

# VANET 환경에서 안전 데이터 배포를 위한 다중 RSU 스케줄링

## Multiple RSU Scheduling for Disseminating Safety Messages in VANET

홍 승 완, 차 재 흥, 임 종 태, 복 경 수, 유 재 수  
충북대학교 정보통신공학과

Seungwan Hong, Jaehong Cha, Jongtae Lim,  
Kyoungsoo Bok, Jaesoo Yoo  
Department of Information and Communication  
Engineering, Chungbuk National University

### 요약

VANET에서 다수의 운전자에 요구한 정보 또는 특정 정보를 다수의 사용자에게 전달하기 위해 RSU(Road Side Units)를 사용한다. 본 논문에서는 다수의 RSU를 이용하여 안전 데이터를 효과적으로 전송하기 위한 스케줄링을 기법을 제안한다. 제안하는 스케줄링 기법은 RSU의 부하 상태를 파악하고 RSU들 사이에 안전 데이터를 배포할 수 있도록 한다. 또한, 안전 데이터를 이웃한 RSU에 전송하여 안전 데이터 수신율을 향상시킨다.

## I. 서론

VANET(Vehicular Ad-hoc NETWORKS)는 이동하는 차량들 사이에 무선 통신을 연결하여 에드혹 네트워크를 구축하고 교통 정보, 파일 전송, 위치 주변 등의 정보를 제공한다[1]. VANET은 MANET에 비해 빠르게 이동하는 차량을 대상으로 서비스를 제공하기 때문에 네트워크 토폴로지가 급격하게 변화되어 MANET에서 제공하는 데이터 전송 및 라우팅 기법을 직접 사용하는 것이 어렵다.

일반적으로 VANET 통신 방식은 I2V(Infrastructure To Vehicle)와 V2V(Vehicle To Vehicle)로 구분된다. I2V는 도로에 설치된 RSU를 이용하여 요구 기반 정보, 실시간 교통 정보, 교통 사고 정보 등을 제공한다. RSU의 통신 범위가 제한적이며 고정된 대역폭에서 다양한 정보를 제공해야 하기 때문에 단일 RSU를 이용하여 서비스를 제공할 경우 RSU 통신 범위 내에서 원하는 정보를 수신하지 못하는 데드라인 실패가 발생한다. 특히, 안전 데이터는 차량이 해당 정보를 수신하지 못할 경우 추가적인 피해가 발생할 수 있다.

다수의 RSU를 이용하여 안전 데이터를 효과적으로 배포하기 위한 협업 스케줄링 기법을 필요하다. [2]에서는 RSU의 부하 상태를 파악하여 차량의 요청을 다른 RSU에게 전송하는 기법을 제안하였다. [2]에서는 RSU들 사이의 위치를 고려하여 작업 부하가 발생한 RSU에서 처리해야 할 데이터를 이웃한 RSU에게 전송하여 처리하도록 한다. RSU는 데드라인, 요청 수, 데이터의 크기를 고려하여 전

송할 데이터에 대한 우선 순위를 부여하는 DSIN을 이용하여 스케줄링한다. [3]에서는 RSU들 간의 부하 균형을 맞추어 다수의 차량 요청의 제공할 수 있도록 하는 스케줄링 기법을 제안하였다. Manhattan mobility model을 사용하여 차량의 이동을 예측하고 RSU의 부하로 인해 데드라인 실패가 발생할 것 같은 요청은 이웃한 RSU에게 전달한다.

본 논문에서는 다수 RSU를 백본 유선망을 통해 연결하고 안전 데이터를 배포하기 위한 스케줄링 기법을 제안한다. 제안하는 스케줄링 기법은 RSU 부하를 파악하고 RSU의 부하로 인해 데이터 배포가 어려운 경우 이웃한 RSU와의 협업을 통해 안전 데이터를 배포한다. 또한, 안전 데이터에 대한 데드라인 실패를 최소화하기 위해 이웃한 RSU에서 안전 데이터를 미리 전송하도록 한다.

## II. 제안하는 RSU 스케줄링 기법

### 1. 안전 데이터 스케줄링 고려 사항

RSU에서 안전 데이터를 배포하기 위해 데드라인, 데이터 크기, 수신율을 고려할 수 있다. 데드라인은 단일 RSU 스케줄링에서 사용한 것과 마찬가지로 차량이 안전 데이터와 관련된 위치에 도달하는 시간 즉, 사고 또는 위험 지역에 도달하기 전까지의 시간이다. 안전 데이터  $i$ 에 대한 데드라인  $d_{ij}$ 는 식(1)과 같다. 이때,  $l_{ij}$ 는 차량  $j$ 로부터 안전 데이터와 관련된 위치까지의 거리,  $v_{ij}$ 는 차량의 속도를 나타낸다.

$$dl_{ij} = \begin{cases} \frac{l_{ij}}{v_{ij}}, & \text{if } i \text{가 } j \text{의 이동 방향에 존재할 경우} \\ \infty, & \text{if } i \text{가 } j \text{가 이동 방향에 존재하지 않을 경우} \end{cases} \quad (1)$$

