

DSRC/C-V2X 기반 차량간 협업 인식에 관한 연구

정법권, 김준우, 백상현*
고려대학교

{wjdqjqrnjs, starjoon0202, shpack}@korea.ac.kr

A Study on DSRC/C-V2X based Vehicle Cooperative Perception

BeopGwon Jung, Joonwoo Kim, Sangheon Pack*
Korea Univ.

요 약

현재 자율주행 수준에서는 차량 자체만의 센서, 카메라를 통해 환경을 측정하고 인식하기 때문에 쉽게 사각지대가 발생하는 한계가 있으며 이를 해결할 수 있는 차량간 협업 인식이 자율주행에서 핵심 기술로 고려되고 있다. 협업 인식 구현을 위해서는 통신을 통한 차량간 환경 정보 공유가 필수이기 때문에 Dedicated Short Range Communication (DSRC) 및 Cellular-V2X (C-V2X)와 같은 Vehicle to Everything (V2X)기술에 기반한다. 따라서 협업 인식 구현 시 자율주행 요구사항 만족 여부, 네트워크 부하와 같은 V2X 측면에서의 이슈 및 이를 해결할 수 있는 연구가 필요하다. 본 논문에서 DSRC 및 C-V2X 기술 기반 차량간 협업 인식관련 논문 및 표준을 분석을 통해 이슈 및 연구 동향을 소개한다.

I. 서 론

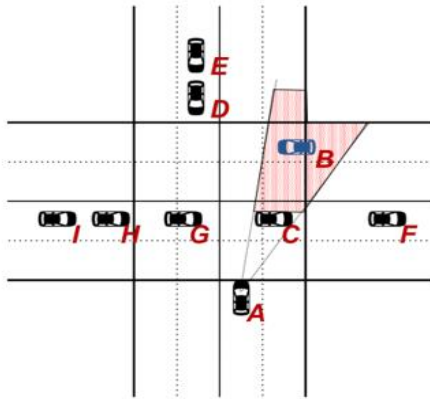


그림 1. 차량 자체만의 환경 인식 문제점

최근 자율주행에 대해 많은 연구가 진행되고 있지만 아직 차량 자체의 센서만으로 주변을 인식해 자율주행하는 레벨3수준이며 독립적으로 각 차량에 탑재된 Lidar, Radar 센서 및 카메라를 통해 측정하고 Local Environmental Model (LEM)에 정보를 통합하여 실시간으로 환경을 인식하는 방식이다. 하지만 차량 자체만의 센서를 활용한 환경 인식은 센서 측정 범위에 국한되기 때문에 그림 1과 같이 자율주행 중 차량간 가림 현상으로 인해 뒤 차량을 인식할 수 없는 사각지대의 발생 가능성이 있어 자율주행 시 돌발 상황에 대처하기 힘들다. 또한 차량 자체 센서가 측정 오류를 범할 경우 주변 환경을 제대로 인식하지 못하게 되어 오류를 범하고 자율주행에 문제를 발생시킬 수 있어 차량 자체만의 환경 인식은 분명한 한계가 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 차량 자체만의 센서와 카메라를 통한 환경 인식이 아닌 통신을 통해 환경 정보를 공유하는 협업 인식 기술이 등장했다.

협업 인식 기술에서 차량 환경 정보 공유를 위해 V2X 기술이 강조된다. Vehicle to Everything (V2X) 통신 기술이란 차량이 유/무선망을 통해 다른 차량 및 도로 등 인

프라가 구축된 사물과 정보를 교환하는 기술을 말한다. V2X에는 크게 Dedicated Short Range Communication (DSRC) 방식의 Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)와 Cellular-V2X (C-V2X)방식의 LTE-V2X 두 가지 표준 기술이 존재한다.

WAVE는 근거리 통신 표준인 IEEE 802.11p WiFi 기술을 자동차에 맞게 개선하여 2012년에 완료한 표준이다. WiFi와 유사하게 운영되기 때문에 각 차량별로 할당되지 않은 주파수 자원을 활용해 차량간 통신에 사용할 수 있다. 하지만 분산된 형태이기 때문에 중앙에서 제어하는 주체가 없어 통신 정보에 우선순위 할당, 정보량을 고려해서 효율적으로 주파수를 분배할 수 없는 단점이 존재한다 [1].

