



A Two-way Packet Transmission to Reduce Network Fragmentation for 802.11p WAVE

Gea-Hee Kim, Hyun-Ju Kim, Chang-Geun Kim*

GyeongNam National University of Science and Technology

ABSTRACT

VANET (Vehicular Ad-hoc Network) is largely influenced by the characteristic of the street and the mobility of the vehicles in an inner-city intersection as a network. In this model, an insufficient amount of vehicles can often leads to network connection failure. In addition, there will be increase in the number of nodes secondary to the switching in between different modes in order to find the next node, which can further delay the packet transfer process. In this study, we are proposing a new algorithm by improving the GBSR protocol to transfer a packet in a forward direction and sending the copy in a reverse direction concurrently. Because this method transfers the same packet to two different directions, there will be a decrease in the probability of network failure as even if the packet transferred to one direction fails to deliver, the other packet can still reach the destination via another direction. In addition, the network traffic will not worsen due to the fact one can choose to send a packet in a direction without being influenced by the amount of available vehicles as one copy of the packet will be directed to a shorter distance to the destination while another copy will be directed to a different route.

© 2014 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Two-way Packet Transmission, GPSR, GBSR, VANETs

ARTICLE INFO: Received 6 August 2014, Revised 10 October 2014, Accepted 10 October 2014.

1. 서론

*Corresponding author is with the Department of Computer Science & Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, 150 Chiram-Dong, JinJu, Gyeongnam 660-758, KOREA.
E-mail address: cgkim@gntech.ac.kr

자동차 산업은 국가적 기간산업으로 최근에는 지능형 자동차와 통신을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. V2V(Vehicle-to-Vehicle)은 도로의 특

성 및 차량 구성장치의 특성으로 인해 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing)[1] 과 같은 지리기반 라우팅 프로토콜에 매우 적합하고 유용하다. 이와 같은 ITS(Intelligent Transportation System)의 핵심 기술은 통신경로를 탐색하고[2] 유지하는 라우팅 프로토콜 설계가 중요하다. VANET(Vehicular Ad-hoc Network)의 네트워크 구조[3]는 애드 혹 방식의 V2V와 무선랜 방식의 V2I(Vehicle-to-Infrastructure), 그리고 애드 혹 방식과 무선 랜 방식을 혼합한 하이브리드 방식이 있다. 자동차들은 자체 내장시스템만으로 무선 링크를 통해 네트워크를 구성하여 차량끼리 통신이 가능하다. 2006년 5월 25일 승인된 IEEE 802.11p WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments)[4]의 PHY 계층과 MAC 계층은 차량이 고속 주행하는 환경에서 실시간으로 패킷을 전달할 수 있도록 설계되었다. 최소 200km/h의 속도에서 전송반경 1km를 커버할 수 있으며, 차량과 길거리의 통신장치 사이에 5.8 GHz의 주파수 대역을 사용한다. VANET이 다른 무선 기술보다 더 많은 관심을 받는 이유는 차량용으로 설계된 어플리케이션이기 때문이다.

WAVE의 통신기술 중 V2I(Vehicle-to-Infrastructure)는 도로 인프라와 접속을 제공하는 기능으로 요금 징수 서비스와 교통정보 수집 등을 제공하고, V2V는 차량 사이의 무선통신을 이용하여 사고발생, 기상변화, 결빙 등을 신뢰성 있게 알려주어 차량의 안전을 높일 수 있다. 그러나 예측 할 수 없는 차량 밀도 등으로 네트워크의 트래픽이 발생하고 효율적인 경로 선택이 불가능 하다. 본 연구에서는 그리드 환경이 어떤 방향으로 패킷을 전달하여도 목적지에 도달할 수 있다는 특성에 착안하여 네트워크 단절을 줄여주고 패킷의 도달 확률을 높이는 방법으로 GBSR(Greedy Border Superiority Routing: 탐욕경계우위 라우팅)프로토콜[5]을 VANET 환경에 적용시킨 양방향 패킷전송기법을 제안한다.

