

# 차량 간 통신에서 전송시간이 단축된 개선 GBSR 프로토콜 설계

김창근\*, 정선미\*\*, 김현주\*\*\*

## 요약

차량 간 통신에서 위치기반 라우팅 프로토콜인 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing) 프로토콜보다 GBSR(Greedy Border Superiority Routing) 프로토콜이 무선 커버리지 경계부분의 노드에게 패킷을 전달함으로써 중계노드의 수를 감소시켜 성능이 더 우수한 것으로 알려져 있다. 기존의 GBSR 프로토콜은 네트워크 단절에 중점을 두어 패킷의 전송시간 및 전송속도를 고려하지 않아 도로 위의 교통사고나 응급환자 수송, 범죄와 같은 긴급 메시지를 전달함에 있어 빨리 도착하지 못하는 단점이 있다. 본 논문에서 도로를 직선도로와 교차도로로 구분하여 다음 노드 선정하는 방법을 정하고, 속도가 빠른 노드에게 패킷을 전송하는 GBSR 프로토콜을 제안한다.

## Design of Reducing Transmission Time to Improvement GBSR Protocol in Vehicle-to-Vehicle

Chang-Geun Kim\*, Seon-Mi Jeong\*\*, Hyunju Kim\*\*\*

## ABSTRACT

Among vehicle inter-communication systems GBSR(Greedy Border Superiority Routing) protocol has outstanding performances by forwarding packets to a node in the boundary portion of the wireless coverage can reduce the number of relay nodes since GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing) protocol is location-based routing protocol. Existing GBSR protocols, do not consider transmission time and velocity but take into account network rupture, raise a delay in rapid message transmission about traffic accidents, transportation of emergency patients, crime on the road. In this paper, we provide a GBSR protocol that defines how to select next node after roads are divided into straight road and intersection, transmits a packet to fast velocity nodes.

Key Words : Vhicle Ad-hoc Networks, Greedy Forwarding, Greedy Border Superiority Routing, Routing Protocol, Adaptive Neighbor List Management

---

\* 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과 (✉ cgkim@gntech.ac.kr)

\*\* 경남과학기술대학교 IT융합공학과

\*\*\* 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과

· 제1저자(First Author) : 김창근 · 교신저자(Correspondent Author) : 김현주

· 접수일(2013년 11월 22일), 수정일(1차 : 2013년 12월 9일), 게재확정일(2013년 12월 13일)

## I. 서 론

자동차산업이 발달하면서 운전자의 안전과 교통 흐름의 개선을 위해 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation System)[1] 기술에 대한 연구가 활발히 진행 되고 있다. ITS의 핵심기술인 VANET(Vehicular Ad-hoc Network)은 인프라 없이 차량 간 무선 통신을 가능하도록 하는 네트워크이다. 차량 간 무선 통신은 도로에서 일어날 수 있는 차량 간 사고를 예방하기 위하여 사용되거나 사고의 연속 발생을 막기 위하여 사용되어 충돌사고 등 긴급 상황에 대한 예측 및 대처가 가능하도록 지원하는 기술이다[2].

ad-hoc 네트워크에서는 기지국 없이 노드 간 통신을 해야 하기 때문에 노드 스스로 통신 및 경로탐색을 할 수 있는 라우팅 프로토콜 설계가 중요하다. VANET의 라우팅 프로토콜은 크게 토폴로지 기반(Topology-based)과 위치 기반(Position-based)으로 구분할 수 있는데 토폴로지 기반은 FSR[3], AODV[4], TORA[5], DSR[6] 등이 있고, 위치기반은 GSR[7], GPSR[8], GBSR[9] 등이 있다. 차량의 노드 이동성과 높은 밀도, 노드들의 빈번한 토폴로지 변화가 생기는 VANET에서는 토폴로지 기반 보다 위치기반 라우팅 프로토콜이 더 적합하다[10].