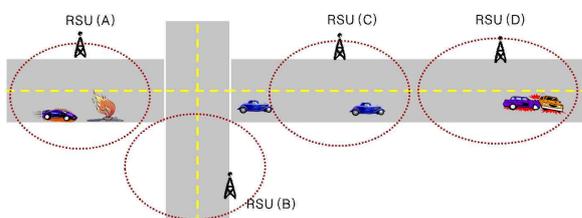
데이터 크기는 안전 데이터에 대한 메시지 크기로 크기가 작을수록 동일한 대역폭 내에서 많은 데이터를 배포할 수 있다. 비안전 데이터는 제공하는 정보 유형에 따라 그 크기가 다양할 수 있다. 그러나 안전 데이터는 대부분 고정된 크기의 정보이기 때문에 RSU 스케줄에 가장 작은 영향을 미친다. 즉, 스케줄링을 위한 우선 순위에 많은 영향을 미치지 않는다.

제안하는 기법은 특정 RSU에서 전송해야 할 안전 데이터를 이웃한 RSU에게 전송한다. 이러한 과정을 통해 부하가 적은 RSU는 다음 RSU에서 전송해야 할 안전 데이터를 미리 차량에게 전송할 수 있다. 또한, 차량은 계속적으로 이동하기 때문에 RSU에서 이미 배포한 안전 데이터를 수신하지 못한 차량이 발생한다. 제안하는 기법에서는 단일 RSU 내에서 안전 데이터를 수신한 차량의 비율인 수신율을 고려한다. RSU  $i$ 에서 안전 데이터  $j$ 에 대한 수신율  $rr_{ij}$ 은 식(2)와 같다. 이때,  $c_i$ 는 RSU  $i$ 의 통신 범위에 존재하는 차량의 수이고  $r_i$ 은 안전 데이터  $i$ 를 수신 받은 차량의 수이다.

$$rr_{ij} = \frac{r_i}{c_i} \quad (2)$$

## 2. 다중 RSU 협업을 통한 스케줄링

제안하는 기법에서는 특정 RSU 내에서 안전 데이터가 발생할 경우 이웃한 RSU에 안전 데이터를 전송하여 다른 RSU 내에 존재하는 차량들이 다른 RSU 내에서 발생한 안전 데이터를 수신할 수 있도록 한다. 예를 들어, 그림 1과 같이 RSU D에서 안전 데이터가 발생했다면 RSU D 방향으로 이동하는 차량이 존재할 수 있는 RSU A와 RSU B에게 안전 데이터를 전송한다. 만약 RSU A와 RSU B에 부하가 발생하지 않았다면 RSU D에서 발생한 안전 데이터를 차량들에게 배포한다.



▶▶ 그림 1. 안전 데이터 전송 예제

안전 데이터는 반드시 전송해야 할 데이터이기 때문에 최대한 데드라인 실패가 발생하지 않아야 한다. 또한, 안전 데이터는 특정 시간 동안 계속적으로 배포해야 하기 때문에 수신율을 고려해야 한다. 제안하는 기법은 RSU가

한번에 전송할 데이터를 item\_queue에 저장한다. 그림 2는 다중 RSU 협력을 통해 안전 데이터를 배포하기 위한 스케줄링 과정을 나타낸 것이다. item\_queue의 크기를 50이라 가정하고 RSU(A)에서 생성된 안전 데이터는 s2, s1, s3이고 RSU(D)에서 생성된 안전 데이터가 s6, s9라 하자. 데드라인 실패를 최소화하는 데드라인을 기준으로 하여 정렬을 수행하고 각 데이터에 대한 수신율과 데이터 크기를 기준으로 정렬을 수행한다. s6, s9는 수신율이 s2, s1, s3보다 작지만 데드라인이 더 크기 때문에 item\_queue에 여유 공간이 있을 때 추가한다. 그림 1과 같이 RSU(A)에서 발생한 데이터 s2, s1, s3가 item\_queue에 저장하고 여유 공간이 있을 경우 RSU(D) 발생한 s6도 item\_queue에 저장하여 차량에게 전송한다. 최종적으로 전송할 데이터는 s2, s1, s3, s6이다.



▶▶ 그림 2. 안전 데이터에 대한 스케줄링

## III. 결론

본 논문에서는 다중 RSU 협업을 통해 차량에게 안전 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 스케줄링 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 RSU들 사이에 부하 균형 맞추고 효율적인 안전 데이터를 전송한다. 향후 연구로 제안하는 기법의 우수성을 보이기 위해 다양한 환경에서 성능 평가를 수행 할 예정이다.

## ■ 참고 문헌 ■

- [1] H. T. Cheng, H. Shan, and W. Zhuang, "Infotainment and Road Safety Service Support in Vehicular Networking: From a Communication Perspective," Mechanical Systems and Signal Processing, Vol.25, No.6, pp.2020-2038, 2011
- [2] Y. Gui and E. Chan, "A Motion Prediction Based Cooperative Scheduling Scheme for Vehicle-Roadside Data Access," Proc. International Conference on Networking and Information Technology, pp.195-204, 2011
- [3] G. G. Md. Nawaz Ali and E. Chan, "Co-operative data access in multiple Road Side Units (RSUs)-based Vehicular Ad Hoc Networks(VANETs)," Proc. Australasian Telecommunication Networks and Applications Conference, pp.1-6, 2011