차량 네트워크에서 V2I 통신을 위한 안정된 라우팅 프로토콜

준회원 김 정 훈*, 정회원 이 수 경*°

Reliable Routing Protocol for Vehicle to Infrastructure Communications in VANET

JungHun Kim* *Associate Member*, SuKyoung Lee*° *Regular Member*

요 약

차량들의 멀티 홉으로 구성되어 있는 Vehicular Ad-hoc Network (VANET)은 차량의 빠른 이동 속도와 빈번한 밀도 변화로 인하여 링크 연결 시간이 짧고 패킷 손실율이 높은 단점을 가지고 있다. 이러한 VANET의 문제점을 해결하기위해 차량의 속도, 이동 방향, 위치 정보를 이용하여 차량의 이동성을 예측하여 높은 링크 연결 시간을 가지는 차량으로 멀티 홉을 구성하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구들은 라우팅 경로의 안정성을 향상시키고 링크 연결 시간을 증가시켰지만 릴레이 노드간 거리가 짧아져 라우팅 경로의 길이와 delay가 길어지는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 기존 연구의 라우팅 경로의 길이와 delay가 길어지는 문제점을 해결하기 위한 새로운 라우팅 알고리즘을 제안하고 교차로가 존재하는 시내 도로에서의 차량 이동 예측 알고리즘을 제안하여 효율적이면서도 안정적인 라우팅 경로를 찾는 것을 목표로 한다. 다양한 환경에서의 실험 결과를 통해 우리는 제안하는 알고리즘이 Greedy Perimeter Stateless Routing (GPSR)과 기존 연구 결과들에 비해 더 뛰어난 성능을 보이는 것을 확인하였다.

Key Words : VANET, Reliable Routing, Link Expire Time, Throughput

ABSTRACT

The Vehicular Ad-hoc Network (VANET) has two main problems to be overcome due to high mobility and frequently changing density: one is short link duration time and the other is high packet loss ratio. To solve the problems, there have been many studies to predict vehicular mobility. Most of the studies try to enhance link expire time and link reliability, however the distance between two relay nodes becomes too short to have high network throughput. In this paper, we propose a new routing algorithm that considers both link expire time and network throughput in the VANET. The proposed algorithm aims to find path with long link expire time and high throughput. Our simulation results show that the proposed algorithm outperforms the legacy greedy algorithm and its variants.

I. 서 론

최근 몇 년간 세계 각국에서는 VSCC (Vehicle Safety Communications Consortium), CarTALK 2000, VII(Vehicle Infrastructure Integration) 등의 지능형 자동차를 위한 ITS (Intelligent Transportation System)

※ 이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-531-D00016)
* 연세대학교 컴퓨터과학과(milinejh@winet.yonsei.ac.kr, sklee@cs.yonsei.ac.kr) (° : 교신저자)
논문번호 : KICS2009-04-169, 접수일자 : 2009년 4월 21일, 최종논문접수일자 : 2009년 7월 21일

에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 ITS의 핵심 기술인 VANET (Vehicular Ad-hoc Network)은 차를 타고 이동하는 사용자의 안전성을 향상시키기 위해 등장하였지만 최근 이동 통신의 급격한 발달로 인하여 사용자에게 차량 안전 서비스 뿐만 아니라, 인터넷 접속, Software Update, P2P, 인포테인먼트 서비스 등의 다양한 서비스를 제공 할 수 있게 되었다[1].

