

VANET의 네트워크 단절을 최소화하기 위한 차량 밀도 기반 RSU 배치 기법

차시호

청운대학교 멀티미디어학과

e-mail:shcha@chungwoon.ac.kr

A Vehicle Density Based RSUs Deployment Scheme for Minimizing Network Disconnection of VANETs

Si-Ho Cha

Dept. of Multimedia Science, Chungwoon University

요 약

VANET(Vehicular Ad hoc Networks)에서 RSU(Road Side Units)는 도로변에 설치되는 고정 통신장치이다. VANET에서 RSU는 도로상의 차량들을 백본 네트워크로 연결하고, 차량들 간에 정보를 교환할 수 있는 네트워크 서비스를 제공한다. VANET은 차량 밀도가 낮은 도로의 경우에는 차량들 간의 통신을 수행할 수 없으며, 이 경우에는 RSU를 통해 네트워크 커버리지와 연결성 유지할 수 있다. 따라서 최적의 RSU 배치 기법은 VANET의 핵심 주제들 중 하나이다. 본 논문은 교통사고 발생과 같은 긴급 메시지를 전달할 수 있도록 네트워크의 단절을 최소화 하는 RSU 배치 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안한 RSU 배치 기법은 차량의 밀도에 반비례하게 RSU를 배치한다. 차량의 밀도가 높은 도로에서는 차량들 간 V2V 통신이 이루어지지만, 차량 밀도가 낮은 도로에서는 V2V 통신이 불가능하여 네트워크 단절이 발생하기 때문이다. ns-2를 사용한 시뮬레이션을 통해 특정 밀도에서 RSU의 개수에 따른 긴급 메시지의 전달율(%)을 구하였다.

1. 서론

VANET(Vehicular Ad hoc Networks)[1]의 주요 구성요소들은 도로를 달리는 차량들과 도로변에 설치되는 RSU(Road Side Unit)이다. RSU는 도로변이나 보행자 통로를 따라 설치되는 무선 통신 트랜시버(transceiver)이다. RSU는 자신의 통신 범위 내에서 도로를 달리는 차량에 탑재된 OBU(On Board Unit)로 데이터를 브로드캐스팅하거나 OBU와 데이터를 교환하는 역할을 수행한다[2]. 또한, RSU는 VANET을 인터넷과 같은 백본 망으로 연결하는 역할도 수행할 수 있다. VANET의 네트워크 연결은 차량들 간의 통신을 수행하는 V2V(Vehicle to Vehicle)와 차량들과 RSU들 간의 통신을 수행하는 V2I(Vehicle to Infrastructure)로 성취된다. 고속도로나 심야의 시간 등 도로 상의 차량들의 밀도가 현저히 낮은 경우에는 V2V 통신이 불가능하며, 이때 도로변의 RSU에 의한 V2I 통신이 이러한 네트워크 연결성의 문제를 극복할 수 있다. 이러한 VANET의 특성상 차량 밀도가 낮은 도로에서의 네트워크 성능에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 도로변에 설치되는 RSU의 수와 각 RSU의 무선 커버리지(coverage)이다.

이러한 차량 밀도가 낮은 환경에서 네트워크 단절 없이 차량들과 RSU들 간의 V2I 통신을 가능하게 하는 가장 좋은 방법은 충분한 양의 RSU를 통신 범위가 오버랩(overlap)되도록 배치하는 것이다. 그러나, RSU를 배치하는데 소요되는 막대한 비용으로 인해 많은 수의 RSU를 도로변에 설치할 수 없다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위하여 네트워크의 단절을 최소화 유지시킬 수 있도록 차량의 밀도에 기반한 RSU 배치 기법에 대하여 기술한다.

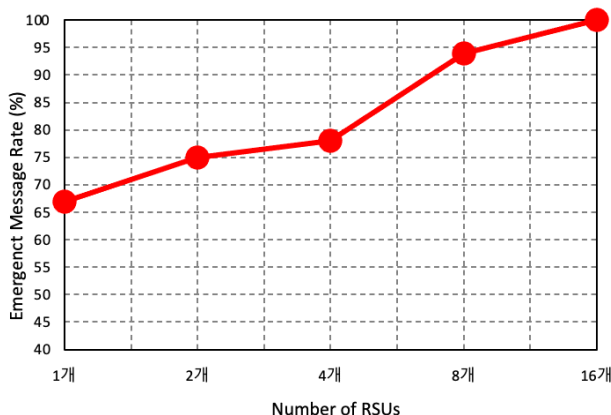
2. 밀도 기반 RSU 배치 기법

일반적으로 VANET에서 RSU의 배치 비용을 최소화하기 위해서는 인터넷 액세스가 가능한 특정 지역에 한해 그룹화하여 배치하는 방식을 택한다. 또한, VANET의 커버리지 영역을 최대한으로 하기 위해서는 RSU를 균등하게 배치하는 방법을 택한다. 그러나, 이러한 방법들은 차량들에 대한 밀도를 고려하지 않기 때문에 교통사고와 같은 긴급한 데이터 전달 시 요구되는 실시간 전달을 만족시키지 못할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 차량의 밀도(차량의 수/km²)에 비례하여 RSU를 배치하는 방법을 제안한다. 차량의 밀도는 지역에 따라 상당한 차이를 갖는다. 즉 도심 주요 도로와 도시 외곽 도로 간에는 상당한 차량

