

논문 2010-47TC-4-7

# 이동하는 차량 간 통신의 신뢰성 향상을 위한 개선된 탐욕 메시지 포워딩 프로토콜

( An Enhanced Greedy Message Forwarding Protocol for Increasing  
Reliability of Mobile Inter-Vehicle Communication )

류 민 우\*, 차 시 호\*\*, 조 국 현\*\*\*

( Min-Woo Ryu, Si-Ho Cha, and Kuk-Hyun Cho )

## 요 약

V2V(Vehicle-to-Vehicle)는 VANET(Vehicle Ad-hoc Network)의 한 형태로 차량 간 통신을 제공하며 차량 안전사고를 줄일 수 있는 해결책으로 알려져 있다. 이러한 V2V는 도로의 특성 및 차량 구성 장치의 특성으로 인하여 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing)과 같은 지리 기반 라우팅 프로토콜이 매우 적합하지만, GPSR의 탐욕모드의 정책에 의해서 stale 노드가 local maximum에 직면하는 문제가 발생한다. 이러한 문제점은 GPSR에서의 복구모드 정책에 의하여 해결될 수 있지만 복구모드 시 전송되는 데이터의 손실이 발생할 수 있다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 V2V 환경에서의 이러한 GPSR 문제를 해결하기 위해 보다 나은 데이터 신뢰성을 제공하는 GPRR(Greedy Perimeter Reliable Routing) 프로토콜을 제안한다. ns-2를 이용한 성능분석 결과 제안된 GPRR이 탐욕모드 시 local maximum에 직면할 가능성을 현저히 줄임으로써 GPSR 보다 우수함을 입증하였다.

## Abstract

Vehicle-to-Vehicle (V2V) is a special type of vehicle ad-hoc network (VANET), and known as a solution to provide communication among vehicles and reduce vehicle accidents. Geographical routing protocols as Greedy Perimeter Stateless Routing (GPSR) are very suitable for the V2V communication due to special characters of highway and device for vehicles. However, the GPSR has problem that appears local maximum by some stale neighbor nodes in the greedy mode of the GPSR. It can lose transmission data in recovery mode, even if the problem is can be solved by the recovery mode of the GPSR. We therefore propose a Greedy Perimeter Reliable Routing (GPRR), can provide more reliable data transmission, to resolve the GPSR problem in the V2V environment. Simulation results using ns-2 shown that the GPRR reveals much better performance than the GPSR by remarkably reducing the local maximum rate in the greedy mode.

**Keywords :** VANET, V2V, Greedy Forwarding, GPSR, Local Maximum Problem.

## I. 서 론

최근 ITS(Intelligent Transportation System)<sup>[1]</sup> 기술의 발전으로 차량 및 운전자의 안전과 교통흐름 개선을 위한 통신 기술의 필요성이 대두 되었으며, 이러한 배경으로 VANET(Vehicle Ad-hoc Network)<sup>[2]</sup> 기반의

차량 통신 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다<sup>[3~4]</sup>. VANET는 기존 모바일 애드 혹 네트워크의 한 형태로 그림 1과 같이 V2V(Vehicle to Vehicle)와 V2I(Vehicle to Infrastructure)로 나뉘며, 높은 이동성과 낮은 전송지연을 수용하도록 설계되어 있다<sup>[5]</sup>. 따라서 이동성의 변화 및 속도의 변화가 많은 VANET 환경에서 기존 MANET(Mobile Ad-hoc Networks)<sup>[6]</sup>에서 사용되는 AODV<sup>[7]</sup>, OLSR<sup>[8]</sup>, DSR<sup>[9]</sup> 기반의 프로토콜보다는 지리기반 라우팅 프로토콜이 더 유용한 것으로 알려져 있다. 지리기반 라우팅 프로토콜은 목적노드 방향으로

\* 학생회원, \*\*\* 정회원, 광운대학교 컴퓨터과학과 (Kwangwoon University)

