

# V2X 통신을 이용한 교차로 지역에서의 자율주행 방법에 관한 연구

윤형석, 김태형, 이인규, 조봉균, 윤경수

지능형자동차부품진흥원

gudtjr0124@kiapi.or.kr, thkim@kiapi.or.kr, iglee@kiapi.or.kr, jbggg1@kiapi.or.kr, kadbonow@kiapi.or.kr

## A Study on the Autonomous Driving Method in the Intersection Area Using V2X Communication

Yun Hyeong Seok, Kim Tae Hyeong, Lee In Gyu, Jo Bong Gyun, Yun Kyung Su

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute (KIAPI)

### 요 약

본 논문은 V2X 통신을 이용한 교차로 지역에서의 자율주행 방법에 관한 연구를 제안한다. 교차로 지역에서 자율주행을 하기 위해서는 신호등, 횡단보도 등 주행 판단을 위해 인지해야 하는 부분들이 존재하며, 경로에 따른 좌회전, 우회전을 주행하기 위해 건너편 혹은 반대편에서 주행 중인 차량들도 인지하여야 한다. 일반 센서들을 이용한 객체 검출은 환경적인 요소 또는 도심로에 존재하는 건물들에 의해 주변 환경을 인지하기에 어려움이 존재한다. 그래서 본 논문에서는 V2X(Vehicle to Everything) 통신을 이용하여 해당 문제점들을 보완하였다. I2V(Infra to Vehicle) 통신으로 자율주행차량은 교차로 지역의 신호 현시 정보(SPaT, Signal Phase and Timing)를 입력받아 해당 교차로의 신호 정보에 따라 주행할 수 있으며, 건물 및 장애물 등에 의해 생성되는 사각지대에서 접근 중인 차량에 대한 정보를 V2V(Vehicle to Vehicle) 통신을 통해 미리 인지하여 주행 판단을 결정할 수 있다. 이를 이용하여 V2X 통신을 이용하여 신호 정보에 따른 가변적인 local path 생성과 BSM(Basic Safety Message)를 이용한 주변 차량을 감지를 통한 교차로 지역에서의 자율주행 방법에 관한 연구를 제안한다.

### I. 서 론

교차로가 포함된 도심로에서 자율주행 차량이 운행되기 위해서는 신호등을 검출[1]하여 현시 정보에 따른 주행을 진행하여야 하며, 전방의 객체(차량 또는 장애물 등)를 검출하여 인지된 결과를 기준으로 주행 판단을 결정하여야 한다.

인지를 위해 자율주행차량에 사용되는 센서는 카메라, 라이다(LiDAR) 및 레이더(Radar), GPS&IMU 등이 있다. 이 센서들을 활용하여 주변 환경에서 필요한 데이터들을 검출하는 다양한 연구들이 진행되고 있다. 그러나 도심로와 같은 복잡한 환경에서는 건물이나 장애물 등에 의해서 센서가 인지하지 못하는 사각지대가 생성될 수 있다.

본 논문에서는 해당 문제점들을 보완하기 위해 V2X(Vehicle to Everything) 통신 시스템[2,3]을 적용하였다. V2X 통신 기술 중 인프라-차량 간 통신(I2V, Infra to Vehicle)의 신호현시 운영정보인 SPaT(Signal Phase and Timing) 메시지를 이용하여 교차로 내 신호 정보에 따라 주행할 수 있으며, 차량-차량 간 통신(V2V, Vehicle to Vehicle)의 인접 차량 정보인 BSM(Basic Safety Message) 데이터를 이용하여 접근 중인 차량의 위치 정보를 파악할 수 있다.

### II. 본론

#### 1. I2V 통신 시스템을 이용한 주행 경로(local path) 생성

자율주행차량은 자차 위치를 기반으로 생성되는 주행 경로(local path)를 따라 주행하면서 차량이 신호등이 포함된 교차로에 진입하게 되면 해당 신호 정보에 따라 차량은 정차 혹은 주행을 결정하여야 한다. 자율주행차량은 V2X 통신 중 I2V에서 전송되는 신호 현시 정보(SPaT Message)를 수신하여 교차로의 신호 정보를 확인할 수 있다.

