

차량 애드혹 네트워크 기반 V2V와 V2I 통신을 사용한 시내 도로에서의 교통 체증 관리

류 민 우*·차 시 호**

Traffic Congestion Management on Urban Roads using Vehicular Ad-hoc Network-based V2V and V2I Communications

Ryu, Minwoo·Cha, Si-Ho

〈Abstract〉

The nodes constituting the vehicle ad hoc network (VANET) are vehicles moving along the road and road side units (RSUs) installed around the road. The vehicle ad hoc network is used to collect the status, speed, and location information of vehicles driving on the road, and to communicate with vehicles, vehicles, and RSUs. Today, as the number of vehicles continues to increase, urban roads are suffering from traffic jams, which cause various problems such as time, fuel, and the environment. In this paper, we propose a method to solve traffic congestion problems on urban roads and demonstrate that the method can be applied to solve traffic congestion problems through performance evaluation using two typical protocols of vehicle ad hoc networks, AODV and GPSR. The performance evaluation used ns-2 simulator, and the average number of traffic jams and the waiting time due to the average traffic congestion were measured. Through this, we demonstrate that the vehicle ad hoc-based traffic congestion management technique proposed in this paper can be applied to urban roads in smart cities.

Key Words : VANET, Vehicular Ad hoc Network, Traffic Management, AODV, GPSR

I. 서론

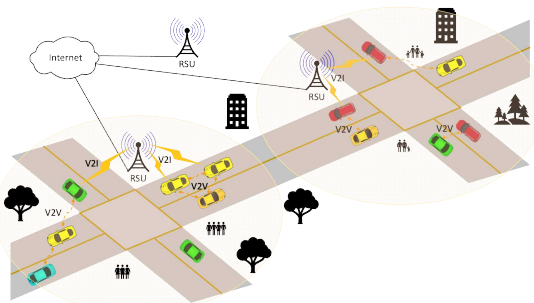
최근 급속도로 증가하고 있는 차량에 의해 도로에서의 교통 체증이 빈번히 발생하고 있으며, 이로 인한 교통사고, 환경 오염, 과도한 연료소비 등과 같은

다양한 문제점들이 발생하고 있다. 본 논문은 차량 애드혹 네트워크(VANET, Vehicular Ad-hoc Networks)를 활용하여 이러한 교통 체증의 문제를 해소하기 위한 방법을 제안한다. 차량 애드혹 네트워크[1-3]는 차량 간 통신(V2V, Vehicle to Vehicle), 차량과 인프라 간 통신(Vehicle to Infrastructure) 등을 통해 승객 및 운전자의 안전과 다양한 엔터테인먼트

* 현대자동차 자동차부분 연구개발본부 책임연구원(제1저자)

** 청운대학교 멀티미디어학과 교수(교신저자)

서비스를 제공해 줄 수 있는 기술이다[4]. 차량 애드혹 네트워크를 구성하는 노드는 <그림 1>과 같이 도로를 따라 이동하는 차량들과 도로 주변에 설치된 노변 장치(RSU, Road Side Unit)들이다. 주변 차량 간 통신(V2V)과 차량과 차량 주변의 RSU 간의 통신(V2I)은 모두 802.11p WAVE 표준으로 알려진 DSRC(Dedicated Short Range Communications)[4]를 사용한다. 도로변에 설치된 RSU와 차량에 탑재된 단말기(OBU, On Board Unit)는 DSRC를 사용하여 단거리 통신을 수행한다. DSRC는 V2I 양방향 근거리 통신(100m 통신 거리 이하), 일 대 다의 통신 기능, LOS(Line of Sight)를 유지할 수 있는 통신 환경 등의 특징을 가지고 있다[5, 6]. 최근에는 V2I를 위해 5G GSM 네트워크 기술이 적용되고 있다[7].