\*\* 정회원-교신저자, 청운대학교 멀티미디어학과 (Chungwoon University)

접수일자: 2009년10월14일, 수정완료일: 2010년4월13일

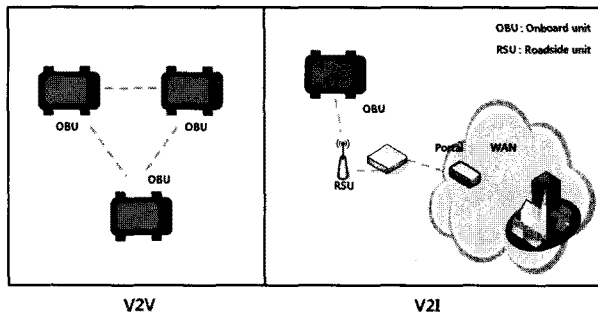


그림 1. 차량 네트워크 구조

Fig. 1. The architecture of vehicular networks.

진행하고 있는 노드들에게 최대한 탐욕적인 형태로 패킷을 전달함으로써 노드의 높은 이동성과 낮은 전송지연을 해결할 수 있기 때문에 차량 통신 네트워크에 매우 유용하다<sup>[10]</sup>.

VANET 환경에서의 대표적인 지리기반 라우팅 프로토콜로는 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing)<sup>[11]</sup>이 가장 많이 알려져 있다. GPSR은 자신이 전송할 수 있는 노드들 중에서 목적지 노드에 가장 가까운 노드를 선택하여 데이터를 전송하는 프로토콜이다. 하지만 GPSR은 전송 범위를 벗어난 stale 노드를 이웃노드로 유지할 수 있기 때문에 탐욕모드 정책에 의하여 전송 범위를 벗어난 stale 노드가 다음 중계노드로 선정될 수 있다. 이것은 결국 local maximum에 직면하는 문제를 야기한다<sup>[12-13]</sup>. 이러한 local maximum 문제는 GPSR의 복구모드 정책에 의하여 해결할 수 있지만 복구모드 시 중계노드의 숫자가 늘어나면서 데이터의 손실이 발생할 수 있으며, 또한 목적지 방향의 노드가 나타나지 않을 경우 계속적인 복구모드로 인하여 높은 지연시간을 초래하는 문제점이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에 GBSR(Greedy Border Superiority Routing)<sup>[14]</sup>이 발표되었지만, 이것은 복구모드에서의 탐욕 경계 우위만을 지원하기 때문에 근본적인 문제인 local maximum에 직면하는 문제를 해결하지는 못한다. 따라서 본 논문에서는 지리기반 라우팅 프로토콜 사용 시 local maximum에 직면하는 가능성을 줄이고 데이터의 신뢰성을 높이는 GPRR(Greedy Perimeter Reliable Routing) 프로토콜을 제안한다. GPRR의 기본 아이디어는 이웃한 주변의 노드의 1-hop 노드의 위치정보를 주기적인 Hello 메시지를 통하여 확인하는 것이다. 이에 따라 기존 GPSR에서의 전송범위가 벗어난 stale 노드가 다음 중계노드로 선정되는 문제점을 해결하는 동시에 local maximum에 직

면할 가능성을 현저히 줄이면서 데이터 전송에 참여하는 중계노드의 숫자를 줄임으로써 신뢰성을 향상시키는 것이다.

본 논문의 II장에서는 지리 기반 라우팅 프로토콜과 관련된 기존 연구들을 살펴보고, III장에서는 본 논문에서 제안한 GPRR에 대하여 설명한다. 그리고 IV장에서는 제안된 GPRR의 성능평가를 통해 타당성을 입증하고, V장에서 결론 및 향후 과제를 기술한다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 지리기반 라우팅 프로토콜인 GPSR<sup>[11]</sup>에 대하여 설명하고, 이를 차량 통신 네트워크에서 사용하기 위해 개선한 GBSR<sup>[14]</sup> 프로토콜에 대하여 설명한다. 또한 GBSR 프로토콜이 가진 문제점 분석을 통해 보다 개선된 지리기반 탐욕 포워딩 프로토콜의 필요성을 기술한다.