2. 관련연구

VANET은 MANET(Mobile Ad-hoc Network)[6]의 기본적인 특성을 가지고 있다. 그러나 차량의 높은 이동성으로 토폴로지 변화가 자주 발생하기 때문에 MANET의 OLSR[7], AODV[8], DSR[9]과 같은 정보 기반의 라우팅 방식보다는 지리기반 라우팅 프로토콜이 더 유용하다[10].

2.1 GPSR 프로토콜

GPSR[1] 프로토콜은 목적지를 향해 탐욕 포워딩(greedy forwarding)방식으로 패킷을 전달하고, 포워딩 할 수 없는 로컬 맥시멈에 직면하면 복구모드로 전환하여 로컬 맥시멈을 해결하는 방식이다. 일정한 간격으로 비콘(beacon) 메시지를 주변 노드에 브로드 캐스팅함으로써 주변의 각 노드가 자신의 이웃 노드들에 대한 위치 정보를 저장한다. 저장한 위치정보에 따라 전송 범위 내에서 목적지 노드(destination)와 가장 가까운 이웃노드를 선정하여 이를 중계 노드로 선정하여 패킷을 전달한다.

2.2 GBSR 프로토콜

기존 GPSR 프로토콜은 패킷이 목적지 노드까지 전달되는 과정에서 많은 노드들이 발생한다는 문제점을 가지고 있다. 이에 GBSR은 이웃노드 리스트 관리 기법(ANM: Adaptive Neighbor list Management)과 복구모드에서 무선 커버리지 경계 부위에 있는 노드를 다음 노드로 선정하는 방법으로 노드수를 줄이는 기법을 제안하였다[1]. GBSR 프로토콜은 로컬 맥시멈에 직면하였을 경우 <그림 1>과 같이 복구모드에서 패킷을 무선 적용범위 안의 가장 먼 거리의 노드로 전달함으로써 로컬 맥시멈을 최대한 빨리 탈출한다. 그러나 GBSR 프로토

콜은 복구모드에서 중계되는 노드의 숫자를 줄이고, 로컬 맥시멈에서 빠르게 빠져나올 뿐, 궁극적으로 로컬 맥시멈에 부딪치는 문제점은 해결하지 못했다.

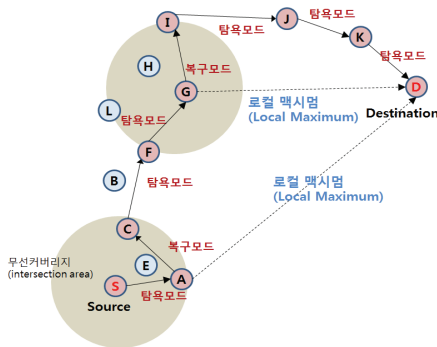


그림 1. 무선 적용범위의 가장 먼 거리 전달
Figure 1. The farthest distance wireless coverage Packet transmission

2.3 차량 밀도를 이용한 라우팅 방식

차량의 밀도가 높은 도로를 선택하여 목적지 노드를 찾아가는 기법[11]으로 GPSR 프로토콜의 비콘 메시지와 비슷하지만 위치 정보 외에도 이동 방향, 도로의 차량밀도 정보를 포함하고 있다. <그림 5>와 같이 탐욕 포위딩을 사용하게 되면 패킷을 보내기 위해 빨간 선의 경로를 선택할 것이다. 가장 가까운 경로이지만 차량의 밀도가 낮아 다음 노드를 찾지 못하는 dead-end 문제가 발생해 네트워크가 단절될 수 있다.[11~12] 차량 밀도를 이용하는 라우팅 기법은 도로의 차량 밀도를 측정하고 유지하기 위해 도로정보테이블(Road Information Table: RIT)를 가지고 있어서 차량이 도로에 진입했을 때 갱신되고 역방향 차량들이 비콘 메시지를 통해 업데이트된다. 이를 이용하여 <그림 2>에서 보듯이 파란색 선의 차량의 밀도가 충분한 경로를 선택하게 된다. VANET 환경에서 효율적인 경로를 선정하여 안

정적인 통신을 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 토폴로지의 변화가 급변할 수 있기 때문에 반드시 밀집 지역이 나타난다는 보장이 없다.