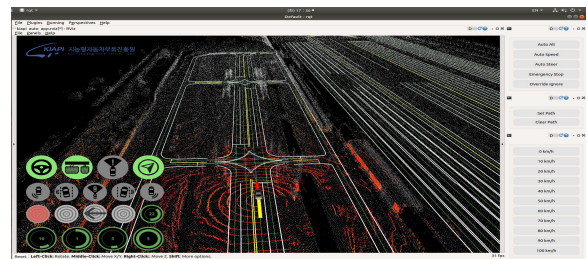


그림 1. 적색 신호인 경우 교차로 앞 정지 경로 생성 결과

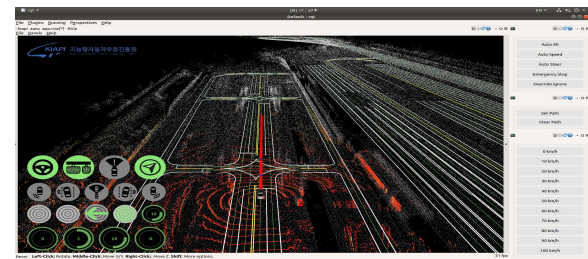
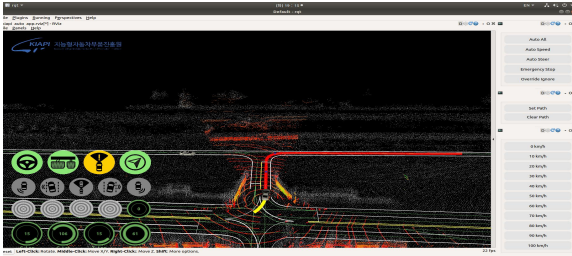


그림 2. 녹색 신호인 경우 교차로 주행 경로 생성 결과

신호 현시 정보에는 교차로 내의 신호등의 현재 신호 상태, 잔여 시간 등의 정보를 포함하고 있으며 자율주행차량은 해당 정보를 기준으로 정차 [그림 1] 혹은 주행 [그림 2]을 결정하는 주행 경로를 생성할 수 있다.

#### 2. V2V 통신 시스템을 이용한 주변 차량 감지

자율주행차량은 카메라, 라이다 및 레이더 등의 센서들을 이용하여 주변 환경을 인지할 수 있다. 그러나 도심로와 같이 복잡한 환경에서는 일부 장애물 혹은 건물 등에 의해 사각지대 [그림 3 (b)]가 생겨 일부 객체들을 인지하지 못하는 경우가 존재한다. 해당 문제점을 보완하기 위해서 본 논문에서는 V2X 통신 중 차량-차량 간 통신인 V2V 통신을 이용하였다.



a. 인접 차량의 접근 감지 결과



b. 시각지대 이미지

그림 3. 인접 차량 감지 결과 및 시각지대 환경 이미지

V2V 통신에서 전송되는 BSM(Basic Safety Message)은 인접 차량의 상태 정보를 전달하며 인접 차량의 위치 정보, 속도, 방향 등의 정보를 포함하고 있다.

자율주행차량은 BSM 데이터를 이용하여 그림 3(a)와 같이 인접 차량을 감지하고 해당 차량의 방향과 속도 정보를 이용하여 충돌 예측 시간(TTC, Time-to-Collision)을 계산한다. TTC의 결과에 따라 인접 차량이 자율주행 차량의 주행 경로로 주행 중이면 운전자에게 경고를 전달하며, 그림 4와 같이 충돌 위험이 있는 경우에는 차량의 주행 경로를 정지 경로로 변경하여 차량을 일시 정지시킨다. 이후, 인접 차량이 지나가면 자율주행차량은 그림 5와 같이 다시 주행 경로를 생성하여 자율주행을 진행할 수 있다.