위치기반의 대표적인 라우팅 프로토콜인 GBSR은 이웃노드 리스트 관리(ANM: Adaptive Neighbor list Management)를 통하여 GPSR보다 성능이 향상되었지만 탐욕경계우위 부분의 중계노드의 수를 줄이더라도 패킷 전송의 지연시간이 초래되는 문제는 여전히 남아있다.

이에 본 논문에서는 GBSR 환경에서 개선된 비콘 메시지를 이용하여 효율적인 이웃노드 관리를 통한 패킷 전송속도의 향상과 패킷 전송시간이 단축된 프로토콜 설계를 제안한다.

## II. 이론적 배경

### 2.1 GBSR 프로토콜

GBSR 프로토콜은 탐욕경계우위 프로토콜이라고도 한다. GPSR의 복구 모드 시 발생하는 문제점을 해결하기 위한 프로토콜로서 GPSR과 동일하게 그리디 포워딩 방식을 사용하는 위치기반 라우팅 프로토콜이다. GBSR도 로컬맥시멈에 직면하면 복구모드로 변환하여 패킷을 전송하지만 복구 모드 시 패킷을 무선 커버리지 내의 가장 먼 거리의 노드로 전송함으로써 로컬맥시멈을 최대한 빨리 탈출할 수 있다. 그리고 이웃노드 리스트 관리기법을 사용하여 이웃노드 리스트 상에 이웃노드가 아닌 노드를 포함하거나 이웃노드임에도 리스트에 포함하지 않은 stale노드가 발생할 가능성을 줄일 수 있다[11].

<그림 1>와 같이 A에서 D까지 로컬맥시멈에 직면하자 복구모드로 사용되며 A→C와 C→G에서처럼 무선 커버리지 내의 가장 먼 거리 노드로 패킷 전송하여 복구모드를 빨리 탈출한다. 이처럼 GBSR은 복구 모드 시 중계노드의 숫자를 줄였지만 패킷 전송시간 지연 등의 문제점은 여전히 남아있다.

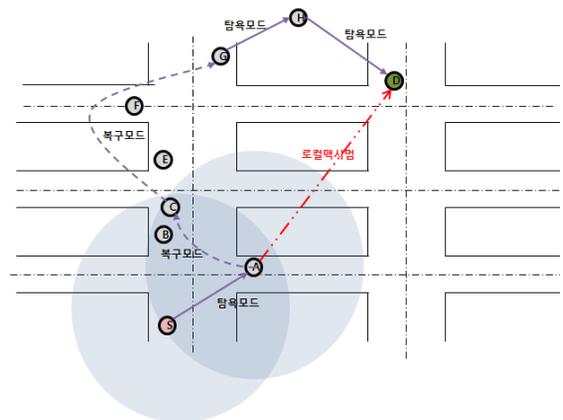
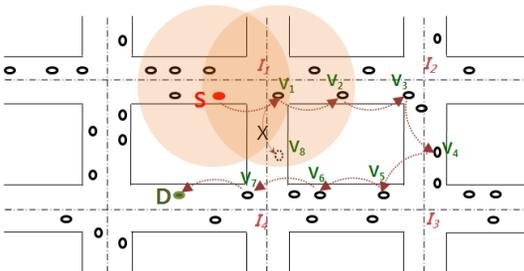


그림 1. GBSR 프로토콜의 패킷 전송 과정  
Fig 1. Packet transmission of GBSR protocol

## 2.2 GBSR을 이용한 교차로모드

GBSR을 이용한 교차로 모드에서 최단거리를 찾아 패킷을 전달할 경우 <그림 2>와 같이  $V_1$  노드가  $I_1$  교차로에서  $V_8$  노드를 만나지 못할 경우 자신의 패킷을 복제하여  $I_1$  교차로에 진입하는 다른 노드에게 전달하고  $V_8$  노드가 나타날 때까지 대기한다. 한편 원본 패킷은 다른 경로  $V_2$  노드에게 패킷을 전달하고  $V_2$  노드는 다시  $V_3$  노드에게 전달하는 방식으로 목적지노드까지 반복적으로 패킷을 전달한다[12]. 그러나  $I_1$  교차로에서  $V_8$  노드를 언제까지 기다려야 할지 시간을 정할 수 없고, 매 교차로마다 같은 상황이 발생할 경우 복제되는 패킷의 양은 늘어나게 되어 다음 노드를 선정하는 시간이 지연되는 문제점을 가지고 있다. 이는 기존의 교차로모드에서 패킷전송 시간과 속도를 고려하지 않았음을 의미한다.