차량 네트워크의 구조는 그림 1과 같이 여러 개의 RSU와 차량들이 하나의 차량 네트워크를 구성하고, 각 차량 네트워크는 access gateway를 통해 backbone 망과 다른 차량 네트워크와 연결되어 있다. 각 차량 네트워크는 차량이 도로에 설치된 Road Side Unit (RSU)을 통해 인터넷 접속, P2P, 인포테인먼트 서비스 등의 사용자 편의 서비스를 제공 받을 수 있는 Vehicle to Infrastructure (V2I) 통신과 차량의 충돌 방지 및 커브길 안전 서비스 등의 차량 안전 서비스를 제공 받을 수 있는 Vehicle to Vehicle (V2V) 통신으로 구성되어 있다. V2I 통신을 통해 제공되는 서비스들은 차량 안전성 향상을 위한 서비스와는 다르게 다양한 정보를 제공하고 있어 높은 전송량과 서비스 시간을 필요로 한다. 하지만 VANET은 모바일 애드혹 네트워크 (Mobile Ad-hoc Network-MANET)와는 다르게 도로를 따라 이동하는 차량의 이동 패턴, 빠른 이동성, 네트워크 토폴로지와 노드 밀도의 급격한 변화 등의 차량 환경에서 발생할 수 있는 여러 가지 특수한 상황 등을 가지고 있기 때문에 네트워크의 잦은 단절과, 높은 패킷 손실 등의 문제점을 가지고 있어 원활한 V2I 통신 서비스를 제공하기에는 어려움이 있다.

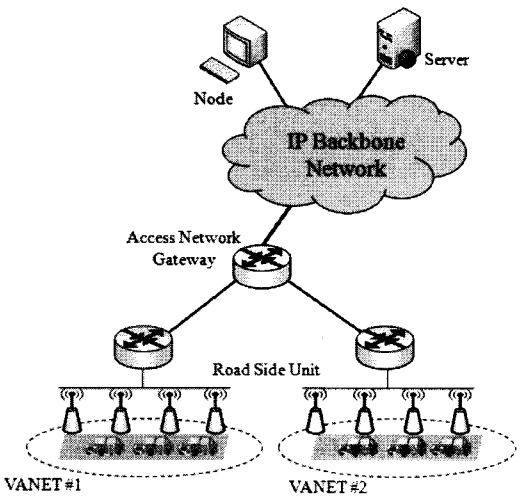


그림 1. 차량 네트워크의 구조
Fig. 1. Vehicular Ad-hoc Network Topology

최근 차량 네트워크의 잦은 단절과 높은 패킷 손실 문제를 해결하기 위해 차량의 속도, 이동 방향, 위치 정보를 이용하여 차량의 이동성을 예측하여 차량간 링크 연결시간 (Link Expire Time: LET)이 긴 차량을 릴레이 노드로 선택하여 패킷 전송 경로를 설정하는 라우팅 프로토콜인 Prediction Based Routing (PBR)[2] 과 Macro-level and Micro-level Routing (MMR)[3]이 개발 되었다. 하지만 네트워크 연결시간이 긴 차량을 릴레이 노드로 선택하면 네트워크 단절이 적게 발생하여 안정성이 향상되지만 전송 경로의 홉 수가 증가하여 end-to-end delay또한 향상되어 네트워크 전송량이 낮아지게 되는 문제점이 있다.

본 논문에서는 차량 네트워크의 잦은 단절과 토폴로지의 변화를 제어하는 동시에 차량의 전송경로의 홉 수를 감소시키고, 또한 그림 2와 같이 도로에 교차로가 존재하는 도시 환경에서 RSU와 차량 사이에 존재하는 여러 전송 경로의 차량 밀도, 속도, 도로의 길이 등의 환경을 고려하여 end-to-end delay를 예측하고 예측 값이 가장 짧은 경로를 라우팅 경로로 선택하는 알고리즘을 제안하여 네트워크의 안전성과 전송량을 모두 향상 시키는 알고리즘을 제안하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 제안한 라우팅 경로 선택 알고리즘과 라우팅 경로 안에서 릴레이 노드를 선택하는 알고리즘을 소개하고, 3장에서는 제안하는 프로토콜의 실험 및 검증하고 성능을 평가한다. 4장에서는 결론을 맺는다.

