

사고 발생으로 인한 교통 체증의 완화를 위한 WAVE 기반 V2X 통신 시스템에 관한 연구

구석주, 김경태, 최신욱, 최지웅

대구경북과학기술원 정보통신공학전공

{tjrwn330, knight27.kim, lmy0829, jwchoi}@dgist.ac.kr

A Study on the WAVE-based V2X Communication System for the Mitigation of Traffic Congestion caused by Car Accidents

Seokjoo Koo, Kyungtae Kim, Sinuk Choi, and Ji-Woong Choi

Information and Communication Engineering Department,
Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology (DGIST)

요약

교통의 안전성과 효율성을 증진시키기 위해, 차량이 주위 차량/도로 인프라와 교통 정보를 교환하는 V2X (Vehicle-to-Everything) 통신에 관한 연구가 활발히 수행되어 왔다. 본 논문은 OMNET++, SUMO, 그리고 Veins 시뮬레이터를 사용하여 대구광역시의 부도심인 테크노폴리스의 도로 환경을 모델링하고 IEEE 802.11p/WAVE 기반 V2X 통신 시스템을 적용한다. 그런 다음, 특정 시간/도로에서 사고가 발생하게 만들어 고의로 교통 체증을 유발한 뒤, 평균 속력과 평균 주행 시간을 비교함으로써 V2X 통신 적용이 교통 혼잡도 완화에 도움이 됨을 보인다.

I. 서론

V2X(Vehicle-to-Everything) 통신은 차량이 다른 차량, 모바일 기기, 그리고 인프라 등의 사물과 정보를 교환하는 기술을 의미하며, 안전하고 편리한 자율 주행을 위한 필수 기술로 평가된다. IEEE는 2012년 V2X 기술의 대표주자 격인 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)의 표준화 작업을 완료했고, 802.11을 기반으로 5.9GHz 대역을 사용하는 802.11p를 표준으로 정했다[1].

본 논문에서는 IEEE 802.11p/WAVE에 기반한 V2X 통신을 실제 도로 환경에 적용했을 경우, 교통사고 등의 돌발 상황 발생 시 교통 혼잡도 완화에 미치는 영향을 road traffic 시뮬레이션을 통해 확인한다.

II. 본론

본 연구는 그림 1과 같이 OMNET++, SUMO(Simulation of Urban Mobility)[2], 그리고 Veins(Vehicles in Network Simulation)를 이용한 통합 시뮬레이션을 통해 수행하였다. 그림 2는 road network simulator인 SUMO를 활용하여 대구광역시의 부도심인 테크노폴리스의 도로 환경을 모델링 한 것이다. OSM(Open Street Map)을 사용해 도로의 큰 틀을 모델링 했으며, 신호등 배치와 도로 제한 속도 등의 환경 변수를 실 도로와 동일하게 반영했다. 배치되는 모든 차량들은 출발 지점 A에서 일정한 시간 간격으로 생성되어 대구광역시 도심으로 연결되는 도로인 도착 지점 B로 주행하며, 이는 최근 시간대에 테크노폴리스 공단에서 많은 차량이 대구 도심으로 빠져나감을 반영했다. 또한, 교통사고를 모사하기 위해 그림 1과 같이 시뮬레이션 시 차량 통행량이 많은 지점인 C1, C2를 사고 발생 지점으로 설정하여 각 지점에 각각 2대의 차량을 정차시켰다. 또한, OMNET++과 Veins를 사용해 IEEE 802.11p/WAVE 기반 V2X 통신을 통해 모든 차량의 OBU(On-Broad Unit)와 노변 기지국(Road Side Unit, RSU)이 정보를 교환할 수 있다. 기타 시뮬레이션의 환경 변수는 표 1에 정리되었다.

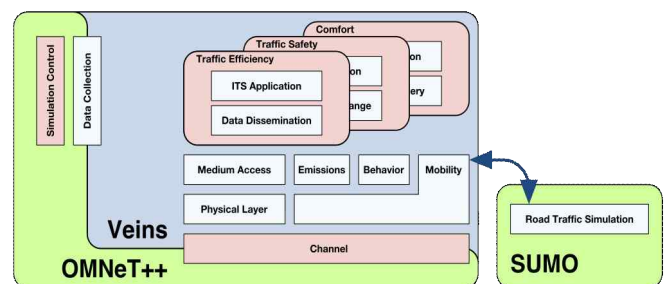


그림1. OMNeT++, SUMO, Veins framework [3]