S Source D Destination I Intersection  $V_i$  Vehicular  
그림 2. 교차로모드에서 패킷을 전송하는 GBSR 프로토콜

Fig 2. GBSR protocol transmitting packet at the intersections mode

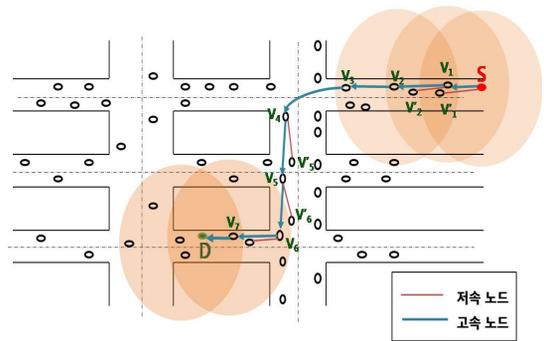
## III. 제안 라우팅 알고리즘

II장의 이론적 배경에서 살펴본 내용을 개선하기 위해서 본 논문에서는 개선된 비콘 프레임을 이용하여 이웃노드 리스트 관리를 통한 전송속도 향상 및 전송시간이 단축된 패킷 전송 기법을 제안한다.

## 3.1 제안 이웃노드 선정 방법

GPS로 획득된 정보를 활용하여 GBSR 알고리즘을 통해 출발지에서 목적지까지 최단의 경로를 계산한다. 패킷 전송에 있어서 적절한 다음 노드 선정이 중요하기 때문에 제안하는 알고리즘에서는 다음 노드 선정 시 위치정보 뿐만 아니라 목적지까지의 도로 정보 및 차량의 속도를 고려하여 결정한다. 그리고 이웃노드 리스트 관리를 통하여 주기적으로 전송되는 비콘메시지를 수신하여 자신의 이웃노드를 관리한다.

<그림 3>과 같이 소스 노드는 목적지노드까지 최대한 빨리 패킷을 전송하기 위해 직선도로에서는  $V_1, V_2$ 와  $V_1, V_2$  중에서 거리와 상관없이 고속노드인  $V_1, V_2$ 에게 패킷을 전송한다.  $V_3$ 에서 교차로를 만나면 진행모드는 교차로모드로 변경되고, 교차로모드에서는 속도는 제외하고 목적지의 방향과 동일한 방향인지 판단 후 동일한 방향인  $V_4$ 에게 패킷을 전송한다. 이렇게 직선모드와 교차로모드를 이용하여 패킷은  $V_5, V_6, V_7$ 의 노드를 거쳐 목적지노드까지 도착한다. 이처럼 도로 위 긴급 상황에서는 고속노드에게 패킷을 전송함으로써 기존의 GBSR 프로토콜로 패킷을 전송할 때 보다 더 빠르게 목적지까지 도착함을 알 수 있다.



S Source D Destination  $V_i$  Vehicular

그림 3. 비교우위의 고속노드 패킷을 전송하는 GBSR 프로토콜

Fig 3. GBSR protocol transmitting comparative advantage high speed node packet

### 3.2 제안 알고리즘

<그림 4>와 같이 소스 노드에서 전송하고자 하는 패킷이 발생하면 제안하는 알고리즘을 통하여 목적지 노드까지 최단 경로가 설정된다. 이 과정에서 주기적으로 전송되는 비콘 메시지를 통해 이웃노드의 속도와 방향 등의 정보를 수신한다.