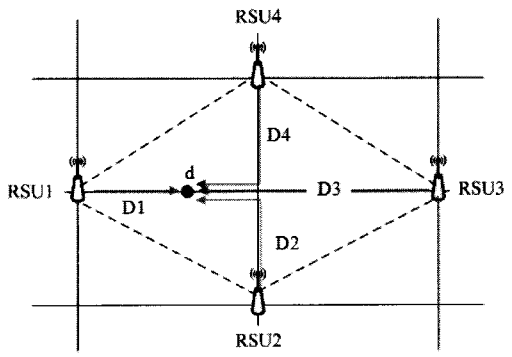


그림 2. RSU와 노드 사이의 전송 경로
Fig. 2. Routing Path between RSU and node d

Ⅱ. 차량과 RSU 통신을 위한 안정된 라우팅 알고리즘

2.1 라우팅 경로 선택 알고리즘

본 논문에서는 모든 차량은 GPS와 Digital Map을 가지고 있어 차량과 도로의 위치, RSU의 위치를 알 수 있다고 가정하였다. 제안한 알고리즘은 AODV를 기반으로, 소스 노드는 RREQ 메시지를 인접한 RSU들에게 전송 한다. RREQ를 수신한 노드는 자신이 목적지 노드이거나 또는 목적지까지의 라우팅 경로를 알고 있다면 RREP 메시지를 사용하여 응답하게 된다. RREQ를 받은 노드가 자신이 목적지 노드도 아니고 목적지 노드까지의 경로를 알고 있지 않다면, RREQ 소스 노드까지의 역 경로를 라우팅 테이블에 저장한 후, 받은 RREQ 메시지를 이웃 노드에게 전달하게 된다. 소스 노드는 RREQ 메시지를 전송할 때 기존의 RREQ 메시지에 추가의 LET field를 두어 초기 값으로 다음 릴레이 노드와의 LET 값을 LET field에 저장하여 전송하고, 각 RREQ 메시지를 수신 받은 릴레이 노드들은 다음 릴레이 노드와의 LET 값을 RREQ 메시지의 LET field에 저장된 값과 비교하여 작은 값을 LET field에 저장하여 RREQ를 다음 릴레이 노드에게 전송한다. 만약 RREQ 메시지를 수신 받은 노드가 목적지 노드까지의 경로를 알고 있거나 목적지 노드일 경우 RREP 메시지를 RREQ 메시지의 역방향으로 전송한다. RREP 메시지에는 기존 AODV에서 사용하는 메시지 포멧에 추가로 Density field를 추가하여 소스노드까지 RREP가 전송되는 동안 RREP를 수신 받은 릴레이 노드들은 자신의 이웃 노드들의 수와 Density field에 저장되어 있는 값의 합을 Density field에 저장하고 다음 릴레이 노드에게 전송한다. 또한 목적지 노드(또는 목적지까지의 경로를 알고 있는 노드)는 RREP의 Lifetime field에 RREQ의 LET field에 저장되어 있는 LET 값을 저장하여 전송한다. 각 차량들은 HELLO 메시지를 주기적으로 전송하기 때문에 이를 통해 이웃 노드들의 위치, 속도, 이동 방향 정보를 받아 LET값을 계산 할 수 있다.

소스 노드는 수신 받은 각 라우팅 경로의 RREP 메시지에 저장되어 있는 Density field값을 이용하여 각 라우팅 경로의 end-to-end delay를 예측할 수 있다. End-to-end delay 예측 알고리즘은 다음 장에서 설명한다. 소스 노드는 RREP를 수신 받은 각 라우팅 경로의 end-to-end delay와 RREP메시지의 Lifetime field에 저장되어 있는 라우팅 경로의 LET 값을 식(1)에 대입하여 가중치 w값이 가장 높은 라우팅 경로를 최종 라우팅 경로로 선택하고 패킷을 전송한다.

$$w=\alpha \cdot \frac{d_{\max}-d_{ij}}{d_{\max}}+\beta \cdot \frac{LET_{ij}}{LET_{\max}} \quad (1)$$