LTE-V2X는 LTE를 차량간 통신인 PC5 인터페이스 통신 (Sidelink), V2N (Downlink)통신인 Uu 인터페이스 통신을 지원할 수 있도록 개선한 기술이다. LTE-V2X에서 PC5 인터페이스 통신인 차량간 통신을 Mode 3, 4 두 가지로 분류해 지원한다. Mode3은 기지국에서 Sidelink Control Information (SCI)를 차량에게 전송하여 차량이 전송 받은 SCI에 기반해 차량간 통신을 제어할 수 있도록 지원한다. Mode4는 차량이 기지국 커버리지 밖에 있을 경우 사전 차량에 설정된 제어 정보에 맞게 무선 자원을 제어할 수 있도록 지원한다. 이처럼 LTE-V2X는 WAVE와 다르게 무선 자원을 중앙 집중식으로 제어한다 [2].

DSRC와 C-V2X는 차량 통신을 위해 정의된 기술이기 때문에 협업 인식 구현 시 이러한 차량 통신 기술에 기반해야 한다. 하지만 DSRC와 C-V2X 기술에서 협업 인식의 요구사항, 네트워크 부하 발생과 같은 이슈를 모두 고려하지 않는다는 한계가 존재해 이를 해결할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 따라서 본 논문에서는 관련 논문 및 표준 분석을 통해 DSRC/C-V2X 기반 협업 인식에서 발생하는 이슈 및 연구 동향을 소개한다.

관련 논문 및 표준을 분석해 해당 이슈 및 연구 동향을 Session II에서 두 가지로 분류해 소개하며 Session III에서 결론과 향후 연구 방향에 대해 소개한다.

II. 이슈 및 연구 동향

협업 인식 V2X 측면에서 고려되는 핵심 이슈로 협업 인식 요구사항, 네트워크 부하 두 가지 측면이 존재하며 이를 해결하기 위한 연구가 진행되고 있다.

협업 인식 요구사항 이슈

협업 인식을 통해 차량은 환경을 인식하고 자율주행하기 때문에 오차 없는 주행을 위한 높은 신뢰성 및 자율주행 실시간성을 위한 낮은 지연시간을 요구한다. 하지만 협업 인식은 기존 기술과 비교했을 때 상대적으로 낮은 신뢰성을 갖는 무선 네트워크를 활용하며 여러 차량의 정보를 동시에 처리하기 때문에 상대적으로 높은 지연시간이 발생할 수 있어 협업 인식 요구사항 만족에 관한 이슈가 존재한다.

관련 논문[3]에서 5G와 MEC를 협업 인식에 적용해 자율주행의 높은 요구사항을 만족시킬 수 있음을 보여준다. MEC 서버 커버리지 안의 모든 자율주행 차량은 자신의 카메라 사진 정보를 MEC 서버에 5G를 통해 전송하고 MEC 서버는 CNN 알고리즘을 통해 이미지를 통합 처리해 HD 3D map을 생성한다. 이를 차량에게 다시 전송해 시각지대 없이 자율주행이 가능하도록 협업 인식을 구현한다. 실제 5G 코어 네트워크, BBU 및 MEC 서버, 3개의 RRU를 설치해 C-V2X 인프라를 구축해 실험 결과를 평가했기 때문에 C-V2X 기반 협업인식이 충분히 자율주행 요구사항을 만족시킬 수 있음을 입증한다.

네트워크 부하 이슈

협업 인식 특성 상 차량간 정보를 짧은 주기로 전송하며 여러 차량이 참여하기 때문에 Radar(0.1~15 Mbit), Lidar(20~100 Mbit) 센서 및 카메라 (500~3500 Mbit) 정보를 추가적인 처리없이 그대로 전송하면 과도한 네트워크 부하 이슈가 발생하게 된다.