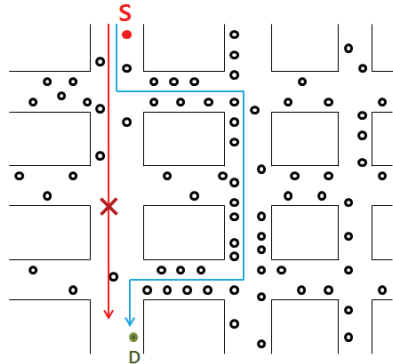


그림 2. 차량 밀도를 이용하여 경로를 설정하는 기법
Figure 2. Density of the vehicle path is set using the technique

3. 양방향 패킷전송기법을 이용한 경로 설계

제안하는 라우팅 기법은 GBSR 프로토콜을 적용하고 전달할 방향이 결정되면 소스 노드는 패킷을 복사하여 다른 방향으로도 전달한다. <그림 3>과 같이 소스 노드는 목적지 노드와 가까운 V1노드에 패킷을 전달하고 V2, V3, V4 노드를 거쳐 목적지 노드에 도착한다. 목적지 노드까지 짧은 경로는 찾았지만, 패킷을 전달하는 과정에서 토폴로지 변화 때문에 다음 노드를 찾지 못하고 네트워크가 단절되는 상황이 올 수 있다. 이에 소스 노드는 패킷을 하나 더 복제하여 목적지 노드와 거리가 멀어지더라도 다른 방향으로 한 번 더 패킷을 전달한다. V' 1노드에 전달하고 V' 1노드는 또다시 V'' 1, V' 2 노드 중 목적지 노드에 가까운 V'' 1노드에 패킷을 전달한다. 만약 V'' 1 노드가 없는 경우 V' 2 노드에 패킷을 전달한다. 패킷은 V' 1, V' 2의 두 방향 중 선택되어 전송된다.

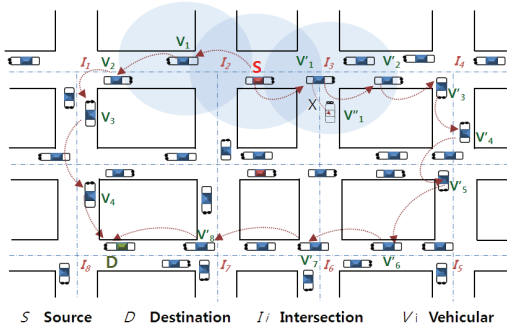


그림 3. 도로에서의 양방향 경로에 패킷을 전송
Figure 3. Packet transmission in a two-way path on the road

GPS로부터 얻은 정보를 활용하고 GBSR 프로토콜을 이용해서 소스 노드에서 목적지 노드까지 최단의 경로를 계산한다. 다음 노드를 선정할 때 위치정보 뿐 아니라 목적지까지의 방향 정보도 고려하여 패킷을 전달한다. 기존 GBSR 프로토콜과 유사한 방법으로 동작하지만 중계노드를 찾는 과정에서 약간의 차이가 있다. 소스 노드에서 전송하고자 하는 패킷이 발생하면 GBSR 프로토콜을 통해 목적지까지의 최단 경로가 설정된다. 소스 노드는 목적지 노드의 위치 정보를 알고 있고, 패킷의 헤더에 위치정보를 담아 비콘 메시지를 이웃노드에게 브로드 캐스팅 한다. 주기적으로 전송되는 비콘 메시지를 받은 이웃 노드들은 패킷에 있는 위치 정보와 시스템에 내장되어 있는 도로정보 DB를 이용하여, 이웃노드 리스트에 있는 노드들 중 다음에 전달할 중계노드의 위치를 계산해 낸 후 다음노드를 결정한다.

