

VANET에서 WDGRP-based 라우팅 프로토콜 개선에 관한 연구

정중범*, 민성기**, 오상석**

*고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 컴퓨터정보통신공학과

**고려대학교 융합소프트웨어전문대학원 컴퓨터공학과

e-mail:latincheng@gmail.com

A Study on Improving Weighted DGRP-based Routing Protocol in VANETs

Jong-Beom Jeong*, Sung-Gi Min**, Sang-Seock Oh**

*Dept of Computer Information & Technology,

Graduate School of Computer & Information Technology, Korea University

**Dept of Computer Engineering,

Graduate School of Convergence IT, Korea University

요 약

최근 VANET 라우팅 프로토콜에 관한 연구가 증가하는 이유는 차량에 통신장비를 장착하여 차량 간 또는 기간통신망 간에 통신수요 증가가 가까운 미래에 활성화 될 것으로 예상되어 국제적으로 현실에 적용이 가능한 VANET 라우팅 프로토콜에 관심과 중요성이 높아지고 있다. VANET 라우팅 프로토콜에서 주요한 성능을 결정하는 사항은 패킷처리율, 패킷전송지연 그리고 오버헤드이다. 이러한 조건을 만족시키는 VANET 라우팅 프로토콜로 DGRP(Directional Greedy Routing Protocol)이 있다. DGRP는 위치기반 라우팅 프로토콜로 GPSR보다 높은 패킷처리율, 낮은 패킷전송지연과 오버헤드를 갖는다. 이러한 장점을 통해서 본 논문에서는 우리는 DGRP를 개선한 WDGRP를 제안하고자 한다. WDGRP는 기존의 VANET 라우팅의 프로토콜의 장점을 포함하고 있으며 알고리즘을 개선함으로써 DGRP보다 높은 성능을 갖는다. 본 논문에서는 기존의 라우팅 프로토콜인 GPSR, DGRP 라우팅 프로토콜을 WDGRP와 함께 각각 성능비교를 하였다. 그 결과 WDGRP는 다른 라우팅 프로토콜보다 패킷전달율이 증가하였고 오버헤드와 패킷전송지연은 감소하였다.

1. 서론

최근 ITS와 WAVE 연구와 함께 국제학계에서는 VANET 라우팅 프로토콜에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존의 차량에 단순한 외부 네트워크 수신기를 장착하여 단방향 통신방식에서 탈피하여 능동적인 차량 간 또는 기간망과의 네트워크 기능에 관한 필요성이 대두되면서 지속적으로 관련학계에서 논문이 발표되고 있다.

VANET은 MANET에 기원을 두고 있다. 하지만, MANET은 VANET보다 높은 다양성, 이동제약성, 대형 규모(전파범위)면에서 한계성이 있다. 그러나 MANET에서 파생된 라우팅 프로토콜을 통해서 VANET 라우팅 프로토콜의 진화에 많은 도움이 되었고 본 논문에서도 MANET과 VANET의 연계성을 통해서 새로운 개선된 VANET 라우팅 프로토콜을 제안한다.

본 논문에서는 기존의 VANET 라우팅 프로토콜 중에서 DGRP 라우팅 프로토콜을 기반으로 하여 새로운 라우팅 프로토콜을 제안한다. DGRP를 기반으로 알고리즘을 접근하는 이유는 이미 위치 기반 라우팅 프로토콜로서 GPSR[1] 라우팅 프로토콜보다 패킷전달율, 패킷전송지연 그리고 오버헤드 등의 평가요소들 중에서 우수한 성능결

과가 입증된 사례가 있으며, 또한 위치 기반 라우팅 프로토콜로서 VANET에 필요한 특성인 노드방향, 속도 등을 적용하여 정확도를 높여 이웃노드 간 홉 전달을 통하여 최종 목적지 노드까지 전달이 가능한 VANET 라우팅 프로토콜 설계에 적합하기 때문이다. 이러한 DGRP의 장점을 활용하여 WDGRP는 DGRP보다 이동노드의 빠른 변화와 다양성에 비중을 둔 것으로 특징으로 접근한 VANET 라우팅 프로토콜을 제안하게 되었다.

본 논문의 구성은 2장에서 문헌 및 선행연구, 3장에서는 제안 기법 및 실험방법, 4장에서는 실험결과를 그리고 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대하여 제시하고자 한다.