$d_{\max}$는 차량의 밀도가 낮아 차량이 패킷을 버퍼에 저장하여 가지고 이동할 경우에 걸리는 delay 값을 나타내고, d_{ij}는 다음 장의 식(2)에서 계산한 라우팅 경로의 delay 예측 값을 나타낸다. LET_{ij}는 RREP 메시지에 저장되어 있는 라우팅 경로의 Link Expire Time을 의미한다. $LET_{\max}$는 최대 Link Expire Time을 나타내고, α, β 값은 delay와 LET값에 대한 가중치 상수를 나타낸다.

2.2 라우팅 경로 Delay 예측 알고리즘

RREP 메시지에 저장되어 있는 라우팅 경로의 차량 밀도 정보를 이용하여 소스 노드 i는 RSU j까지의 라우팅 경로의 delay를 아래 식(2)에 의해서 계산 할 수 있다. 차량은 지수 분포를 따른다고 가정하였고 소스 노드와 목적지 노드까지의 거리는 digital map을 이용해 제공 받는다고 가정 하였다.

$$d_{ij}=(1-e^{-R\cdot \rho_{ij}})^n \cdot n \cdot c+(e^{-R\cdot \rho_{ij}}) \cdot n \cdot \frac{R}{v_{ij}} \quad (2)$$

식(2)에 사용된 R은 최대 전송 범위를 나타내고, ρ_{ij}는 RREP 메시지에 저장되어 있는 라우팅 경로의 차량 밀도를, n은 소스 노드에서 목적지 노드까지 소요되는 홉 수를 나타낸다. c는 패킷을 이웃 노드에게 전송하는데 필요한 delay를 뜨미하고, v_{ij}는 라우팅 경로에서 차량의 이동 속도를 나타낸다. 라우팅 경로의 end-to-end delay를 나타내는 d_{ij}는 라우팅 경로 안의 릴레이 노드들이 모두 연결되어 멀티 홉으로 패킷을 전송할 때 필요한 delay와 하나의 홉 안에서 연결 단절이 발생하여 차량이 패킷을 버퍼에 저장하여 이동할 때 발생하는 delay의 합으로 결정된다. 이때 사용된 차량의 이동 속도 v_{ij}는 도로상의 차량의 밀도가 높아지면 정체 구간이 발생하여 차량의 속도가 느려지고 차량의 밀도가 낮으면 도로의 허용 최고 속도에 가까운 속도로 변화하게 된다[4]. 이러한 차량 이동 속도 v_{ij}는 다음 식(3)과 같이 계산한다.

$$v_{ij} = v_{\max} \times (1 - \frac{\rho_{hop}}{\rho_{\max}}) \quad (3)$$

$v_{\max}$는 도로의 최대 허용 속도를 나타내고, ρ_{hop}은 1-hop 이웃의 밀도를 의미하고, $\rho_{hop} = R \times \rho_{ij} \div l_{ij}$로 계산할 수 있다. l_{ij}는 전체 경로의 길이를 나타낸다. $\rho_{\max}$는 차량의 정체가 발생하여 이동 속도가 0이 되는 차량의 밀도를 나타낸다[5]. 이러한 라우팅 경로의 차량 밀도 변화에 따른 속도 변화 알고리즘을 사용하면 보다 정확한 delay를 예측할 수 있다.

2.3 릴레이 노드 선택 알고리즘

패킷을 전송하기 위한 소스 노드는 RREQ 메시지를 전송하기 위해 LET 값이 가장 큰 이웃 노드를 릴레이 노드로 선택한다. 기존의 LET 값을 계산하는 알고리즘은 2개의 노드가 서로 동일하게 이동한다고 가정하였다. 하지만 시내 도로 환경에서는 교차로가 존재하여 차량의 이동 방향이 변화할 수 있기 때문에 기존의 LET 공식을 이용하여 계산하기가 어렵다. 제안한 <알고리즘 1>은 교차로에서의 이동 방향의 변화에 따른 확률을 계산하여 LET 값을 구하는 알고리즘을 제안하였다.

