 광역시 1 대, 서울 특별시 1 대를 실도로에 구축하여 총 32 기를 전국 각지에 V2X 인프라 환경을 구축하였다.

이와 같이 구축된 NR-V2X 인프라는 실제 도로 환경에서 안정적인 통신 품질을 검증할 수 있는 실증 테스트베드로 기능한다. RSU·OBU·관제센터 간의 데이터 흐름을 통합적으로 관리함으로써, 향후 자율주행 서비스 확대 시 요구되는 기술적 요구사항을 도출하는 기반 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

III. 결론

본 논문에서는 5G-NR-V2X 기반 통신 인프라의 실도로 적용 가능성을 검증하기 위하여, 성남시·대구광역시·청주시 도심 구간과 세종·대전 구간 고속도로 및 자동차 전용도로·비정형 도로 등 다양한 교통 환경에 NR-V2X 인프라를 구축하였다. 각 설치 지점에는 NR-V2X PC5 통신을 지원하는 RSU를 배치하여 차량과의 직접 통신이 가능하도록 구성하였으며, 모든 통신 로그는 중앙 서버를 통해 통합 관리함으로써 통신 품질을 체계적으로 분석할 수 있는 실증 환경을 마련하였다.

향후 연구에서는 본 인프라를 기반으로 통신 지연, 패킷 수신율, RSSI 등 다양한 성능 지표에 대한 정량적 평가를 수행하고 도로 환경 등에 따른 성능 특성을 분석하여 5G-NR-V2X 기술의 실도로 운용 신뢰성을 지속적으로 검증할 예정이다. 또한, 다양한 응용 서비스 및 자율주행 시나리오를 실증·평가하기 위한 기반 연구 플랫폼으로도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2025 년도 산업통상자원부 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(RS-2025-02413183, 자동차산업기술개발사업, 서비스 QoS 보장 통신자원 중앙관리형 초고속,초고신뢰 V2X 통신모듈 기술개발)

참 고 문 헌

- [1] Zhang X. et al., "Vehicle-to-Everything Communication in Intelligent Connected Vehicles: A Survey and Taxonomy," Automotive Innovation, 2025.
- [2] A. Bazzi, G. Cecchini, M. Menarini, B. M. Masini, and A. Zanella, "Survey and Perspectives of Vehicular Wi-Fi versus Sidelink Cellular-V2X in the 5G Era," Future Internet, vol. 11, no. 6, pp. 1– 28, 2019.
- [3] M. Boban, A. Kousaridas, K. Manolakis, J. Lungren, and W. Xu, "Connected Roads of the Future: Use Cases, Requirements, and Design Aspects of 5G V2X," IEEE Communications Magazine, vol. 57, no. 11, pp. 82– 88, Nov. 2019.
- [4] 3GPP TR 22.886, "Study on enhancement of 3GPP support for 5G V2X services," Release 16, v16.x, 2018– 2020.
- [5] 3GPP TS 23.287, "Architecture enhancements for 5G System (5GS) to support Vehicle-to-Everything (V2X) services," Release 16, 2020.