2. 문헌 및 선행연구

대부분의 MANET 라우팅 프로토콜은 토폴로지 노드 연결에만 기반을 두고 있으며 많은 패킷전송지연을 초래한다. 그 결과로 GPSR 라우팅 프로토콜이 제안되었으며 이는 위치 기반 라우팅을 하여 기존의 경로에 대한 유지 및 설정방식으로부터 탈피하였다. 따라서 본 논문에서는 GPSR을 성능평가 대상으로 포함시키고 현존하는

VANET 라우팅에 대해서 간단히 요약하고자 한다.

1) VANET 라우팅 프로토콜

VANET 라우팅 프로토콜은 Topology-based Routing과 Geographic Routing으로 분류[2]되며 각 라우팅 프로토콜의 종류와 특징은 다음과 같다.

GSR(Geographical Source Routing)[9]: Geographic Routing에 속하며 토폴로지 정보를 가진 위치기반 라우팅으로써 사전 선택된 최단거리를 따라 탐욕 포위딩을 한다.

A-STAR(Anchor-based Street and Traffic Aware Routing)[7]: Geographic Routing에 속하며 낮은 트래픽 밀도에서 종단간의 연결을 보증한다. 위치기반 구성은 경로 복구전략을 사용한다.

TO-GO(TOPology-assist Geo-Opportunistic Routing)[10]: Geographic Routing에 속하며 Geographic Routing을 하며 Next-hop Prediction Algorithm과 Forwarding Set Selection 방식이다.

GPCR(Geographic Routing in City Scenarios)[8]: Geographic Routing에 속하며 위치기반 라우팅 프로토콜이며 Restricted Greedy Routing과 Repair Strategy로 구성된다.

DGR(Directional Greedy Routing)[3]: 위치기반 탐욕 라우팅 프로토콜이며, 가장 적절한 다음 포위딩 노드를 선택하기 위해서 이웃노드의 속도, 방향과 위치를 사용한다.

3. 제안 기법

DGRP는 Position First Forwarding과 Direction First Forwarding 방식을 사용한다. 그러나 이 접근방식은 라우팅 지연현상을 유발하고 더 많은 홉을 요구하게 된다. 제안하는 WDGRP는 DGRP의 알고리즘을 개선하여 오버헤드와 패킷전송지연을 감소시키는 접근방식을 취한다.

VANET 환경에서 모든 차량도로가 곧은 직선도로이거나 일차선, 일방통행으로 이루어지지 않았다. 고속도로에서 도로 분기점, 인터체인지와 같이 진행방향이 긴급하게 변경되는 경우에 이에 대한 처리도 가능해야 한다. 또한, 고속도로보다 낮은 속도를 유지하는 도시 환경에서도 라우팅이 가능해야 이상적인 라우팅 프로토콜일 수 있다. 따라서 이러한 빈번한 라우팅 변경, 상호 연결성, 인접노드에 대한 정확한 목적지 노드까지의 패킷전달 가능성을 고려한 라우팅 프로토콜을 제안하고자 한다. 제안하는 라우팅 프로토콜도 예측기반 라우팅 프로토콜 속하며 사전에 다음 홉에 대한 연산으로 DGRP처럼 부하가 발생하지만 전체적인 라우팅 효율성과 성능 측면에서 다른 라우팅 프로토콜보다 좋은 결과를 나타내고 있다.

제한한 라우팅 프로토콜은 DGPR의 장점을 유지하고 주행방향의 변수를 고려한 VANET 라우팅 프로토콜 기법이다. 주행방향의 이웃노드를 활용하여 다음 이동 경로를 예상하여 상대적인 목적지의 이동경로를 파악함으로써 시야에 가려진 이동경로를 연산하는 기법이다. 변화하는 지형과 방향에 좀 더 탄력적인 라우팅을 특징으로 한다.