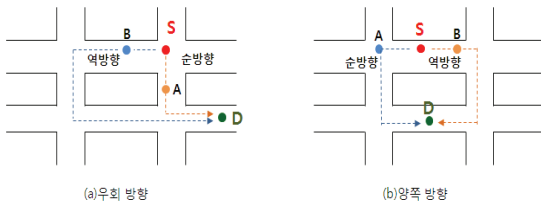


그림 4. 패킷의 전달 방향을 결정하는 방법
Figure 4. A method for determining a packet transmission direction

<그림 4>과 같이 전송 경로가 가장 짧은 쪽으로 방향(direction)을 결정한다. (a)우회 방향과 같이 소스 노드가 교차로 근처에 있을 경우 순방향의 A를 첫 번째 중계노드로 선정하고 원본 패킷을 전송한다. 그리고 역방향(왼쪽방향) B를 두 번째 중계노드로 선정하고 복제 패킷을 전송 한다. (b)양쪽 방향은 소스 노드를 기준으로 순방향의 A를 첫 번째 중계노드로 선정하고 역방향의 B를 두 번째 중계노드로 선정한 후 각각 원본 패킷과 복제 패킷을 전달한다.

표 1. 심벌표기
Table. 1 Notation symbols

심벌	정의
$V_s V_d$	소스 노드, 목적지 노드
$V_{f_i} V_{b_i}$	순방향 중계노드, 역방향 중계노드
N_{list}	주변 노드의 이웃노드 리스트
\overline{xy}	임의의 두 노드간의 직선거리
N	전송범위 안의 노드집합
T	노드의 이동 방향 : 1 또는 0

<표 2>는 순방향과 역방향 중계노드를 선정하는 알고리즘으로 소스 노드와 목적지 노드가 같은 방향으로 이동하고 있다면 transmit_packet에 순방향 중계노드와 1을 대입하여 패킷 전송을 시작한다. 또한 transmit_packet에 역방향 중계노드와 0을 대입하여 다른 방향으로도 패킷전송을 시작한다.

<표 3>은 TTL 값이 유효하지 않은 경우에는 패킷을 폐기한다. TTL값이 유효한 경우에는 V_{f_i} 중계노드가 이웃노드 리스트에 있는 다른 노드와 비교한다. 순방향 중계노드와 중계노드와의 거리($\overline{V_{f_i}, V}$)가 중계노드와 목적지 노드와의 거리($\overline{V, V_d}$)보다 큰 경우 탐욕모드로 전달하고 반대인 경우에는 복구모드로 전달한다.

표 2. 양방향 전송 알고리즘
Table. 2 Two-way transmission algorithm

```

01  X send MSG to N // 비콘 메시지 수신
02  copy Vs to Vf1, Vb1
03
04  if T = 1 then
05      transmit_packet(Vfi, T) // 순방향
06      transmit_packet(Vb1, T-1) // 역방향
07  else
08      transmit_packet(Vf1, T)
09      transmit_packet(Vb1, T+1)
10  end if
    
```

표 3. 순방향 패킷 전송 알고리즘
Table. 3 Forward packet transmission algorithm

```

01  transmit_packet(Vf1, T)
02  ∀ V ∈ Nlist do
03      if TTL > 0 then
04          if Vf1, V > V, Vd then
05              greedy_arrive(Vf1, T) //탐욕모드
06          else
07              restore_arrive(Vf1, T) //복구모드
08          else
09              packet_disuse //패킷단절
10              break
11          else if
12  end for
    
```

이후, TTL이 종료되지 않은 노드들이 다른 노드로부터 같은 패킷을 받게 되면 타이머를 0으로 재설정 후 해당 패킷을 제거한다. 같은 번호의 패킷이 목적지에 도달한 경우 처음에 도착한 패킷은 선정되고 이후에 도착한 패킷들은 폐기된다.

4. 시뮬레이션 및 결과

차량은 격자 형태로 구성되어 있는 도로만 따라서 움직일 수 있도록 설계 되었고 C++프로그램으로 실험하였다. 본 연구에서 비교 분석할 성능평가의 지표로는 패킷전송 성공률이 동일한 조건에서 네트워크 단절률과 패킷전송 성공률이 다른 조건에

서 네트워크 단절률을 사용하였다.