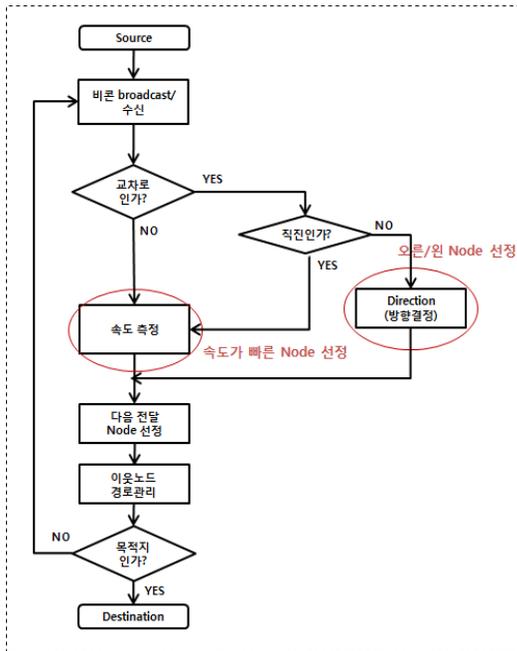


그림 4. 제안하는 라우팅 알고리즘  
Fig 4. The Proposed of Routing Algorithm

소스 노드에서 시작하여 중계노드 및 목적지노드까지 패킷을 전송하기 위해 노드가 위치하는 도로가 직선도로인지 교차로인지 현재 위치를 파악한다. 직선도로 및 교차로에서의 직진방향인 경우에는 목적지까지 이동하고 있는 방향이 동일하므로 속도가 빠른 노드를 다음 전달노드로 선정한다.

속도가 빠른 노드에게 패킷을 전송하는 방법은 우선, 전송 반경인 무선 커버리지 내에서 가장 먼 노드 2개를 선정하여 순간속도를 측정하고 비교하여 속도가 빠른 노드에게 패킷을 전달한다. 만약, 같은 속도일 경

우는 무선 커버리지 경계부위에 가장 가까운 노드에게 패킷을 전달한다. 이때, 노드  $a$ 시점의 위치를  $f(a)$ 라고하면 순간속도를 계산하는 방식은 식1과 같다.

$$f'(a) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(a + \Delta x) - f(a)}{\Delta x} \quad (1)$$

교차로를 만나면 직진노드에게 패킷을 전달할지, 우회하는 노드에게 패킷을 전달할지 방향을 판단해야 한다. 직진노드와 우회노드 중 다음노드를 선정하는 방법은 현재 위치에서 목적지의 방향을 파악하고 목적지까지의 전송거리를 측정하여 짧은 전송거리의 노드에게 패킷을 전송한다. 이때, 짧은 전송거리가 직진하는 노드라면 속도가 빠른 노드에게 패킷을 전송하고, 우회하는 노드라면 속도는 제외하고 방향으로만 다음노드를 선정하여 패킷을 전송한다.

### IV. 시뮬레이션 및 평가

시뮬레이션 모델의 환경은 <표 1>과 같다. 소스 노드에서 목적지노드까지의 경로는 지도상의 교차로 간 최단 경로를 설정할 수 있도록 알고리즘을 적용하였다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터  
Table 1. Simulation Parameter

Parameter	Value
Simulation Area	5000m * 5000m
Number of Node	100 ~ 500
Node Speed	20km/h ~ 80km/h
Beacon Interval	1 second
MAC Protocol	IEEE 802.11 MAC
Packet Size	512byte
Simulation Time	300 seconds