Algorithm 1 Pseudo code for proposed protocol

Notations:

- currentnode: current packet carrier
- loc_c : location for currentnode
- \vec{v}_c : speed vector for currentnode
- dest: destination for the packet
- loc_d : location for dest
- nextHop: node selected as next hop
- n_i : the ith neighbor
- loc_i : location the ith neighbor
- \vec{v}_i : the speed vector of the ith neighbor

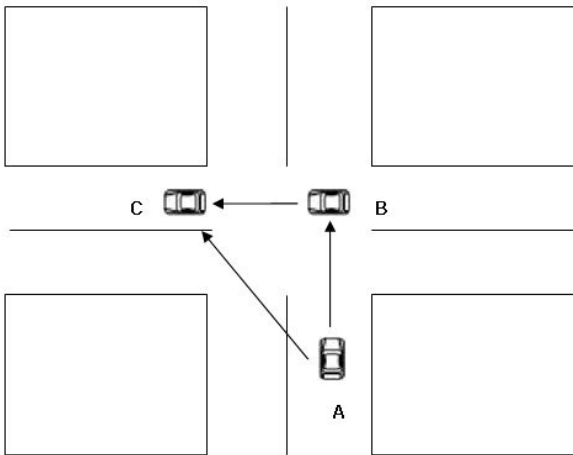
```

1:  $loc_c \leftarrow getLocation(currentnode)$ 
2:  $\vec{v}_c \leftarrow getVelocity(currentnode)$ 
3:  $loc_d \leftarrow getLocation(dest)$ 
4:  $D_c = distance(loc_{current}, loc_{dest})$ 
5:  $\vec{p}_{c,d} = loc_d - loc_c$ 
6:  $W = \beta \times \cos(\vec{v}_c, \vec{p}_{c,d})$ 
7: nextHop = currentnode
8: for all neighbors of currentnode do
9:    $loc_i \leftarrow getLocation(n_i)$ 
10:   $\vec{v}_i \leftarrow getVelocity(currentnode)$ 
11:   $D_i = distance(loc_i, loc_d)$ 
12:   $\vec{p}_{i,d} = loc_d - loc_i$ 
13:   $\vec{p}_{c,i} = loc_i - loc_c$ 
14:   $W_i = \alpha \times (1 - D_i/D_c) + \beta \times \cos(\vec{v}_i, \vec{p}_{i,d}) + \tau \times \tan(\vec{p}_{i,d}, \vec{p}_{c,i})$ 
15:
16:  if  $W_i > W$  then
17:     $W = W_i$ 
18:    nextHop =  $n_i$ 
19:  end if
20: end for
21: if nextHop  $\neq$  currentnode then
22:   forward the packet to nextHop
23: else carry the packet with currentnode
24: end if

```

α , β 와 τ 는 각 상관계수의 가중치이며 $\alpha + \beta + \tau = 1$ 이다. 각 요소의 가중치 비율은 $\alpha > \beta > \tau$ 로 할당한다. α 의 수치가 가장 큰 이유는 이동차량이 목적지 노드와 떨어져 있는 경우 수치가 매우 작아지기 때문에 상관관계 차이로 α 수치를 가장 높게 배정한다. β 와 τ 는 상대적으로 낮게 배정하여 알고리즘에 포함되어 유기적으로 작동한다.

D_i 는 노드로부터 목적지 노드까지의 최단거리이다. D_c 는 전송노드와 목적지노드까지의 최단거리이다. D_i/D_c 는 다음 후보노드의 최근접도이다. \vec{v}_i 는 노드의 속도벡터이다. $\vec{p}_{i,d}$ 는 노드위치부터 목적지 노드위치까지의 벡터이다. $\cos(\vec{v}_i, \vec{p}_{i,d})$ 는 두 벡터에 의해서 만들어지는 각의 코사인 값이다. $\tan(\vec{p}_{i,d}, \vec{p}_{c,i})$ 는 두 벡터의 의해 만들어지는 탄젠트의 각 값이다. 이는 상대속도를 이용한 수학적 접근방식이며 GPSR과 DGR 라우팅의 직선도로 주행이 아닌 회전주행시의 노드탐색 취약성을 해결할 수 있으며 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 분기도로에서의 포워딩