[4]는 Cooperative Perception Message (CPM)이라는 새로운 개념을 제안해 이러한 이슈를 해결하는 것을 제안한다. ETSI는 협업 인식 시에 차량에서 측정된 센서 및 카메라 정보를 그대로 전송하지 않고 차량에서 자체적으로 환경을 인식한 결과인 물체의 종류, 속도, 위치와 같은 정보만을 CPM이라는 메시지에 담아 전송하는 것을 말한다. CPM의 헤더의 크기는 121byte이기 때문에 추가적으로 물체의 정보를 포함시킨다고 해도 센서 및 카메라 정보보다 매우 작은 정보량이기 때문에 네트워크 측면에서 많은 개선을 가져올 수 있다.

[5]는 [4]의 CPM 생성 규칙을 개선해 네트워크 부하를 기존 표준보다 줄이고자 한다. CPM의 정보량이 작아 네트워크 부하 측면에서 이점이 있지만 무분별하게 생성될 경우 이 또한 네트워크 부하를 증가시키는 것이기 때문에 인식한 물체의 이동 변화량에 따라 CPM을 생성하는 규칙을 제안한다.

[6]은 CPM에 포함시킬 인식한 물체 정보를 선별해 협업 인식 만족도를 높이는 기법을 제안한다. 또한 기존 CPM Broadcast 방식이 아닌 협업 인식 관계가 형성된 차량간 CPM을 전송 제안해 네트워크 부하를 감소시키는 기법을 제안한다. 이때 강화학습을 적용하여 제안하는 기법을 구현한다.

III. 결론

본 논문에서는 협업 인식의 필요성과 이에 따른 Dedicated Short Range Communication (DSRC) 및

Cellular-V2X (C-V2X)와 같은 Vehicle to Everything (V2X)기술의 필요성을 소개하였으며 협업 인식 구현 시 V2X 기술 측면에서의 이슈와 이를 해결할 수 있는 연구 동향을 분석하였다. 협업 인식 시 무선 네트워크 환경에서 정보를 공유하고 많은 데이터를 빠르게 처리해야하는 특성 때문에 협업 인식의 요구사항, 네트워크 부하 두 측면에 대해서 이슈를 도출하였으며 이를 논문과 표준에서 제안하는 방안을 통해 해결할 수 있음을 볼 수 있었다.

특히, 향후 연구로 CPM Broadcast로 인한 네트워크 부하 이슈를 RSU에서의 차량간 협업 인식 관계 형성 및 협업 인식 관계의 차량간 정보 공유 기법을 통해 해결한다. 또한 CPM 인식된 물체 정보로 인한 협업 인식 만족도 저하 이슈를 ETSI CPM 표준을 정확하게 반영한 물체 정보 선별 기법을 통해 해결한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(중견과제)의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A2C3006786).

참고 문헌

- [1] 임태호 “자율주행과 V2X 통신 기술 동향” 호서대학교
- [2] 3GPP Technical Report (TR) 37.985, Overall description of Radio Access Network (RAN) aspects for Vehicle-to-everything (V2X) based on LTE and NR, V16.0.0, July 2020.
- [3] Q. Chen, X. Ma, S. Tang, J. Guo, Q. Yang, and S. Fu "F-Cooper: Feature based Cooperative Perception for Autonomous Vehicle Edge Computing System Using 3D Point Clouds," *in Proc. ACM/IEEE Symposium on Edge Computing*, Arlington Virginia, November 2019.
- [4] ETSI Technical Report (TR) 103 562, Analysis of the Collective Perception Service (CPS), V2.1.1, December 2019.
- [5] G. Thandavarayan, M. Sepulcre, and J. Gozalvez, "Generation of Cooperative Perception Messages for Connected and Automated Vehicles," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 69, No. 12, pp. 16336-16341, December 2020.
- [6] J. Dong, Sikai Chen, P. Young J. Ha, Y. Li, S. Labi, "A DRL-based Multiagent Cooperative Control Framework for CAV Networks: a Graphic Convolution Q Network," *arXiv:2010.05437*, Oct 2020.