### 1. GPSR 프로토콜

GPSR<sup>[11]</sup> 프로토콜은 지리기반 라우팅 프로토콜로서 주변 노드의 위치정보에 따라 목적지 노드와 가장 가까운 이웃노드들 중 하나를 선정하여 데이터를 전송한다. 따라서 모든 노드는 이웃노드 리스트에 있는 위치정보를 알고 있어야 하며, 이것은 임의의 노드가 이웃노드들 중 목적지 노드까지 데이터를 전송하기 위한 다음 중계노드를 선정하기 위해서 사용된다.

GPSR의 전송 방식은 탐욕 모드와 복구 모드의 두 가지 라우팅 전송 방식이 사용이 된다. 탐욕 모드는 GPSR의 일반적인 데이터 전송 방식으로 임의의 노드가 목적지 노드로 데이터를 전송할 때 주변 이웃노드들 중 목적지 노드와 가장 가까운 방향에 있는 노드로 데이터를 전송한다. 그러나 임의의 라우팅 노드가 자신보다 목적지 노드에 근접한 적절한 중계노드를 발견할 수 없게 되면 local maximum에 직면하는 문제점이 있다.

그림 2와 같이 A 노드가 목적지 D 노드로 데이터를 전송할 때, A 노드는 자신의 이웃노드들 중 D 노드와 가장 가까운 노드인 B에게 데이터를 전송하게 되고, 중계노드인 B 노드는 자신 이외의 이웃노드들 중 목적지 D 노드와 가장 가까운 중계노드를 발견할 수 없게 됨으로써 local maximum에 직면하게 된다. local maximum에 직면했을 경우, local maximum을 벗어나기 위하여 GPSR의 복구 모드가 사용이 되며, 이때 목적지 노드와 반대되는 방향으로 전송을 시도한다. 이러한 local maximum을

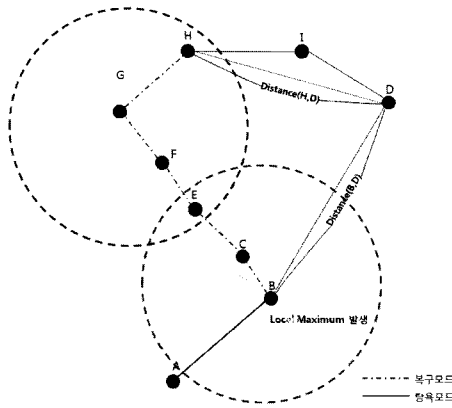


그림 2. GPSR의 동작과정  
Fig. 2. The operation of GPSR.

우회하는 역방향 전송은 우회된 노드에서의 계산된 거리가 직선 복구모드에서 계산된 목적지 노드까지의 거리보다 가까워질 때까지 계속 되며, 위의 조건을 만족하는 경우 복구모드를 벗어나서 탐욕모드로 전송을 다시 시작한다. 따라서 VANET 환경에서의 GPSR을 적용할 경우 복구모드 시 중계노드의 숫자가 늘어나게 되며 이에 따른 데이터의 손실 및 지연시간 증가라는 문제점이 발생하게 된다. 또한 복구모드에서 데이터를 전송하는 노드들은 평탄 그래프를 생성해야 하므로 많은 프로세싱 비용이 발생한다.