2) 실험 방법

시뮬레이션의 중요한 모델은 가능한 현실적인 VANET의 현실세계 제약을 유지시키는 것이다. 현실세계 제약은 거리배치, 교통 교차점 그리고 논리적 차량 흐름들이다. 시뮬레이션의 요소는 현실세계에서 시뮬레이션의 결과는 실제적인 프로토콜의 성능을 반영하기 때문에 시뮬레이션에 앞서서 VANET에서 이동 모델을 선택하는 것은 중요하다. VANET 시뮬레이션 시에 두 가지의 고려사항이 있다. 첫째 차량 간의 통신 구성 측면이다. 두 번째, 이동 모델을 선택하는 것이다. 네트워크 시뮬레이터는 Network Simulator 2(ns-2)[4]로 선택하였다. NS-2는 802.11 MAC Layer를 기반으로 하는 무선 네트워크를 지원하는 오픈소스 네트워크 시뮬레이터이다. NS-2는 객체 기반 이벤트 기반 네트워크 시뮬레이터이다. MOVE (Mobility model generator for VANET)[11]는 VANET 시뮬레이션을 위한 현실적인 이동 모델을 빠르게 생성하는데 있어 사용자에게 도움이 되는 툴이다. MOVE는 맵 형성 제작과 실제적인 차량 흐름을 제공한다. 이러한 기능은 라우팅 프로토콜을 시뮬레이션에서 ns-2가 좀 더 현실적인 접근방식을 제공할 수 있다. 구현은 SUMO (Simulation of Urban Mobility) traffic simulator[5]와 ns-2를 사용한다. SUMO는 맵을 사용하는 시각적인 로드

배치와 생성에 사용되어지는 프로그램이다. MOVE는 ns-2 이동 trace-files을 생성하기 위해 맵 파일이 요구되어진다. 그러므로 SUMO는 현실세계 맵으로부터 차도를 생성하거나 맵을 생성한다. 현재 MOVE는 dat-files(.dat)로 생성되며 맵은 Tiger Map database[6]로부터 맵이 생성된다. Tiger Map database는 미국의 주요도시의 도시 맵을 포함하고 있다. 본 시뮬레이션에서는 미국 West University 맵을 이용하였다.

4. 성능 평가

다음 <표 1>에서 제시된 조건으로 성능을 평가하였다. flow설정을 통하여 반대 방향의 차량 주행, 교차로 주변의 회전주행 등의 요소들 반영하여 좀 더 현실적인 환경을 조성하였다.

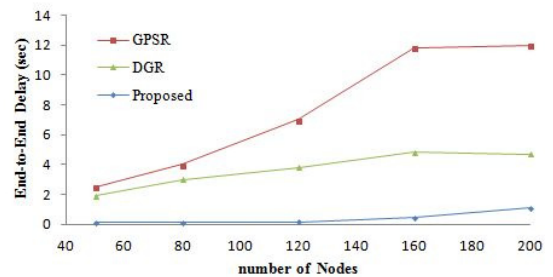
1) Simulation Parameters

<표 1> Simulation Parameters

Parameter	Value
Routing Protocol	GPSR, DGR, Proposal
Ns-2 Version	NS-2.33
Communication range	250 (m)
Packet Size	512 bytes
Number of Nodes	50,80,120,160,200
Map topology	2400 (m) x 2400 (m)
Map Source	Tiger Database
Vehicle speed	20 ~ 100 (km/h)
MAC Protocol	802.11 DCF
Vehicle Beacon Interval	0.5 (s)
CBR rate (packets/sec)	0.1, 0.2, 0.5, 0.8, 1, 2, 3, 4
Different RNG seed	2, 4, 6, 8, 10

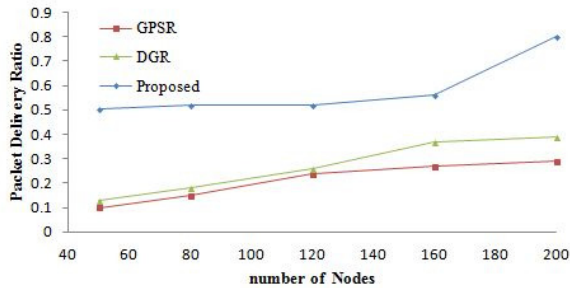
2) 실험 결과 및 분석

다음 도표에서 가로축은 노드의 수를 나타내며 세로축은 각각 평가요소의 측정된 수치범위를 나타낸다. 노드 수는 50부터 성능평가를 시작하여 노드 수 200까지 제한을 하였으며 평가대상은 GPSR, DGR, 제안한 프로토콜로 제한을 하였다.