표 4. 시뮬레이션 파라미터들
Table. 4 The simulation parameters

파라미터	값
시뮬레이션 영역	2500m × 2500m
전송범위(유효범위)	500m(전송범위의 70%)
노드 간 패킷전송성공률	15% ~ 55%
비콘 주기	1 초
교차로 수	16개

<그림 5>은 의 실험은 패킷전송 성공률을 GBSR인 경우 15 ~ 55로 하였고, 제안하는 프로토콜인 경우 순방향과 역방향에는 각각 15 ~ 55설정하여 실험하였다. 네트워크 단절률이 패킷전송 성공률에 반비례하는 것은 전송범위 내에 이웃 노드들이 많아지고 이로 인해 안정적인 라우팅 경로를 선택할 수 있기 때문이다. 그림과 같이 노드 간 패킷 전송 확률을 15로 설정한 경우에 제안하는 프로토콜의 네트워크 단절이 10%정도 줄어든 것으로 확인되었다. 그러나 25, 35, 45, 55로 올라 갈수록 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

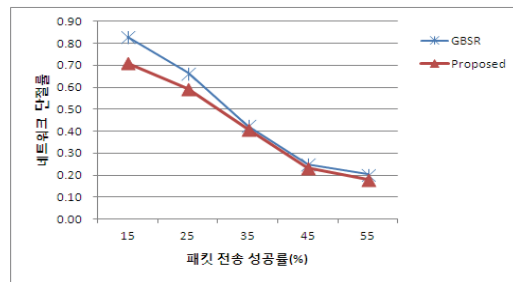


그림 5. 노드 간 패킷이 전송될 확률이 동일한 조건에서 네트워크 단절률

Figure 5. Network disconnection rate under the same conditions of the probability of a packet to be transmitted between nodes.

<그림 6>는 노드 간에 패킷이 전송될 확률을 두 조건에 랜덤하게 설정하여 실험 하였다. GBSR 프로토콜은 15 ~ 55로 하였고, 제안하는 프로토콜은 순방향에는 15 ~ 55로 역방향에는 70로 설정하여

실험하였다. 노드 간 패킷 전송률이 15이내인 경우에는 제안하는 프로토콜의 네트워크 단절이 30%정도 줄어들었다. 노드 간 패킷 전송 확률이 25인 경우는 25% , 25인 경우에는 20%이었고 45와 55 일 때는 10%밖에 차이가 나지 않았다. 노드 간 패킷 전송 확률이 낮은 경우에는 한 방향으로 패킷을 전송하는 것보다 다른 방향으로 한 번 더 패킷을 전송하여 목적지에 도달할 확률을 높일 수 있었다.

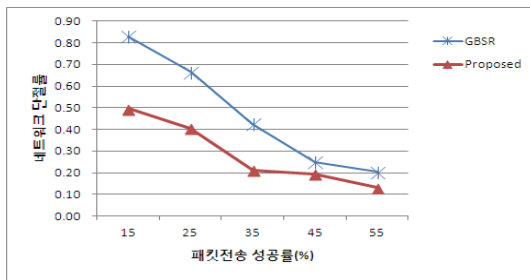


그림 6. 노드 간 패킷이 전송될 확률이 다른 조건에서 네트워크 단절률

Figure 6. Network disconnection rate under the different conditions of the probability of a packet to be transmitted between nodes.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서 제안한 양방향 패킷전송기법은 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 경로가 양방향이므로 패킷이 목적지에 도착할 확률은 높아지고 네트워크의 단절률은 떨어진다. 둘째, 차량의 밀집도가 높은 경로를 찾지 않아도 되며, 밀도가 높은 경로와 낮은 경로 상관없이 둘 다 중계노드로 이용할 수 있다. 본 연구는 응급상황에서 텍스트 형태의 패킷을 전달하기에 적합하다. 양방향 패킷전송기법은 패킷의 단절률은 낮추었으며, 다른 방향으로 각각 패킷을 전달하므로 트래픽도 증가하지 않았다. 향후, 다중의 소스 노드와 목적지 노드가 있는 경우에 트래픽 증가 없이 네트워크 단절을 줄이는 연구가 필요하다.