2. GBSR 프로토콜

GBSR<sup>[14]</sup>은 GPSR<sup>[11]</sup>의 복구모드 시 발생하는 문제점을 해결하기 위해 제안된 프로토콜로서 GPSR과 유사하게 탐욕 포워딩을 사용하는 위치기반 라우팅 프로토콜이다. 따라서 탐욕모드와 복구모드로 구성된 두 개의 모드로 라우팅 프로토콜이 동작한다. 탐욕모드 시 각 노드는 현재 노드보다 목적지 노드까지 거리가 짧은 노드를 중계노드로 선정하여 데이터를 전송하며, local maximum 현상을 발견한 노드는 복구모드로 변환한다. 하지만 local maximum에 직면하였을 경우 GBSR 프로토콜은 그림 3과 같이 복구모드에서 패킷을 무선 커버리지 내의 가장 먼 거리의 노드로 전달함으로써 local maximum을 최대한 빨리 탈출하는 방법을 제안하였다. 또한 주변 이웃노드 리스트 관리 방법을 제안하면서 이웃노드 리스트 상에 이웃노드가 아닌 노드를 포함하거나 실제로 이웃노드임에도 리스트에 포함되지 않는 stale 노드가 발생할 가능성을 줄이는 이웃노드 리스트 관리기법(ANM)을 제안하였다. 그러나 GBSR의 경우 GPSR의 복구모드 진행 시 중계되는 노드의 숫자를 줄여서 local maximum에서

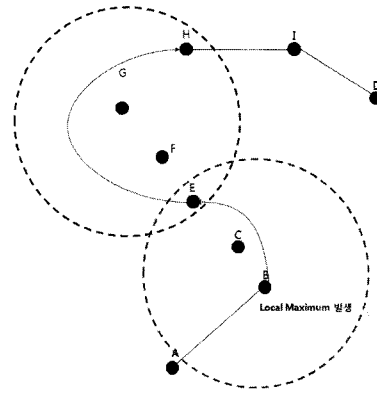


그림 3. 복구모드 시 GBSR의 동작과정  
Fig. 3. The operation of GBSR in the recovery mode.

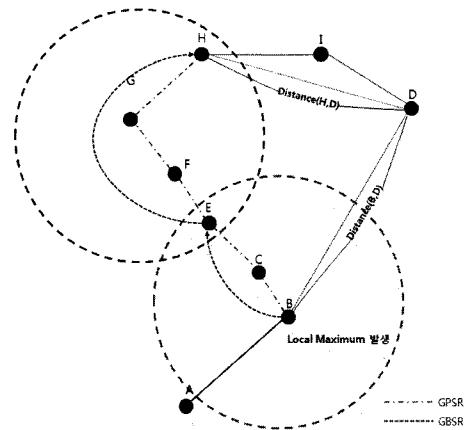


그림 4. 복구모드 시 GPSR과 GBSR의 동작 비교  
Fig. 4. The comparison of the operation of GPSR with GBSR in the recovery mode.

보다 더 빠르게 탈출할 뿐 궁극적인 문제점인 local maximum에 직면하는 문제점은 해결하지 못한다.

그림 4와 같이 라우팅 과정에서 동일한 위상구조를 가질 경우 탐욕모드 시 패킷 전송은 GPSR과 SBSR 프로토콜 모두 동일한 성능을 갖지만, 복구모드 시 GPSR은 패킷이 교차점에 도달하는 데에는 성능의 차이가 발생한다. 즉, GPSR 프로토콜은 5개의 중계노드를 거쳐야 하지만 GBSR 프로토콜은 단지 2개의 중계노드만으로 목적지 노드까지 패킷을 전달하게 된다. 결과적으로 GBSR 프로토콜은 GPSR 프로토콜보다 복구모드 시 더 좋은 성능을 예측할 수 있다.