<알고리즘 1>에 사용한 차량의 이동 패턴은 도로의 환경과 차량 밀도, 운전자 개인의 행동에 따라

알고리즘 1. The Link Expire Time

```
1.  LET := 0; LET_junction := 0; intersection_flag=FALSE;
2.  while (TRUE)
3.        P`c := Pc + vc * LET;
4.        P`i := Pi + vi * LET;
5.        if (dist(P`c, P`i) > R)
6.           return LET;
7.        else
8.           if (dist(P`i, P_junction) == 0)
9.              intersection_flag := TRUE;
10.             break;
11.          end if
12.          LET := LET + 1;
13.       end if
14. end while
15. if (intersection_flag == TRUE)
16.    LET_junction := LET; LET := 0;
17.    while (TRUE)
18.       P`c := Pc + vc * LET;
19.       P`i := Pi + vi * LET;
20.       if (dist(P`c, P`i) > R)
21.          return (LET_junction + P_dir * LET);
22.       end if
23.       LET := LET + 1;
24.    end while
25. end if
```

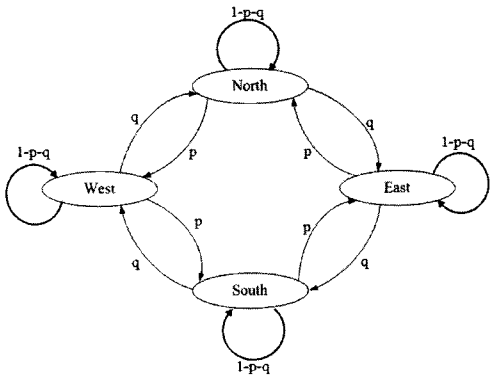


그림 3. Markov chain에 따른 차량의 방향 변화
Fig. 3. Direction change according to Markov chain

변화하게 된다. 이러한 차량의 교차로에서의 이동 패턴은 Markov chain에 따른 이동 모델을 따른다고 가정하였다. LET를 구하는 <알고리즘 1>에서 노드 i는 c노드의 이웃 노드를 나타낸다. P_c'는 노드 c의 LET 시간 후에 위치하는 예상 위치를 나타내고, P_i'는 노드 i의 LET 시간 후에 위치하는 예상 위치를 나타낸다. P_c , P_i는 노드 i, c의 현재 위치 좌표를 의미하고, $P_{junction}$은 노드 i에 인접한 교차로의 위치를 나타낸다. v_c ,v_i는 노드 i, c의 이동 속도, R은 최대 패킷 전송 범위, P_{dir}는 차량이 교차로에서 라우팅 경로를 따라 이동할 확률을 나타낸다. 확률 P_{dir}는 <그림 3>의 이동 모델을 따르고, 각 차량의 4가지 진행 방향에 따라 교차로에서의 방향이 변화할 확률이 결정 되고, 이때 차량의 유턴 상황은 고려하지 않는다. <그림 3>에서 방향이 변화할 확률 p, q는 차량 운전자의 운전 패턴에 따라 결정된다.[6]

<알고리즘 1>을 이용하여 1-hop에 위치한 모든 이웃 노드들의 LET를 계산 하여 RREQ 메시지에 저장되어 있는 LET field의 값보다 큰 LET를 가지는 이웃 노드 중 가장 목적지에 가까운 노드를 릴레이 노드로 선택하여 RREQ를 전송한다.

Ⅲ. 성능 평가

본 논문에서는 제안한 라우팅 알고리즘의 성능 분석을 위해 도로상의 차량 밀도 변화에 따른 라우팅 경로의 단절 발생 횟수, 라우팅 경로의 홉 수, 라우팅 실패 횟수에 관한 비교 실험을 수행하였다. 본 실험을 위한 시뮬레이터는 C언어를 기반으로 설계되었다.