<그림 1> 차량 애드혹 네트워크 구조

차량 애드혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜은 지리적(geographic) 라우팅과 토폴로지기반(topology-based) 라우팅으로 나눌 수 있다. 토폴로지기반 라우팅은 다시 프로액티브(proactive) 라우팅과 리액티브(reactive) 라우팅으로 나눌 수 있다. 프로액티브 라우팅은 통신 요청과 상관없이 항상 라우팅 정보를 유지하고 있어야 한다. 따라서 라우팅 정보를 얻기 위한 제어 패킷들이 끊임없이 브로드캐스트된다. 이러한 특성으로 프로액티브 라우팅은 지연 없는 통신이 가능함에도 불구하고 좋은 성능을 발휘하지 못한다. 차

량 애드혹 네트워크를 구성하는 차량들은 매우 빠른 속도로 이동하기 때문에 토폴로지가 빈번히 변경되며, 이로 인해 라우팅 정보를 유지하는데 너무 큰 오버헤드가 발생한다. 리액티브 라우팅 프로토콜은 데이터 전송이 필요한 경우에만 목적지까지의 라우팅 경로를 찾게 된다. 이러한 특성으로 인해 리액티브 라우팅 프로토콜은 요구기반 라우팅 프로토콜이라 한다. 가장 대표적인 리액티브 라우팅 프로토콜은 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector)이다. 지리적 라우팅 프로토콜은 토폴로지기반 라우팅 프로토콜과 달리 라우팅 정보를 유지하지 않고, 이웃 노드들에 대한 정보를 사용해 패킷을 전달한다. 차량 애드혹 네트워크는 차량들의 빠른 이동 속도와 다양한 이동 방향으로 인해 빈번한 토폴로지 단절이 발생한다. 이로 인해 지리적 라우팅 프로토콜이 토폴로지기반 라우팅 프로토콜보다 더 적합하다. 가장 대표적인 지리적 라우팅 프로토콜은 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing)이다. 따라서 본 논문에서는 차량 애드혹 네트워크를 구성하는 V2V와 V2I 통신을 활용한 교통 체증 관리 방법을 기술하고, 차량 애드혹 네트워크의 대표적인 두 라우팅 프로토콜인 AODV와 GPSR을 활용하여 시내 도로 환경에서의 활용 가능성을 ns-2 시뮬레이터를 사용해 시험하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 차량 애드혹 네트워크에서 트래픽 관리를 위해 사용할 AODV와 GPSR 프로토콜의 동작 방식에 대해 간략히 기술한다. 3장에서는 차량 애드혹 네트워크를 통해 트래픽을 관리하기 위한 방법을 기술하고, AODV와 GPSR을 적용하는 방법에 대하여 기술한다. 4장에서는 3장에서 기술한 두 방법들에 대한 성능평가를 기술한다. 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대하여 기술한다.

II. 관련 연구

도시의 인구 증가와 자동차의 증가로 인해 주요 교통 지점에서의 교통 체증이 빈번히 발생하고 있다. 차량의 증가 외에 교통 체증이 발생하는 주요 이유는 도로 상에서의 사고 발생이나 교통 신호등이 교통량과 연동되지 않아 발생하며, 이러한 교통 체증은 연쇄 작용을 일으켜 체증 해소에도 오랜 시간이 요구된다. 이에 본 논문에서는 차량 애드혹 네트워크를 활용하여 교통 체증을 완화하기 위한 방안을 기술하고자 한다. 이를 위해 V2V 통신과 V2I 통신을 활용하며, 차량 애드혹 네트워크의 주요 두 프로토콜인 AODV와 GPSR를 활용하여 성능을 평가한다.

AODV 라우팅 프로토콜은 라우팅 경로를 생성하기 위한 패킷 플러딩(flooding)을 최소화하기 위해 패킷의 시퀀스 번호를 사용한다. AODV에서 소스 노드는 경로 탐색을 위해 RREQ(Route Request) 패킷을 인접 노드들에게 브로드캐스팅하고, 인접 노드들은 자신의 이웃 노드들에게 다시 RREQ 패킷을 브로드캐스팅하여 목적지까지의 경로를 탐색한다. 이러한 RREQ 패킷의 전달은 RREQ 패킷이 목적지 노드나 새로운 경로 정보를 가진 중간 노드에 도달할 때까지 계속적으로 발생한다. RREQ 패킷을 받은 목적지 노드나 해당 중간 노드는 처음으로 RREQ 패킷이 수신된 경로를 따라 소스 노드로 RREP(Route Reply) 패킷을 보낸다. 소스 노드가 이 RREP 패킷을 받게 되면 그 패킷이 수신된 경로로 라우팅 경로를 설정하고 데이터 패킷을 전송하게 된다.