그러나 실제 VANET 환경에서는 데이터의 빠른 전송과 신뢰성이 보장되어야 하기 때문에 local maximum에서 빠르게 탈출하는 것은 데이터 전송 시 거치게 되는 중계노드의 숫자가 줄어들 뿐 궁극적인 local maximum에 직면할 가능성에 대한 해결책은 갖지 않는다. 따라서 본 논문에서는 GPSR 프로토콜을 기반으로 탐욕모드 시

local maximum에 직면할 가능성을 줄이고 탐욕모드에서 복구모드로의 전환을 사전에 함으로써 데이터 신뢰성을 높일 수 있는 GPRR 프로토콜을 제안한다.

### III. GPRR 프로토콜

본 논문에서 제안하는 GPRR(Greedy Perimeter Reliable Routing) 프로토콜은 기존 GPSR과 유사한 방식으로 동작하는 지리기반 프로토콜이다. 즉, 기존의 GPSR의 탐욕모드와 복구모드로 구성된 두 개의 모드로 라우팅 프로토콜이 동작한다. 그러나 주기적인 Hello 메시지를 사용하여 이웃노드의 위치 및 중계노드 주변으로 이동 중인 이웃노드들의 위치정보를 사용하여 stale 노드를 중계노드로 선정하는 착오를 줄임과 동시에 local maximum에 직면할 가능성을 줄일 수 있다. 표 1은 본 논문에서 제안한 GPRR 프로토콜을 기술하기 위한 심볼들을 정의한 것이다.

표 1. 심볼 표기

Table 1. The definition of symbols.

심볼	정의
$n$	임의의 노드의 주변노드
$N$	주변 노드들의 집합
$N_{list}$	주변노드의 이웃노드 리스트
$S$	임의의 노드의 전송범위 영역
$\overline{xy}$	임의의 두 노드간의 직선거리
$R_n$	다음 중계 후보 노드

#### 1. 탐욕모드 동작과정

GPRR 프로토콜의 탐욕모드는 기존 GPSR 프로토콜과 유사한 방식으로 동작하지만, 중계노드를 선정함에 있어서 차이가 있다. GPSR은 자신의 전송 범위 지역 내에서 목적지 노드와의 직선거리가 가장 가까운 노드를 선정하지만, 본 논문에서 제안하는 GPRR 프로토콜은 자신의 전송 범위 내에 있는 노드들의 주변 노드들에 대한 위치 정보 리스트를 사용하여 다음 중계노드를 선정하게 된다. 그림 5와 같이 특정 노드  $x$ 는 목적지 노드에게 데이터를 전송하기 위하여 자신의 전송 범위 내에 있는 노드인  $a, b, c$ 에게 Hello 메시지를 보낸다. Hello 메시지를 받은  $a, b, c$  노드는 자신의 이웃노드 리스트를 노드  $x$ 에게 전송하고, 노드  $x$ 는 이 정보를 사용하여 다음 중계노드를 선정하게 된다. 즉,  $a$  노드는 자신 및 자신의 전송

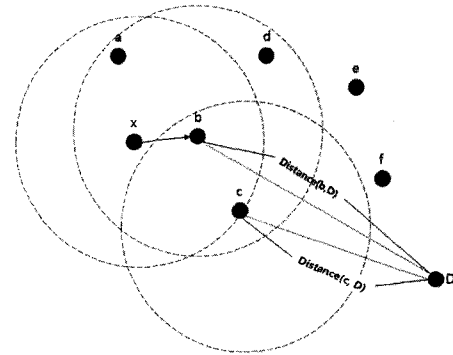


그림 5. GPRR의 탐욕모드

Fig. 5. The operation of GPRR in the greedy mode.

표 2. GPRR의 탐욕모드 알고리즘

Table 2. The greedy process in GPRR algorithm.