3.1 실험 모델

본 실험에서는 모든 노드들은 GPS를 통해 위치 정보를 알 수 있고 Digital Map을 이용하여 교차로의 위치와 도로의 위치를 알 수 있다고 가정한다.

실험에서는 2000m x 2000m의 도로에서 차량이 움직이는 상황을 가정하였고, 차량의 이동 모델은 맨하탄 모델을 적용하였다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 맨하탄 모델은 실제 도로 상의 차량의 이동을 반영한 이동 모델이다. 차량은 도로를 따라서만 움직일 수 있고, 각 교차로 지점에서는 진행 가능한 도로 방향으로 동일한 확률로 다음 이동 방향을 선택한다. 차량의 속도는 표1 에 정의한 최대 속도와 최소 속도 사이에서 임의의 속도를 선택해서 움직인다. 본 실험에서는 이와 같은 환경에서 차량의 밀도를 다르게 변화하면서 제안한 알고리즘과 PBR[4]에 본 논문에서 제안한 교차로에서 Lifetime 계산 알고리즘을 사용한 PBR(with LET)와 GPSR 알고리즘과의 성능 비교를 수행하였다.

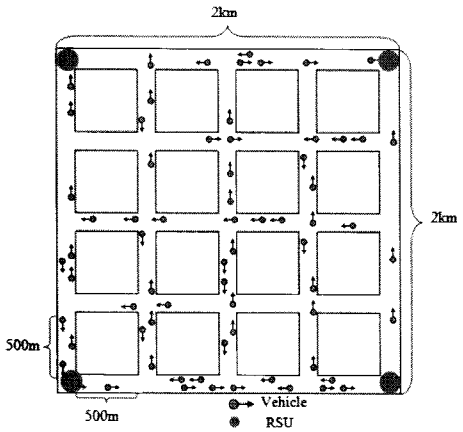


그림 4. 시뮬레이션 토폴로지
Fig. 4. Simulation Topology

표 1. 시뮬레이션 파라메터
Table 1. Simulation Parameter

Parameter	Value
전송 거리	500m
도로 길이	2km
차선 수	왕복 2차선
차량의 최대 속도	20m/s(72km/h)
차량의 최소 속도	10m/s(36km/h)
교차로 수	25
차량 밀도	15-40 (vehicle/km)
시뮬레이션 시간	600s
MAX LET	92s
α,β	0.5

3.2 실험 결과 분석

그림 5는 시뮬레이션 시간 동안 생성된 라우팅 경로의 평균 홉 수를 나타낸다. 이전 릴레이 노드에서 최장 거리에 위치한 노드를 다음 릴레이 노드로 선택하는 GPSR의 평균 홉 수가 모든 차량의 밀도에서 가장 짧게 나타났고, PBR(with LET)는 차량의 밀도가 15인 구간에서 제안한 알고리즘과 비슷한 홉 수를 나타냈지만 차량의 밀도가 높아 질 수록 릴레이 노드의 간격이 짧아져 홉 수가 증가하게 된다. 반면에 제안한 알고리즘은 라우팅 경로의 최소 LET값에 기반 하여 릴레이 노드를 선택하기 때문에 전 구간에서 균일한 홉 수를 나타낸다.