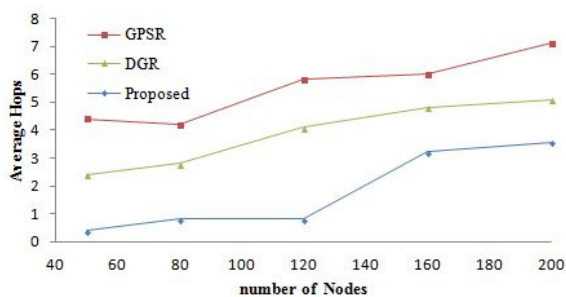
(그림 2) End-to-End Delay

(그림 2)는 End-to-End Delay 비교 그래프이며 제안한 프로토콜이 GPSR, DGR 라우팅 프로토콜보다 우수한 성능을 보이고 있다. 노드 수 160부터 점차 지연현상이 조금씩 증가하고 있다.



(그림 3) Packet Delivery Ratio

(그림 3)은 Packet Delivery Ratio 비교 그래프에서도 GPSR, DGR 보다 우수한 패킷전달비율을 유지하고 있다. 노드 수 160부터 제안한 프로토콜이 패킷전달비율이 현저히 증가한다.



(그림 4) Average Hops

(그림 4)는 Average Hops 비교 그래프에서 제안한 프로토콜이 GPSR, DGR 라우팅 프로토콜보다 처리율이 향상 되었다. 참고로 낮은 Hop count는 최적화된 라우팅 프로토콜 조건 중의 한 요소이다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서 새로운 VANET 라우팅 프로토콜을 위한 기존의 VANET 라우팅 프로토콜에 대한 전반적인 이해를 통하여 관련 기존 라우팅 프로토콜의 문제점 해결에 접근하였다. 또한, VANET에 필요한 특성을 이용하여 개선된 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 시뮬레이션 결과는 패킷지연시간과 오버헤드가 감소하였고 패킷 전달비율이 증가하였다.

향후 연구방향은 본 연구를 바탕으로 하여 제안한 라우팅 프로토콜을 보다 다른 여러 조건에서의 성능평가를 수행하여 제안한 라우팅 프로토콜을 개선하고자 한다.

참고문헌

- [1] Karp, B. and H.T. Kung. GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for wireless networks. in 6th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM 2000), August 6, 2000 - August 11, 2000. Boston, MA, USA: ACM.
- [2] Kevin C. Lee, "Survey of Routing Protocols in Vehicular AdHoc Networks," Oct, 2009.
- [3] J Gong, CZ Xu, James Holle, "Predictive Directional Greedy Routing in Vehicular Ad hoc Networks," icdcs, pp.2, 27th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'07), 2007.
- [4] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [5] Simulation of Urban Mobility (SUMO). Retrieved January 16, 2010, from http://sourceforge.net/apps/mediawiki/sumo/index.php?title=Main_Page.
- [6] Tiger, Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing system. US Census Bureau. Retrieved January 16, 2010, from <http://www.census.gov/geo/www/tiger/>.
- [7] Seet, B.-C., Liu, G., Lee, B.-S., Foh, C. H., Wong, K. J., Lee, K.-K. (2004), "A-STAR: A Mobile Ad Hoc Routing Strategy for Metropolis Vehicular Communications." NETWORKING 2004, 989-999.
- [8] C. Lochert, M. Mauve, H. Füller, H. Hartenstein, "Geographic routing in city scenarios", ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review(MC2R), vol.9, no.1, pp. 69-72, 2005.
- [9] Lochert, C., Hartenstein, H., Tian, J., Fussler, H., Hermann, D., Mauve, M. (2003), "A routing strategy for vehicular ad hoc networks in city environments," Intelligent Vehicles Symposium, 2003. Proceedings. IEEE , vol., no., pp. 156-161, 9-11 June 2003.
- [10] Lee, K.C.; Lee, U.; Gerla, M. (2009), "TO-GO: TOpology-assist geo-opportunistic routing in urban vehicular grids," Wireless On-Demand Network Systems and Services, 2009. WONS 2009. Sixth International Conference on , vol., no., pp.11-18, 2-4 Feb. 2009.
- [11] http://lens.csie.ncku.edu.tw/Joomla_version/index.php/research-projects/past/18-rapid-vanet