1.  $x$  send Hello\_MSG to  $N$
2. for  $n$  send  $N_{list}$  to  $x$
3. if  $R_n \in n_i N_{list}$  &&  $R_n \in n_j N_{list}$  then
4.  $R_n = \operatorname{argmin}(\overline{n_i D}, \overline{n_j D})$
5. else if
6. go to Recovery Mode
7. end if
8. end for

범위 내에 속해 있는  $b$  노드의 위치정보를 보내게 되고,  $b$  노드는 자신의 위치정보 및  $c$  노드와  $d$  노드의 위치 정보를 보내게 된다. 마지막으로  $c$  노드는 자신의 정보와 자신의 전송 범위 안에 속해 있는  $b$  노드의 위치 정보를 보내게 된다. 이런 경우 목적지 노드와 가장 가까운 노드  $c$ 를 다음 중계노드로 선정하여 local maximum에 빠지는 GPSR과 달리 GPRR에서는 노드  $c$  대신에 노드  $d$ 를 포함하고 있는  $b$  노드를 다음 중계노드로 선정함으로써 local maximum에 직면할 가능성을 줄일 수 있다.

표 2에서 보인 탐욕모드 알고리즘의 1행부터 2행은 임의의 노드  $x$ 가 자신의 주변노드에게 Hello 메시지를 통하여 주변노드들의 이웃리스트 정보를 받는 과정을 나타낸 것이다. 이때  $n$ 은  $x$ 의 전송범위 안에 속해 있는 노드를 나타낸다.  $x$ 의 전송범위에 Hello 메시지를 받았지만 돌아오는 값이 없는 노드가 있다면 이 노드는 노드와 이동방향이 반대되는 노드로 가정한다. 3행부터 5행은 노드  $x$ 가 이웃노드 리스트 중 다음 중계노드로 선정 될 수 있는 노드들의 거리를 비교하여 중계노드를 선정하는 과정을 나타낸 것이다. 또한 5행부터 7행은  $x$ 의 전송범위 내에 속해 있는 모든 노드들( $n$ )이 다음 중계 후보노드를 가지고

있지 않을 경우 복구모드로 전환되는 과정을 나타낸 것이다.

2. 복구모드 동작과정

GPRR은 데이터 전송 시 다음 중계노드를 선정함에 있어서 주변에 이동 중인 이웃노드 리스트를 통하여 다음 중계 노드의 유무에 따라 중계노드를 선정한다. 그러나 이 과정에서 그림 6과 같이 자신의 전송 범위 내에 속해 있는 주변 이웃노드 리스트에 다음 중계 후보노드가 포함되어 있지 않을 경우에는 복구모드로 전환하여 중계노드를 선정하게 된다. 노드 A가 데이터를 전송할 경우 중계노드로 선정되는 노드 B는 local maximum에 직면하게 된다. 따라서 이런 경우, GPRR은 복구모드로 동작하게 되며, 다음 중계노드의 선정 기준은 탐욕모드와 유사하게 이웃노드 리스트에 다음 중계 후보노드의 포함 유무에 따라 달라진다. 즉, 노드 B는 Hello 메시지를 통하여 노드 C와 노드 E에게 각각 자신의 위치정보와 전송 범위 안에 속해 있는 노드의 위치정보를 포함하고 있는 이웃노드 리스트를 받게 된

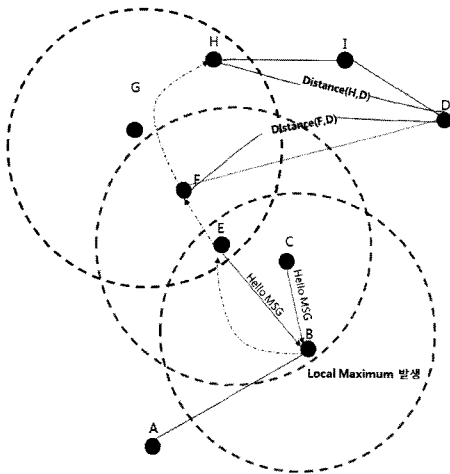


그림 6. GPRR의 복구모드  
Fig. 6. The operation of GPRR in the recovery mode.

표 3. GPRR의 복구모드 알고리즘  
Table 3. The recovery process in GPRR algorithm.