그림 6은 차량 밀도 변화에 따른 라우팅 경로의

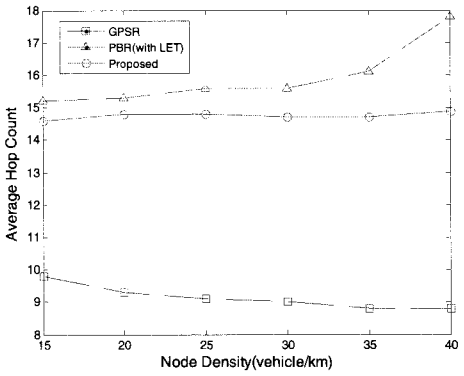


그림 5. 차량 밀도 변화에 따른 평균 홉 수
Fig. 5. Average hop count with varying vehicle density

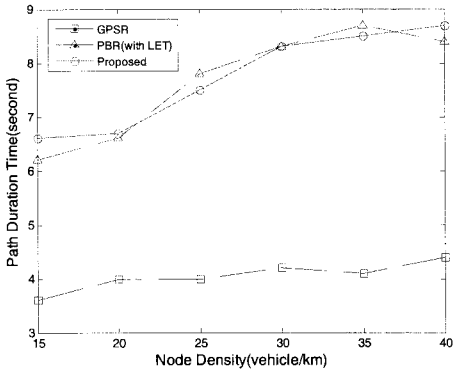


그림 6. 차량 밀도 변화에 따른 경로 연결 시간
Fig. 6. Path duration time with varying vehicle density

연결 유지 시간을 나타낸다. GPSR은 목적지 노드에 가까운 노드를 릴레이 노드로 선택하기 때문에 릴레이 노드간 거리가 멀어지기 때문에 연결 단절이 빈번하게 발생하여 라우팅 경로의 유지 시간이 가장 짧게 나타났다. 반면에 PBR(with LET)와 제안한 알고리즘은 전 구간에서 비슷한 라우팅 경로 유지 시간을 나타냈다.

그림 7은 차량의 밀도 변화에 따른 소스 노드와 목적지 노드까지의 평균 end-to-end delay를 나타낸다. GPSR이 전 구간에서 홉 수가 가장 낮지만 경로 연결 시간이 가장 짧아 15-35구간에서 end-to-end delay가 가장 높게 나타났다. 하지만 40구간에서는 차량의 밀도가 증가함에 따라 PBR(with LET)의 평균 홉 수가 급격히 증가하여 GPSR보다 end-to-end delay가 높게 나타났다. 제안한 알고리즘은 차량의 밀도 변화에 따른 홉 수의 변화가 없고 경로 연결 시간이 가장 높기 때문에 end-to-end delay과 전 구간에서 가장 낮게 나타났다.

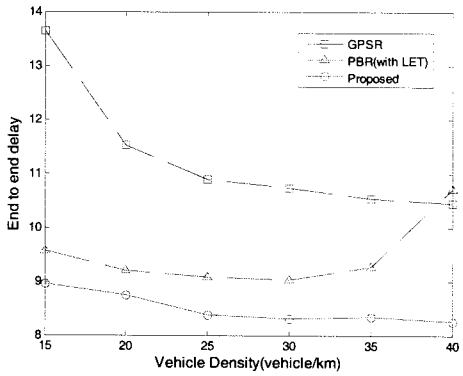


그림 7. 차량 밀도 변화에 따른 end to end delay
Fig. 7. End to end delay with varying vehicle density

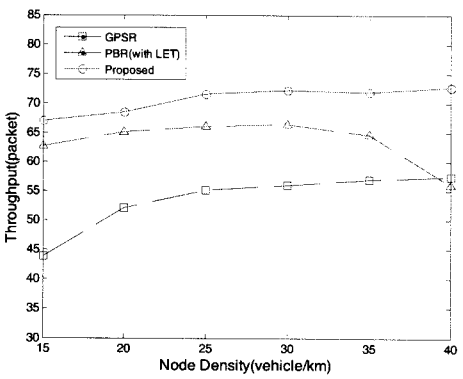


그림 8. 차량 밀도 변화에 따른 Throughput의 변화
Fig. 8. Throughput with varying vehicle density