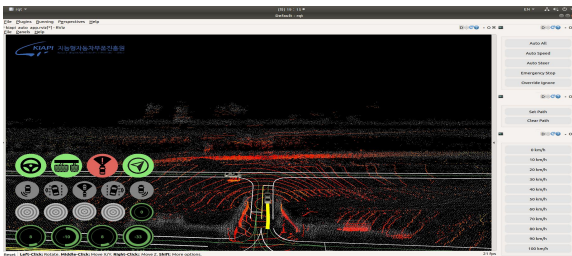


그림 4. 충돌 위험 상황에 따른 시스템 출력 결과

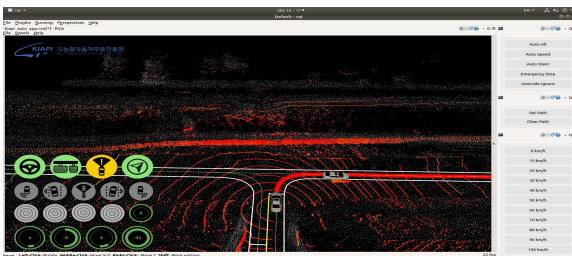


그림 5. 정차 중 인접 차량이 지나간 후의 시스템 출력 결과

### 3. V2X 환경 및 자율주행 시스템

V2X 통신을 이용한 자율주행을 연구하기 위해서 지능형자동차부품진흥원의 주행시험장에서 연구를 진행하였다. 해당 주행시험장은 그림 6과 같이 교차로에 신호등의 현시 정보를 수집할 수 있는 RSU가 설치되어 있으며, 자율주행차량과 인접 차량은 차량 내 OBU를 설치하여 WAVE 기반의 V2X 통신 시스템을 적용하였다.



그림 6. KI-API P.G. 자율주행 시험로 V2X 통신 시스템 구축 현황

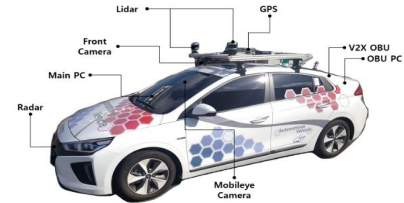


그림 7. 자율주행차량 구성 환경

자율주행을 위한 차량 시스템은 그림 7과 같이 카메라, 라이다, 레이더, GPS/IMU, Mobileye 센서들을 장착하여 차로유지, Cut in/out, ACC, 전방충돌방지 등의 기능을 수행할 수 있으며, OBU와 OBU PC를 장착하여 V2X 통신 데이터들을 수집하여 ROS 기반의 제어용 PC를 통해 자율주행이 가능하다.

### III. 결론

도심로와 같은 환경에서 자율주행을 수행하기 위해서는 여러 환경에 대해 고려해야 한다. 교차로 환경에서는 신호 정보에 따라 정차 혹은 진행하여야 하며, 좌/우회전의 경우에는 인접 차량이 접근 중인지에 대한 여부를 파악하여야 한다. 카메라 및 라이다 센서를 이용하여 주위 환경에 대한 인지가 가능하지만, 일부 환경에서는 건물 및 장애물 등에 의해 시각지대가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 교차로 영역에서는 I2V 통신 시스템을 통해 신호등의 신호 현시 정보를 수신하여 신호에 따른 주행 경로를 생성하고, 주행 중 발생할 수 있는 시각지대의 경우 V2V 통신을 통해 인접 차량의 정보를 수신하여 충돌예측시간(TTC)을 계산하고, 인접 차량의 상태에 따른 주행 판단을 결정할 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019-9-00399, 비정형 주행 환경 대응이 가능한 자율차 탑재용 AI기반 인지, 판단 및 제어 솔루션 개발)

### 참 고 문 헌

- [1] C.H Park, S.K Kee "Implementation of Autonomous Driving System in the Intersection Area Equipped with Traffic Lights", Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers 27(5), pp 379-387.
- [2] SAE, "V2X Communications Message Set Dictionary 2735\_202007," 2020, ([https://www.sae.org/standards/content/j2735\\_202007/](https://www.sae.org/standards/content/j2735_202007/))
- [3] J.H Park, T.H Kim, J.H Heo, B.S Kim, K.S Yun, "Measurement and Reliability Assessment of Peripheral Vehicle Data for Empirical Assessment of Autonomous Vehicle System Utilizing the V2X-Based Mobile Control Vehicle", in Proc. KICS Winter Conference 2021, pp. 1119-1120