GPSR 라우팅 프로토콜은 주변 노드들의 위치 정보를 활용하여 목적지 노드에 가장 근접한 노드로 데이터를 전송한다. 따라서 GPSR 프로토콜은 주변 노드들에 대한 위치 정보를 모두 알아야한다. GPSR 프로토콜은 패킷 전송시 탐욕 모드와 복구 모드를 갖는다. GPSR 프로토콜의 탐욕 모드에서는 목적지 노드와 가장 가까운 노드를 선정해서 패킷을 전송함으로 인해

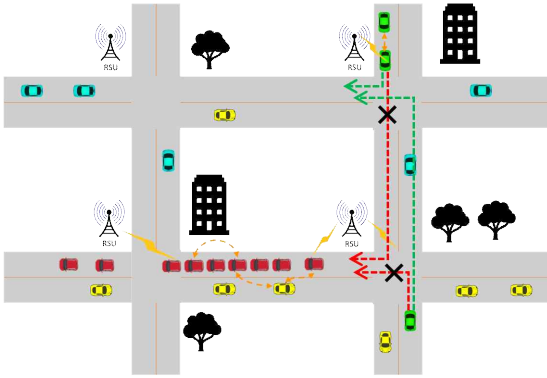
자신보다 더 목적지 노드에 가까운 이웃 노드를 발견하지 못하는 경우 로컬 맥시멈(local maximum)이 발생한다. 이러한 GPSR 프로토콜의 탐욕 모드에서 로컬 맥시멈이 발생하면 복구 모드가 사용된다. GPSR의 복구 모드는 로컬 맥시멈을 피하기 위해 좌회전 방향 전송을 수행한다. 이러한 우회 전송은 로컬 맥시멈이 발생한 노드에서의 목적지 노드까지의 거리보다 더 가까운 노드를 만날 때까지 계속된다. 이 조건이 만족되면 GPSR은 다시 탐욕 모드로 전송을 시작한다.

III. V2V와 V2I를 사용한 교통 체증 관리 방법

3.1 교통 체증 검출 및 관리 기법

본 논문에서 제안한 교통체증 검출 및 관리 기법은 RSU가 주요 교통 요지에 배치되어 있으며, 메모리와 컴퓨팅 기능을 가지고 있다고 가정한다. 또한 모든 차량은 GPS 장비를 가지고 있어서 자신의 위치정보를 검출할 수 있다고 가정한다. 교통 체증이 발생하면 교통 체증이 발생한 곳으로부터 가장 가까운 RSU가 교통 체증의 발생 여부를 검출하게 되고, 이 정보를 자신의 통신 범위 내에 있는 차량들에게 교통 체증의 위치와 가장 적은 교통을 갖는 대체 경로에 대한 정보를 알려준다. 이러한 교통 체증과 대체 경로에 대한 정보는 V2I 통신과 V2V 통신을 통해 다른 위치에 있는 RSU들에게도 전송된다.

<그림 2>는 본 논문에서 제안한 V2V와 V2I를 사용한 교통 체증 관리 기법을 설명한 예로, 좌측 하단 교차로에서 교통 체증이 발생한 시나리오이다. <그림 2>와 같이 좌측 하단 교차로에서 교통 체증이 발생하면, 이 정보는 근처의 RSU에 의해 인근 모든 차량들에게 전달되고 인접한 교차로의 RSU들에게도 전달된다. 이로 인해 교통 체증이 발생한 좌측 하단 교차로



<그림 2> V2V와 V2I를 사용한 교통 체증 관리 예

방향으로 진행할 예정이었던 차량들이 통행이 수월한 대체 경로로 이동 경로를 변경할 수 있도록 한다.

3.2 알고리즘 설계

<표 1>은 본 논문에서 제안한 교통 체증 관리 기법을 기술하기 위한 심볼들을 정의한 것이다.