References

- [1] B. Karp, and H. T. Kung, *GPSR : Greedy perimeter stateless routing for wireless network*, in proc. of ACM/IEEE MOBICOM 2000, pp. 243-254, Aug. 2000.
- [2] ESTI, *Intelligent transport systems*, <http://www.etsi.org/WebSite/technologies/IntelligentTransportSystems.aspx>.
- [3] Hyun Yu, Sanghyun Ahn, and Yujin Lim, *A V2V reliable packet forwarding mechanism for the VANET environment*, Korea Society for Internet Information, 107-111, 2008.
- [4] *Wireless Access for Vehicular Environment*, http://www.standards.its.dot.gov/fact_sheet.asp
- [5] Hyunhee Jang, Sukdae Yu, Jaebok Park, and Gihwan Cho, *An enhanced greedy message forwarding protocol for high mobile inter-vehicular communications*, The Institute of Electronics and Information Engineers, pp. 48-58, 2009.
- [6] *Moblie Ad Hoc Network Working Group*, <http://www.ietf.org/html.charters>.
- [7] T. Clausen, Ed., P. Jacquet, Ed., *Project Hipercom, INRIA, Optimized link state routing protocol(OLSR)*, IETF RFC 3626, October 2003.
- [8] C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das, *Ad hoc on-demand distance vector (AODV) routing*, IETF RFC 3561, July 2003.
- [9] D. Johnson, Y. Hu, and D. Maltz, *The dynamic source routing protocol*, IETF RFC 4728, February 2007.
- [10] Do-Shik An, and Gi-Hwan Cho, *Message delivery schemes in robust of network disconnection for GBSR based VANET routing*, Korea Multimedia Society, pp. 137-140, 2009.
- [11] Hyun Yu, Sanghyun Ahn, and Kwonhee Cho, *A*

routing protocol using the density of vehicle on the road for VANET, The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp. 328-331, 2010.

- [12] Yu Hyun, and Sanghyun Ahn, *A VANET routing protocol based on the road vehicle density information in the city environment*, Korea Information Processing Society, pp. 253-256, 2013.



Gea Hee Kim received the B.S. in the department of agricultural science, M.S. degrees in the department of computer science from Korea

National Open University in 2000, and 2013, respectively. She has worked in the lecture and the software development business since 2000. Her research interests include computer networking, data communication, and Vanet technology.

E-mail address: jenni7@naver.com

802.11p WAVE에서 단절율을 고려한 양방향 패킷전송 프로토콜 설계

김계희, 김현주, 김창근

경남과학기술대학교 컴퓨터공학과

요 약

VANET(Vehicular Ad-hoc Network)은 도심 교차로에서 도로의 특성과 차량의 높은 이동성의 영향을 크게 받는다. 차량의 밀도가 충분하지 못한 경우 네트워크가 단절되는 상황이 자주 발생 할 수 있으며, 또한 다음 노드를 찾기 위한 탐욕모드와 복구모드 같은 모드 전환에 따른 노드 수가 증가로 인하여 패킷 전송 지연의 문제가 발생한다. 본 연구에서는 GBSR 프로토콜을 개선하여 순방향으로 패킷을 전달함과 동시에 패킷을 하나 더 복제하여 역방향으로도 전달하는 알고리즘을 제안하였다. 두 배수로 패킷을 전달하므로 한쪽 방향의 패킷이 단절되더라도 다른 한쪽 방향의 패킷이 목적지 노드(destination)에 도달할 수 있으므로 네트워크의 단절이 감소 될 수 있다. 또한 하나의 패킷은 목적지와 가까운 방향으로 전달하고, 또 다른 패킷은 다른 방향으로 전달하므로 차량의 밀도와 상관없이 경로를 선정할 수 있으며 트래픽도 증가하지 않는다.



Hyun Ju Kim received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in computer science from Gyeongsang National University and Soongsill University,

Korea in 1988, 1990, and 2000, respectively. Since 2002 he has been with Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea. He is currently professor in the Department of Computer Science & Engineering. His research interests include Information Retrieval, XML, and Mobile Programming.

E-mail address: khj@gntech.ac.kr

감사의 글

본 논문은 경남과학기술대학교의 2013년도 기성회 연구비 지원에 의해 연구되었음.



Chang Geun Kim received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in computer science from Gyeongsang National University and Gyeongnam University,

Korea in 1985, 1991, and respectively. Since 1995 he has been with Gyeongnam National University of Science and Technology, Korea, Where he is currently professor in the Department of Computer Science & Engineering. His research interests include computer networking, data communication, and e-business.

E-mail address: cgkim@gntech.ac.kr