1. if $\overline{xn_i} == \overline{xn_j} \&\& R_n \notin n_i n_j$ then
2. continue;
3. else if $\overline{n_i D} > \overline{n_j D} \&\& R_n \in n_j$ then
4. eliminate edge $n_2$ ;
5. break;
6. end if

다. 만약 이웃노드 리스트에 다음 중계 후보노드가 포함되어 있지 않다면 자신의 전송 범위 내의 에지노드를 다음 중계노드로 선정하게 된다. 이 과정은 다음 중계 후보노드를 포함하고 있는 노드를 만날 때 까지 수행된다. 표 3은 복구모드 동작을 위한 알고리즘을 나타낸 것이다.

표 3의 복구모드 알고리즘에서 1행부터 2행은 노드의 주변 이웃노드 리스트에 다음 중계 후보노드가 속해 있지 않을 경우 복구모드를 계속 수행하는 과정을 나타낸 것이다. 3행부터 6행은 노드의 주변 이웃노드 리스트 중 다음 중계 후보노드를 포함한 노드를 선정한 후 복구모드에서 탈출하는 경우를 나타낸 것이다. 이때 중계노드 선정 기준은 목적지 노드와의 거리보다 다음 중계 후보노드의 포함 유무에 따라 결정된다.

IV. 실험 및 분석

본 연구의 타당성을 증명하기 위해서 ns-2를 이용한 시뮬레이션을 통하여 GPRR과 기존에 제안되었던 GPSR과 GBSR의 성능을 비교 분석한다. 성능 평가의 특징으로 노드 수의 변화에 따른 local maximum에 직면하는 확률과, 패킷 전달율, 지연시간을 고려하여 시뮬레이션을 실시하였다. 실험은 200초 동안 수행하며, 노드의 숫자는 100개씩 증가 시켰다. 패킷의 크기는 최대 1000 bytes로 전송된다. 실험은 3번 수행하여 최대값과 최소값을 제외한 평균값을 이용하였다.

그림 7은 패킷 전송 시 노드 숫자에 따른 local maximum에 직면할 가능성을 나타낸 것이다. 그림 7에서 보인 것과 같이 전체적으로 노드의 숫자가 증가함에 따라 local maximum에 직면할 가능성은 감소하는 것을

표 4. 시뮬레이션 파라미터  
Table 4. Simulation parameters

변수	값
시뮬레이션 환경	5000 * 5000
전송범위	250m
MAC 프로토콜	IEEE 802.11
트래픽 타입	CBR
노드 수	100 ~ 1000
Hello 메시지 주기	1 second
대역폭	2 Mbps
시뮬레이션 시간	200 seconds
패킷 크기	1000 bytes

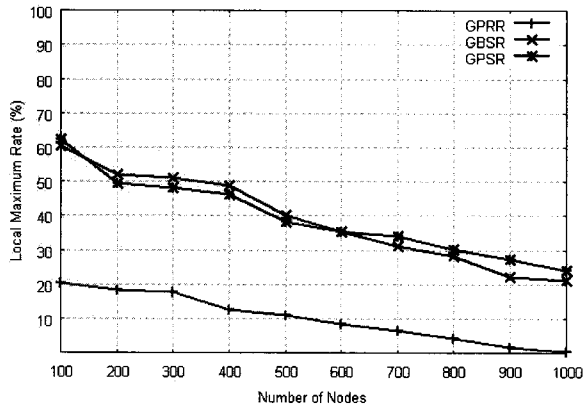


그림 7. local maximum에 직면할 비율

Fig. 7. The frequency ratio of local maximum.