<표 1> 심볼 표기

심볼	정의
T_i	임의의 특정 시간
$S_i D_i$	T_i 시간에 도로 S_i 의 밀집도
$S_i N_i$	T_i 시간에 도로 S_i 의 차량의 수
$S_i L_i$	T_i 시간의 도로 S_i 의 길이
$S_i V_i$	도로 S_i 의 각 차량
$S_i R S U_i$	도로 S_i 의 각 RSU 장치
$S_i A V$	도로 S_i 의 차량들의 평균 속도
$S_i V S$	도로 S_i 의 V_i 속도
$S_i V L$	도로 S_i 의 V_i 위치
$S_i V D$	도로 S_i 의 V_i 이동 방향
$S_i C D$	도로 S_i 의 교통 체증 발생 여부
$S_i C L$	도로 S_i 의 교통 체증 발생 위치

본 논문에서 제안한 V2V와 V2I를 사용한 교통 체증 관리 방법은 RSU로부터 시작한다. 즉, RSU는 교

통 체증의 판별을 위해 자신의 통신 범위 내로 진입하는 각 차량들에 대하여 속도, 위치, 이동방향에 대한 정보를 얻기 위한 라우팅을 시작해야 한다. <표 2>는 본 논문에서 제안한 방법에 대한 교통체증 관리 알고리즘이다. 모든 RSU는 자신의 통신 범위 내에 진입하는 차량들에게 자신의 속도, 위치, 이동방향 정보를 요청한다. 해당 요청을 받은 차량들은 이에 대한 정보를 RSU로 전송한다. RSU는 자신에게 전달된 차량들의 정보를 사용하여 특정 위치에서 특정 방향으로 이동하는 차량들의 밀도와 이동 속도를 기반으로 교통 체증 여부를 판별한다.

<표 2> 교통 체증 관리 알고리즘

Input: $S_i V_S, S_i V_L, S_i V_D, S_i C_T \leftarrow false$
Output: $S_i C_D, S_i C_L$
1 for $\exists S_j V_j$ in $S_j R S U_i$
2 $S_j R S U_i$ requests $S_j V_S, S_j V_L, S_j V_D$ from $S_j V_j$
3 $S_j R S U_i$ calculate $S_j D_i, S_j A V$ using Equation (1) & Equation (2)
4 if $S_j D_i > S_j D_{threshold} \wedge S_j A V > S_j A V_{threshold}$
5 $S_i C_D \leftarrow true$
6 else
7 $S_i C_D \leftarrow false$
8 end if
9 $S_i C_L \leftarrow S_j R S U_i$
10 $S_j R S U_i$ send $S_i C_D, S_i C_L, S_j A V, S_j V_D$ to adjacent $S_j R S U_i$
11 $S_j R S U_i$ send $S_i C_D, S_i C_L, S_j A V, S_j V_D$ to $S_j \nabla V_j$
12 end for
13 if $S_j R S U_j$ receives $S_i C_D, S_i C_L, S_j A V, S_j V_D$ from $S_i R S U_i$ & $S_j V_j$
14 $S_j R S U_j$ send $S_i C_D, S_i C_L, S_j A V, S_j V_D$ to $S_j \nabla V_j$
15 if $\forall S_j = S_i C_D$
16 $S_j V_j$ selects S with $\min(S_i C_D, S_j C_D, \dots)$
17 end if

이때 특정 시간(T_i)에 도로 S_j 상에서 동일한 방향으로 이동하는 차량들의 밀도(D)는 수식 (1)과 같이 구한다.

$$S_i D_i = \frac{S_i N_i}{S_i L_i} \quad (1)$$

여기에서 $S_i L_i$ 는 도로 S_i 의 길이이고, $S_i N_i$ 는 도로 S_i 의 차량의 수이다. 또한 시간 T_i 에 동일한 방향으로 이동하는 차량들의 평균 속도($S_i AV$)는 수식 (2)로 구한다.

$$S_i AV = \frac{\sum_i^n S_i V_s}{S_i N_i} \quad (2)$$

$S_i RSU$ 는 특정 T_i 시간에 검출된 $S_i D_i$ 와 $S_i AV$ 가 자신에 설정된 임계값(threshold)과 비교하여 교통 체증 여부($S_i C_i$) 판단한다. 만일 $S_i D_i$ 와 $S_i AV$ 가 모두 자신의 임계값 보다 큰 경우에는 $S_i C_i$ 를 true로 설정하고, 인접한 RSU들과 자신의 통신 범위 내의 모든 차량들($S_i V_i$)에게 교통 체증 정보($S_i C_i$, $S_i C_i$, $S_i AV$, $S_i V_i$)를 전달한다. 이때 $S_i D_i$ 와 $S_i AV$ 가 모두 자신의 임계값 보다 크지 않는 경우는 교통 체증이 해소되는 상황이므로, 이에 대한 정보 또한 인접한 $S_i RSU$ 들과 $S_i V_i$ 에게 전달하여 경로 선택시 해당 도로가 선택될 수 있도록 한다.