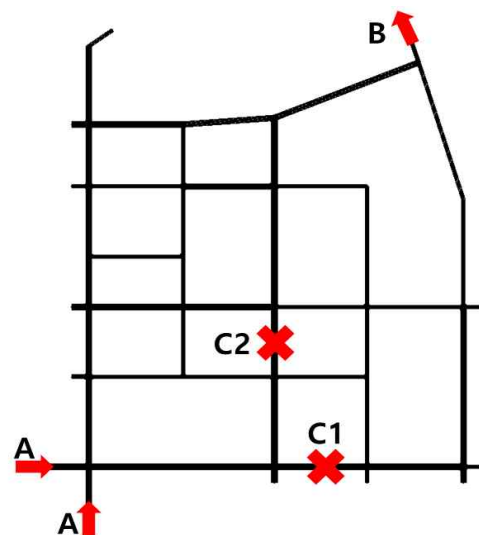


그림2. SUMO를 이용한 테크노폴리스 도로 모델링

시뮬레이션의 목표는 V2X 통신의 적용이 교통사고 등의 돌발 상황 발생 시 차량의 주행 경로를 재설정해 도로 혼잡도를 완화할 수 있음을 확인하는 것이다. 시뮬레이션은 3가지 경우로 수행되며, 각 경우 모든 차량은 SUMO의 Dijkstra 알고리즘을 사용해 A부터 B까지 최적의 주행 경로가

표1. 시뮬레이션 환경 변수

Parameter	Value
Number of vehicles	600 to 1,800 (by 200 vehicles each)
Speed limit	스쿨존 - 30km/h 일반도로 - 60km/h
BSM beaconing rate	1 Hz
Channel	CCH (CH178)
Vehicle input/output	A/B
Accident spot	C

입력된다. Case 1은 사고가 발생하지 않고 V2X 통신도 적용되지 않은 경우이며, Case 2는 C1, C2 지점에서 사고는 발생했으나 V2X 통신이 적용되지 않은 경우, 마지막으로 Case 3은 C1, C2 지점에서 사고가 발생했으며 V2X 통신이 적용되어 주행 차량의 경로가 재설정되는 경우이다. 원활한 시뮬레이션을 위해 운전자가 V2X 통신으로 교통 정보를 수신했을 때 최적의 판단을 한다고 가정한다.

V2X 통신을 이용한 주행 경로 재설정 과정은 다음과 같다. 먼저, 사고로 정지한 차량은 '주행 불능 상태'라는 정보와 '정지한 도로의 위치' 정보를 WSM(WAVE Short Message) 타입으로 CCH(Control Channel, CH178)으로 broadcast한다. RSU에서 주행 불능 차량에서 전송된 WSM을 수신하면, RSU는 주행 중인 타 차량에게 사고가 발생한 도로의 정보를 담은 BSM(Basic Short Message) 타입의 메시지를 1 Hz 주기로 CCH를 통해 broadcast한다. 앞서 운전자가 항상 최적의 판단을 한다고 가정했기에, 정상 주행 차량은 RSU로부터 전송된 메시지를 수신한 이후 사고가 발생한 도로를 통과하지 않으며, B 지점으로 향하는 다른 경로로 주행한다. 이는 시뮬레이터에서 사고가 발생한 도로를 통과했을 때의 예상 주행시간을 무한대에 가깝게 조정함으로 수행된다.

그림 3과 그림 4는 그림 2의 도로 모델링을 바탕으로 A에서 B까지 주행한 모든 차량들의 평균 속력과 평균 주행 시간을 나타낸다. 두 그래프 모두 C1 및 C2 지점에서 사고가 발생하지 않은 Case 1이 차량 대수에 무관하게 가장 빠른 평균 속력으로 A에서 B로 주행함을 보인다. Case 1과 Case 2-3을 비교해보면, 교통사고가 발생한 경우 차량들의 평균 속력이 감소하고 평균 주행 시간이 늘어남이 확인된다. 이는 앞서 모사한 교통사고 상황이 시뮬레이션에 잘 반영되었음을 보인다. Case 2와 Case 3을 비교해보면, V2X 통신이 적용되어 차량의 경로를 재설정하는 경우 V2X 통신이 적용되지 않았을 때에 비해 차량 대수와 무관하게 항상 평균 속력이 증가하고 평균 주행 시간이 감소함을 확인할 수 있었다. 따라서 V2X 통신 적용이 교통 혼잡도 완화에 긍정적인 역할을 할 수 있음을 알 수 있다.