밀도차가 발생한다. 차량의 밀도가 높은 지역에서는 차량들 간에 V2V 통신을 통해 네트워크의 연결성이 높아지지만, 차량의 밀도가 낮은 지역에서는 차량들 간에 V2V 통신이 어려워짐으로써 네트워크 단절이 자주 발생한다. 따라서 본 논문에서 제안한 RSU 배치 기법은 차량의 밀도가 낮은 지역에 더 많은 RSU를 배치함으로써 네트워크의 연결성을 높이려 한다. 즉, 본 논문에서 제안한 RSU 배치 기법을 사용할 경우, 어떤 도시에 50개의 RSU를 배치하고자 할 경우, 그 도시의 특정 지역의 차량 밀도가 약 60% 정도인 지역은 RSU의 40%인 20개의 RSU만 배치하고, 나머지 30개의 RSU는 나머지 차량 밀도가 낮은 지역에 배치하는 것이다.

3. 시뮬레이션

시뮬레이션은 ns-2 시뮬레이터를 사용하며, MAC 계층은 IEEE 802.11p 표준을 사용한다. 차량들은 주기적으로 긴급 메시지를 보내는 차량들과 주기적으로 자신의 위치와 속도를 비콘으로 전송하는 차량들로 구성한다. MAC 계층에서 긴급 메시지가 비콘 메시지보다 더 우선적으로 처리되도록 하기 위해 긴급 메시지가 비콘 메시지보다 더 높은 우선순위를 갖게 한다. 또한 긴급 메시지를 받은 차량은 주변 차량들에게 이 메시지를 전파하고, 비콘 메시지는 전파하지 않도록 한다. RSU는 차량들로부터 받은 이러한 긴급 메시지를 다른 RSU나 자신의 통신 범위내의 차량들에게 전파하도록 한다. 시뮬레이션은 300초 동안 20회 실행하여 이들을 평균하여 결과를 얻었다. [그림 1]은 차량의 밀도가 25대/km²일 때 RSU의 배치 개수에 따른 긴급 메시지의 전달율(%)을 보인 것이다. 이 결과에서 알 수 있듯이 2km*2km영역에서 차량의 밀도가 면적당 25대인 경우에는 16개의 RSU가 배치되어야 100%의 긴급 메시지 전달율을 얻을 수 있다.



[그림 1] 차량의 밀도가 25대/km²일 때 RSU의 개수에 따른 긴급 메시지 전달율(%)

4. 결론

본 논문에서는 교통사고와 같은 긴급 상황 발생 시 빠른 긴급 메시지 전파가 가능하도록 하기 위해 VANET의 네트워크 단절을 최소화하기 위한 RSU 배치 기법에 대하여 기술하였다. 본 논문에서 기술한 RSU 배치 기법은 차량의 밀도에 반비례하게 RSU를 배치한다. 차량의 밀도가 높으면 차량들 간의 V2V 통신을 통해 긴급 메시지가 전파될 수 있지만, 차량의 밀도가 낮으면 V2V 통신이 불가능해 이에 대한 정보를 전달할 수 없기 때문에 이러한 차량의 밀도가 낮은 지역에 더 많은 RSU를 배치하여 VANET의 네트워크 단절을 최소화할 수 있음을 보였다.

참고문헌

- [1] W. Liang, Z. Li, H. Zhng, S. Wang, R. Bie, "Vehicular Ad Hoc Networks: Architectures, Research Issues, Methodologies, Challenges, and Trends", International Journal of Distributed Sensor Networks, Vol. 2015, Article ID 745303, pp. 1-11, 2015.
- [2] FHWA-JPO-20-804, "Connected Vehicle Deployment Technical Assistance, Roadside Unit (RSU) Lessons Learned and Best Practices", Final Report, U.S. Department of Transportation, May 2020.
- [3] B. Aslam, C. Zou, "Optimal Roadside Units Placement along Highways", The 8th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference, pp. 814-815, 2011.
- [4] R. J. Mousa, A. Huszak, M. A. Salman, "Enhancing VANET Connectivity through a Realistic Model for RSU Deployment on Highway", Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1804, pp. 1-7, 2021.
- [5] M. Ge, Y. Chung, "Efficient Deployment of RSUs in Smart Highway Environment", International Journal of Advanced Smart Convergence, Vol. 8, No. 4, pp. 179-187, 2019.
- [6] N. M. Dalouchzahi, M. Fathy, A. Akbari, "A Graph-based Model for RSUs Deployment in Vehicular Networks by Considering Urban and Network Limitations and QoS Requirements of Service Advertisement and Discovery", KSII Transactions on Internet and Information Systems, Vol. 9, No. 5, pp.1662-1681, May 2015.