만일 특정 $S_i RSU$ 가 다른 $S_i RSU$ 나 특정 차량($S_i V_i$)으로부터 교통 체증의 정보($S_i C_i$, $S_i C_i$, $S_i AV$, $S_i V_i$)를 전달받으면, 이 정보를 자신의 통신 범위 내의 차량들에게 전달함으로써 해당 도로로의 진입 대신에 다른 도로로 우회할 수 있도록 한다. 만일 특정 차량이 진행할 수 있는 모든 경로에서 교통 체증이 발생한 경우에는 이들 경로 중 AV 가 가장 높은 경로를 선택한다.

3.3 적용 방안

본 논문에서 제안한 교통 체증 관리를 위한 성능평

가를 위해 차량 애드혹 네트워크의 주요 라우팅 프로토콜인 AODV와 GPSR을 사용한다. AODV는 패킷을 전송하기 위해 소스에서 목적지까지 라우팅 경로를 설정하는 토폴로지 기반 프로토콜로 본 논문에서는 RSU가 최초의 소스노드가 된다. RSU는 <표 2>에 기술된 알고리즘과 같이 자신이 위치하고 있는 도로 상에서의 교통 체증을 판별하고, 이를 자신의 통신 범위 내의 모든 차량들과 인접한 RSU들로 전송함으로써 교통 체증이 발생한 지역으로 들어올 차량들에게 알려줌으로써 해당 지역에서 발생한 교통 체증을 경험하지 않도록 한다. GPSR은 패킷 전송을 위한 라우팅 경로를 설정할 필요 없이 자신의 이웃 노드들 중 가장 목적지 노드와 가까운 노드로 패킷을 전송한다. 따라서 GPSR에서는 모든 이웃 노드들에 대한 위치정보를 검출해야 한다. 이를 위해 주기적인 비콘 메시지를 보내야 한다. GPSR에서도 RSU가 최소의 소스노드로 동작을 하게 되며, <표 2>에 기술된 알고리즘을 수행하게 된다.

IV. 성능 평가

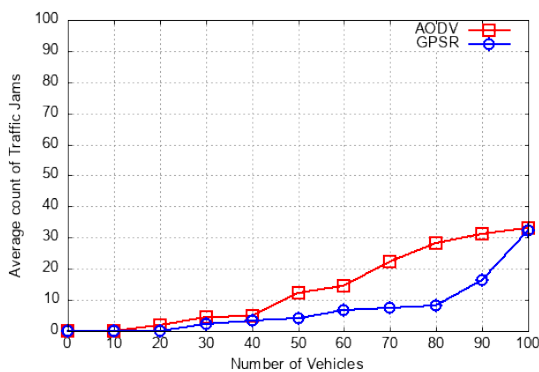
본 논문에서 제안한 교통 체증 관리 기법의 타당성을 측정하기 위해 ns-2 시뮬레이터를 기반으로 평균 교통 체증의 수와 교통 체증 시간에 대한 실험을 수행하였다. 타당성의 검증은 앞에서 설명한 AODV와 GPSR 프로토콜을 사용하였다. 두 프로토콜 모두 소스 RSU에서 차량들의 정보를 얻기 위해 주기적인 패킷을 발생시키는 것으로 설정하였다. <표 3>은 본 실험을 위해 정의한 시뮬레이션 파라미터를 보인 것이다.