그림 8은 전체 시뮬레이션 시간 동안 차량의 밀도 변화에 따른 패킷 전송량을 나타낸다. 차량의 밀도가 15-35인 구간에서는 차량의 빠른 이동성과 짧은 라우팅 경로 유지 시간에 의해 GPSR의 패킷 전송량이 PBR(with LET)보다 낮게 나타났다. 하지만 차량의 밀도가 40인 구간에서는 PBR(with LET)의 전체 라우팅 경로의 평균 홉 수가 증가하여 패킷 전송 시간이 길어지게 된다. 이에 따라 패킷 전송량 또한 감소한다. 반면에 GPSR은 라우팅 경로 유지 시간의 증가에 따른 라우팅 실패 횟수가 감소하여 패킷 전송량이 증가하여 PBR(with LET) 보다 높게 나타났다. 제안한 알고리즘은 밀도에 따른 라우팅 경로의 홉 수의 변화가 적고 연결 시간 또한 높기 때문에 전 구간에서 패킷 전송량이 가장 높게 나타났다.

V. 결 론

본 논문에서는 MANET 환경에서 제안된 AODV 라우팅 알고리즘을 기반으로 차량의 이동이 빠르고 네트워크 토폴로지가 빈번하게 변화하는 VANET 환경에서 적합한 새로운 라우팅 알고리즘을 제안하였다. 기존의 AODV 기반 라우팅 알고리즘들은 라우팅 경로의 유지 시간을 높이기 위해 LET가 가장 긴 릴레이 노드로 라우팅 경로를 구성하여 안정성을 향상 시켰다. 하지만 기존의 LET 예측 알고리즘은 고속도로 상황만을 고려하여 교차로가 존재하는 시내 도로 환경에서는 적합하지 않았다. 이에 본 논문에서 교차로에서 LET을 예측하는 알고리즘을 새로 제안하였다. 또한 기존의 AODV 기반 라우팅 알고리즘의 차량 밀도 증가에 따른 라우팅 홉 수 증가 문제를 해결하기 위해 라우팅 경로의 최소 LET를 기반으로 릴레이 노드를 선택하는 알고리즘을 제안하여 패킷 전송량을 향상 시켰다.

이번 연구 결과의 확장을 위해, 실제 도심 환경을 기반으로 하는 이동 모델을 적용하여 제안하는 알고리즘의 성능을 측정할 예정이다. 또한 다른 AODV 기반 라우팅 프로토콜에도 알고리즘을 적용하여 성능을 측정 및 분석할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] Mihail L. Sichitiu, Maria Kihl, "Inter-Vehicle Communication Systems: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 10(2),

2nd Quarter, 2008.

[2] V. Namboodiri, L.Gao, "Prediction-based Routing for Vehicular Ad hoc Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology* , 56(4), Feb., 2007.

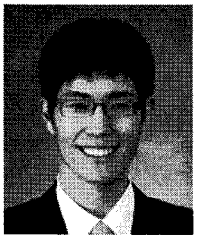
[3] L. Youndo, L. Hojin, C. Nakjung, C. Yanghee, K. Taekyoung, "Macro-level and Mirco-lvel Routing (MMR) for Urban Vehicular Ad Hoc Networks," *IEEE GLOBECOM 2007*, Nov., 2007.

[4] Kazuhiro Nakanishi, Takaaki Umedu, Teruo Higashino, "Synthesizing Realistic Vehicular Mobility for More Precise Simulation of Inter-vehicle Communication", *IEEE GLOBECOM 2007*, Nov., 2007.

[5] U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration:, "Traffic Flow Theory - A State of the Art Report", http://www.tfhrc.gov/its/tft/tft.htm

[6] M. Zhaomin, Z. Mao, M. Kia, P. Niki, "MURU: A Multi-Hop Routing Protocol for Urban Vehicular Ad Hoc Networks," *MOBIQ 2006*, July, 2006.

김 정 훈 (JungHun Kim) 준회원



2007년 건국대학교 컴퓨터시스템 학과 학사

2007년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 석사 재학중

<관심분야> 차량 네트워크, 에드혹 통신

이 수 경 (SuKyoung Lee) 정회원

2005년 9월~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

<관심분야> 이종망 통합(4G, WLAN), Mobility Management, Vehicular Ad-hoc Networking, Optical Network