차량 속도에 따른 패킷 전송시간 결과는 <그림 5>과 같다. 기존 GBSR 프로토콜에서는 무선 커버리지

가장 먼 경계부위에 있는 노드에게 패킷을 전달하였고, 제안하는 프로토콜은 이웃노드 리스트 관리를 통하여 무선 커버리지 가장 바깥쪽인 경계부위의 노드 2개를 선정하여 두 노드의 순간속도를 구한 후 속도가 빠른 노드에게 패킷을 전달한다. 노드의 수를 100으로 고정하고 속도를 20~80km/h로 범위 안에서 랜덤하게 변화를 주며 성능을 테스트한 결과, 제안하는 프로토콜이 기존의 GBSR 보다는 약 10%~15%정도 향상된 것으로 확인되었다. 차량의 속도가 낮은 경우에는 패킷 전송시간이 크게 차이는 없지만, 점점 속도가 빨라지면서 순간속도가 빠른 노드에게 패킷을 전송하기 때문에 급격한 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

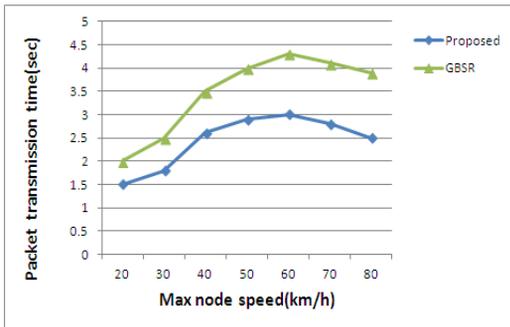


그림 5. 차량 속도에 따른 패킷 전송시간  
Fig 5. Packet transmission time according to the vehicle velocity

<그림 6>은 차량 밀도의 변화에 따른 패킷 전송시간을 나타낸 것이며, 평가는 밀도가 높을수록 노드들의 속도를 동일하게 낮추면서 노드 수에 변화를 주어 테스트한 결과이다. 그래프는 소스 노드가 보낸 패킷을 목적지노드에서 시간별로 카운트하여 평균을 낸 값이다. <그림 6>에서 보듯이 차량의 밀도가 낮은 경우에는 패킷 전송시간이 평균 10%정도 향상되어 빨라졌지만 노드수가 450이상부터는 기존의 GBSR과 유사한 결과를 내는 것을 볼 수 있다. 이는 밀도가 높을수록 노드들의 속도는 떨어지게 되고 정체된 노드에서 더 빠른 노드를 찾을 수 없기 때문이다.

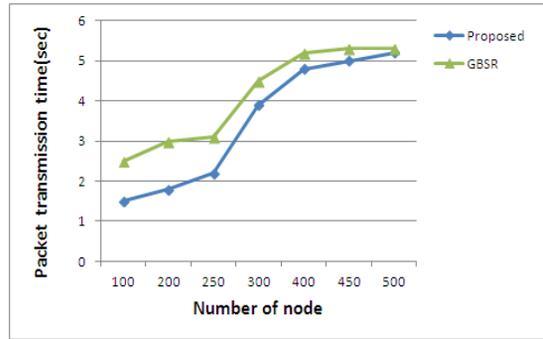


그림 6. 차량 밀도에 따른 패킷 전송시간  
Fig 6. Packet transmission time according to vehicle density

## V. 결론

긴급한 메시지인 경우 목적지노드에 빠른 전송이 필요하며, 이에 본 논문에서는 차량 간 통신에서 패킷의 전송속도를 향상 시켜 전송시간을 단축시키는 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 차량의 속도와 밀도에 변화를 주어 테스트하였고, 그 결과 기존의 GBSR 프로토콜보다 차량 속도 테스트에서는 10~15%정도, 차량 밀도 테스트에서는 10%정도 전송시간을 단축할 수 있었다. 본 시뮬레이션 결과, 도심의 도로에서 제안하는 프로토콜이 기존의 GBSR 프로토콜보다 패킷 전송시간을 단축함을 알 수 있었다. 그러나 차량의 밀도가 높아지는 출퇴근 시간에는 속도 향상을 크게 기대할 수 없으며, 또한 밀도가 아주 적은 심야일 경우 패킷의 단절 문제가 있을 수 있을 것으로 예상된다.