III. 결론

본 논문은 도로 환경/네트워크 시뮬레이터를 사용하여 대구광역시의 부도심인 테크노폴리스에 WAVE 기반 V2X 통신을 적용했다. 사고 발생 시 RSU에서 사고 발생한 도로 정보를 모든 차량에게 broadcast하여, 각 차량이 사고 차량을 피해 가도록 경로를 재설정하는 시뮬레이션 시나리오를 구성했다. 그런 다음, 사고 발생 시 V2X 통신의 적용 유무에 따른 차량의 평균 속력과 평균 주행 시간을 비교했다. 시뮬레이션 결과를 통해, V2X 통신의 적용이 사고가 발생했을 때 다른 차량의 평균 속력이 감소되는 정도를 줄임으로써 V2X 통신 미적용 환경에 비해 교통 혼잡도가 완화됨을 확인했다.

추후에는 기존 시나리오를 확장하여 여러 지점에 사고가 발생했을 시

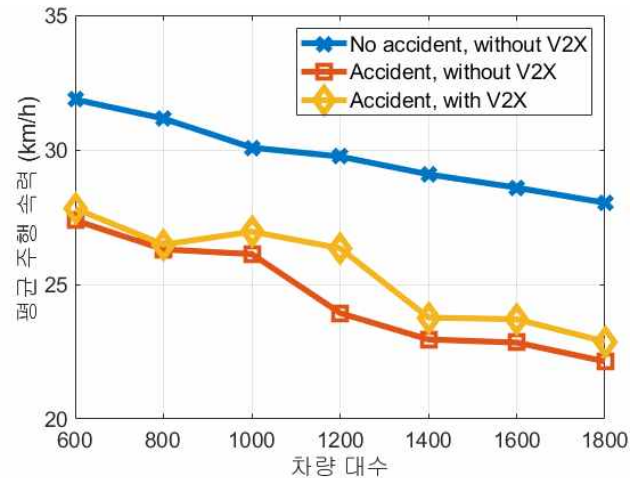


그림3. 평균 주행 속력

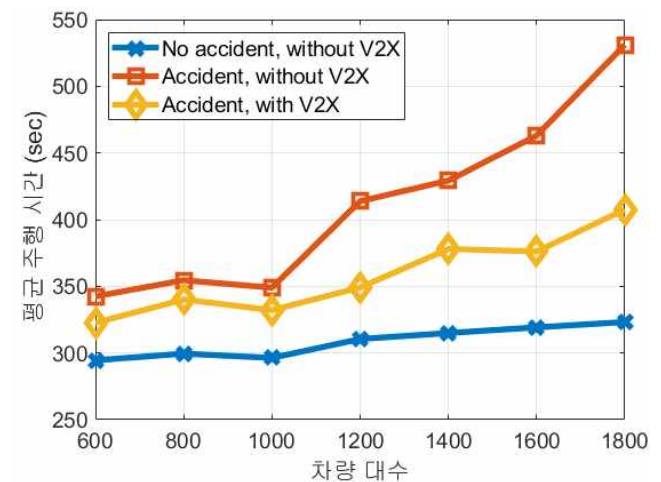


그림4. 평균 주행 시간

V2X 통신의 적용에 따른 교통 혼잡도 개선 효과를 분석할 예정이다. 아울러 동일한 도로 환경에서 다른 V2X 통신 방식인 C-V2X(Cellular V2X)를 적용하여, 교통 혼잡도 관점에서 WAVE와 C-V2X의 성능을 비교해 볼 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 DGIST 일반사업의 지원(No. 20-CoE-IT-01)과 정보통신기획평가원의 지원(No. 2019-0-01348)을 받아 수행된 연구입니다.

참 고 문 헌

- [1] J. B. Kenney, "Dedicated Short-Range Communications (DSRC) Standards in the United States," *Proceedings of the IEEE*, vol. 99, no. 7, pp. 1162-1182, Jul. 2011.
- [2] P. A. Lopez et al., "Microscopic Traffic Simulation using SUMO," *2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Maui, HI, 2018, pp. 2575-2582.
- [3] C. Sommer, R. German and F. Dressler, "Bidirectionally Coupled Network and Road Traffic Simulation for Improved IVC Analysis," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 10, no. 1, pp. 3-15, Jan. 2011.