본 논문에서는 평균 교통 체증의 수와 교통 체증 시간을 구하기 위하여 교통 체증의 수는 각 교차로별 차량 노드가 0km로 멈춰있는 교차로의 수로 정의하였으며, 평균 교통 체증 시간은 교차로에서 차량 노드의 속도가 0km를 가지는 노드들의 시간의 평균값

<표 3> 시뮬레이션 파라미터

파라미터	정의
도로 크기	4000m x 4000m
교차로 수	8개
무선 전송 범위	250m
MAC 프로토콜	IEEE 802.11
트래픽 타입	CBR
대역폭	2 Mbps
패킷 크기	512 bytes
비콘 주기	1 sec
차량 수	10 ~ 100
차량 속도	0km/h ~ 80km/h

으로 정의하였다. 이를 위하여 차량 이동 모델 시뮬레이터인 VanetMobiSim의 교차로 모델을 이용하여 8개의 교차로 모델을 가진 도로에서 각 노드의 속도와 위치 값을 ns-2에 적용하였다. 시뮬레이션 시간은 차량 노드를 10개씩 증가할 때 마다 200초 동안 시뮬레이션을 진행하였으며, 노드 증가 시 3번의 시뮬레이션을 수행하여 교통 체증의 시간과 수의 최고값과 최소값은 제외하였다.



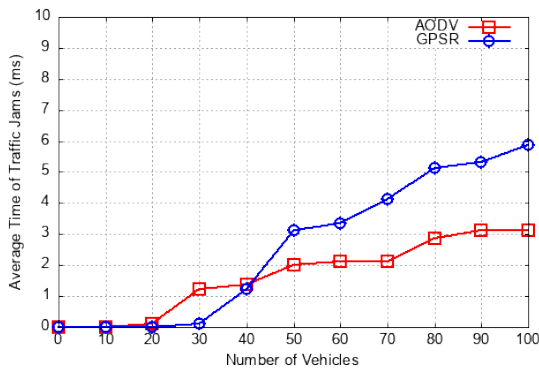
<그림 3> 평균 교통 체증의 수

<그림 3>은 본 논문에서 제안하는 교통 체증 관리 방안을 AODV와 GPSR에 적용하여 노드 증가에 따른 평균 교통 체증의 수를 보인 것이다. <그림 3>에서

보인 것과 같이 AODV와 GPSR 모두 노드의 숫자가 증가될수록 평균 교통 체증 수가 늘어나는 것을 확인할 수 있다. 이유는 노드의 숫자가 증가함에 따라 각 교차로에서 0km/h의 속도로 정차해 있는 노드가 증가된 것으로 확인할 수 있다. 먼저 AODV의 경우, 노드의 숫자가 50개부터 급격하게 교통체증의 수가 증가되는 것을 확인할 수 있다. 그 이유는 AODV의 특징으로 인한 것으로 패킷을 전송하기 위하여 소스에서 목적지까지 라우팅 경로를 설정하기 때문에 차량의 이동에 따라 빈번하게 토폴로지를 변경하는 VANET의 특성에 따라 라우팅 경로 설정 시 토폴로지가 변경되면서 발생하는 것으로 확인할 수 있다. 반면에 GPSR의 경우에는 노드의 숫자가 80개로 증가되어야 평균 교통 체증의 수가 급격히 증가되는 것을 확인할 수 있으며, 그 이유는 노드가 증가됨에 따라 각 교차로에서 0km/h의 속도를 가지는 노드의 숫자가 급격히 증가됨에 따라 최적의 노드를 선정하기 위한 오른손 법칙 (right hand low)로 인한 패킷 지연이 발생한 것으로 분석할 수 있다.

<그림 4>는 AODV와 GPSR의 노드 증가에 따른 교통 체증 시간에 대한 시뮬레이션 결과를 보인 것이다. <그림 4>에서 보는 것과 같이 AODV와 GPSR 모두 노드의 숫자가 20개까지는 평균 교통 체증 시간이 거의 없는 것을 확인할 수 있다. 그러나 노드의 숫자가 30개부터 AODV의 평균 교통 체증 시간이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그 이유는 <그림 3>의 결과에서 설명한 것과 같이 AODV의 특성에 따라 라우팅 경로 설정 시 차량 노드의 이동과 빈번한 토폴로지 변경으로 인하여 설정된 라우팅 경로가 끊어지는 현상이 반복되었기 때문이다. 그러나 노드의 숫자가 증가할수록 AODV의 평균 교통 체증 시간은 일정하게 증가하고 있으며, 이러한 이유는 노드의 숫자가 증가함에 따라 노드의 속도가 일정하게 유지되기 때문에 토폴로지의 변경이 적어졌기 때문이다. 반면 GPSR의 경우, 노드의 숫자가 40개부터 급격하게 평균 교통