향후 연구에서는 차량의 노드수가 적은 시간대에 주변의 기반 시설을 이용하여 패킷을 전달하는 기법과 교차로에서 다음 노드 선정 시 짧은 전송거리를 선정하더라도 전송의 지리적 거리가 더 멀어지는 특성의 발생 시 해결하는 방법에 대하여 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] ETSI TR 102 638, *Intelligent Transport System (ITS), Vehicular Communications (VC), Basic Set of Applications, Definitions*, V1.1.1, June. 2009.
- [2] J. Luo and J. Hubaux, "A Survey of Inter-Vehicle Communication," *School of Computer and Communications Sciences. EPFL*, CH-1015 Lausanne, Switzerland Technical Report IC, 2004.
- [3] Guangyu Pei, M. Gerla, and Tsu-Wei Chen, "Fisheye state routing: a routing scheme for ad hoc wireless networks," *IEEE International Conference on Communications*, 2000.
- [4] IETF, "Ad-Hoc On-Demand Distance Vector Routing", RFC 3561, Jul. 2003.
- [5] V. D. Park, and M. S. Corson, "A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks," *In Proceedings of 1997 IEEE Conference on Computer Communications (Infocom'97)*, Apr. 1997.
- [6] IETF, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Network for IPv4", RFC 4728, Feb. 2007.
- [7] C. Lochert, H. Hartenstein, J. Tain, Fler, D. Hermann and M. Mauve, "A Routing Strategy for Vehicle Ad Hoc Networks in City Environments" Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV2003), Ohio, USA, pp.156-161. Jul. 2003.
- [8] B. Karp and H.T. Kung, "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks," *in Proc. ACM/IEEE Mobicom 2000*, pp.243-254, Aug. 2000.
- [9] S. Yu, H. Choi and G. Cho, "A New Recovery Method for Greedy Routing Protocols in High Mobile Vehicular Communications," *in proc. IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety 08*, pp.45-50, Sep.2008.
- [10] G. Liu, B. S. Lee, B. C. Seet, C. H. Foh, K. J. Wong and K. K. Lee, "A Routing Strategy for Metropolis Vehicular Communications", *in International Conference on Information Networking (ICOIN)*, pp.134-143, 2004.
- [11] Min-Woo Ryu, Si-Ho Cha, Kuk-Hyun Cho, "An Enhanced Greedy Message Forwarding protocol for Increasing Reliability of Mobile Inter-Vehicle Communication", The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol.47, No.4, pp.43-50, 2010.
- [12] Do-Sik An, Gi-Hwan Cho, "Message Delivery Schemes in Robust of Network Disconnection for GBSR based VANET Routing", Korea Multimedia Society, Vol.12, No.2, pp.137-140, 2009.

## 감사의 글

본 논문은 경남과학기술대학교 2012년도 기성회연구비 지원에 의해 연구되었음.

## 저자소개



김창근(Ghang-Geun Kim)

1985년 경상대학교 컴퓨터과학과(이학사)  
 1991년 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)  
 1999년 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1995년~현재 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과 교수  
 2009년~현재 경남과학기술대학교 컴퓨터정보센터장

※관심분야 : 멀티미디어 통신, 로봇에이전트, VOD



정선미(Seon-Mi Jeong)

2008년 경상대학교 컴퓨터과학과(이  
학사)

2012년~현재 경남과학기술대학교 IT  
융합공학과 석사과정

2011~현재 경남과학기술대학교 컴퓨터정보센터 연구원

※ 관심분야: 네트워크 통신, VANET



김현주(Hyun-Ju Kim)

1988년 경상대학교 컴퓨터과학과(이학  
사)

1990년 숭실대학교 대학원 전자계산학  
과 (공학석사)

2000년 경상대학교 대학원 컴퓨터과학  
과(이학박사)

2002년~현재 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과 교수

※ 관심분야: 정보검색, 모바일 프로그래밍, 데이터마이닝