체증 시간이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 이유는 GPSR의 경우, 노드의 위치를 기반으로 목적지 노드와 가장 가까운 노드를 선정하기 때문에 상대적으로 전송 노드와 근접한 노드들은 해당 패킷을 전달 받지 못하기 때문이다. 이는 노드의 숫자가 증가될수록 중계 노드로 선정되지 않는 노드가 증가하기 때문에 차량 노드의 속도가 0km/h를 가지는 시간이 증가되는 것으로 분석할 수 있다.



<그림 4> 평균 교통 체증 시간

V. 결론

본 논문에서는 복잡한 도시의 도로상에서 발생하는 교통 체증의 문제를 해결하기 위하여 차량 애드혹 네트워크의 대표적인 두 프로토콜인 AODV와 GPSR을 사용하여 시내 도로에서 발생하는 교통 체증 문제를 해결하기 위해 방법을 제안하고, 성능 평가를 통해 본 논문에서 제안된 방법들이 차량 애드혹 네트워크에서 교통 체증을 문제를 해결하기 위해 적용될 수 있음을 입증하였다.

향후 과제로는 실제 도로상에서 발생하는 교통 체증은 교차로의 교통 신호등에 의해 발생하는 경우가 많기 때문에 도로의 상황에 따라 교통 신호등을 적응적으로 제어할 수 있는 프로토콜에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] S.-H. Cha, J.-E. Lee, M.-W. Ryu, "Directed broadcasting with mobility prediction for vehicular sensor networks," *SAGE International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 12, no. 7, July 2016, pp. 1-9.
- [2] M. Ryu, S.-H. Cha, "Mobility Prediction Based Multi-Directional Broadcasting for Both Highway and Urban Vehicular Sensor Networks," *IEEE Access*, vol. 8, Aug. 2020, pp.148595-148605.
- [3] 차시호·이종언·류민우, "차량의 이동 방향과 거리 기반의 그리디 애니캐스트 포워딩 프로토콜," *디지털산업정보학회논문지*, 제13권, 제1호, 2017, pp. 79-85.
- [4] 류민우·차시호, "차량인터넷에서 지능형 서비스 제공을 위한 지식베이스 설계 및 구축," *디지털산업정보학회논문지*, 제13권, 제4호, 2017, pp. 33-40.
- [5] Dedicated Short Range Communications (DSRC) Service, Federal Communications Commission, <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/dedicated-short-range-communications-dsrc-service>.
- [6] 문형돈·이재환·이동일, *국내외 DSRC 기술 및 표준화 동향*, 주간기술동향, 제922호, 2001, <https://www.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/992/99201.htm>.
- [7] 오현서·송유승, *ITS 및 자율 주행 서비스를 위한 V2X 통신기술 표준화 동향*, TTA ICT Standard Weekly, 제 991호, 2020, pp. 1-5.

■ 저자소개 ■



류 민 우
(Ryu, Minwoo)

2021년 7월~현재
현대자동차 자동차부분
연구개발본부 책임연구원
2017년 1월~2021년 6월
KT AI연구소 선임연구원
2012년 2월 광운대학교 컴퓨터과학과
(공학박사)
2011년 2월~2016년 12월
전자부품연구원 선임연구원

관심분야 : 사물인터넷, 시맨틱스, 코그니티브
컴퓨팅, 지능 네트워크, 차량통신
E-mail : minu0921@gmail.com



차 시 호
(Cha, Si-Ho)

2009년 3월~현재
청운대학교 멀티미디어학과 교수
2020년 3월~2021년 2월
Auckland University of
Technology 방문교수
2004년 2월 광운대학교 컴퓨터과학과
(공학박사)
1997년 7월~2000년 2월 대우통신 종합연구소
선임연구원

관심분야 : 네트워크 관리, 차량통신 네트워크,
시맨틱웹, 머신러닝
E-mail : shcha@chungwoon.ac.kr

논문접수일: 2022년 5월 25일
수정일: 2022년 6월 9일
게재확정일: 2022년 6월 12일