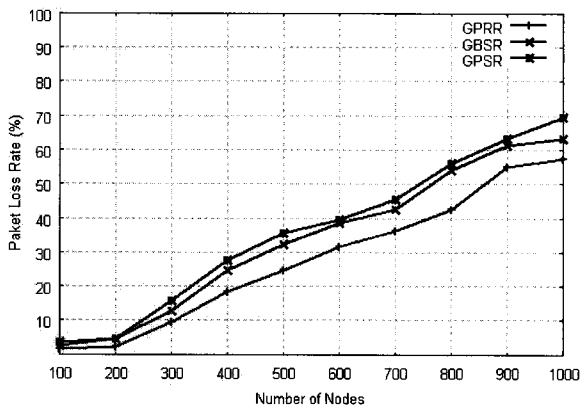


그림 8. 패킷 손실률

Fig. 8. Packet loss ratio.

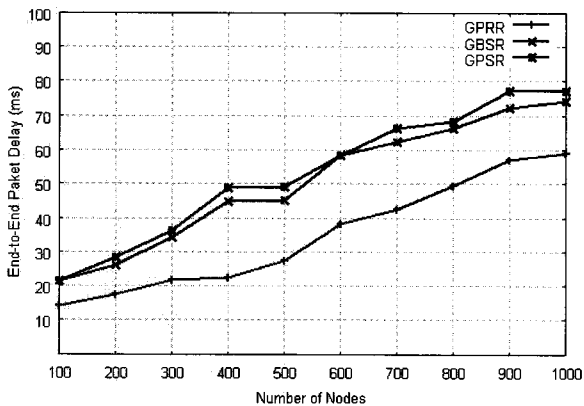


그림 9. 종단간 지연시간

Fig. 9. End-to-end latency.

알 수 있다. 그 이유는 노드의 숫자가 증가할수록 밀집도가 높아지기 때문에 다음 중계노드로 선정할 수 있는 노드의 숫자가 증가하기 때문이다. 하지만 노드의 숫자가 적을 경우 local maximum에 직면할 가능성이 GPSR과 GBSR는 높아지는 것에 비해 GPSR는 현저하게 감소한다. 그림 8은 노드 수의 증가에 따른 패킷 손

실률을 나타낸 것이다. 그림 8에서 보듯이 기존의 GPSR과 GBSR보다 GPRR이 더 적은 패킷 손실률을 보이고 있다. 이것은 패킷 전송 시 GPSR과 GBSR은 탐욕모드와 복구모드가 빈번하게 실행되면서 중계되는 노드의 숫자가 늘어나기 때문이다. 반면에 GPRR은 local maximum에 직면하는 확률을 현저히 줄이기 때문에 탐욕모드와 복구모드가 빈번하게 실행되지 않기 때문이다.

그림 9는 노드 수 변화에 따른 종단간 지연시간을 나타낸 것이다. 전체적으로 빈번한 패킷 충돌에 따른 재전송으로 인하여 노드의 숫자가 늘어날수록 지연시간이 높아지는 것을 확인할 수 있다. GPSR과 GBSR이 비슷한 지연시간을 나타내고 있는 반면 GPRR은 가장 낮은 지연시간을 나타내고 있다. 이것은 GPSR이 기존의 GPSR 및 GBSR보다 상대적으로 탐욕모드에 의해 패킷이 전달되는 비율이 높으며, 이는 라우팅의 효율이 높다는 것을 의미한다.

## V. 결 론

본 논문에서는 탐욕 메시지 포워딩 시 데이터의 신뢰성을 높이기 위하여 중계노드를 선정할 때 local maximum에 직면할 가능성을 줄이기 위한 GPRR 프로토콜을 제안하였다. GPRR은 주기적인 Hello 메시지를 통하여 기존의 거리기반의 중계노드 선정 시 이웃노드와 이웃노드들의 전송 범위 안에 포함된 노드들의 위치 정보에 따라 다음 중계노드를 선정함으로써 local maximum에 직면할 가능성을 줄이며, 패킷 손실률과 지연시간 문제를 줄일 수 있음을 보였다. 그러나 노드 숫자의 증가에 따른 성능 감소 문제는 여전히 남아있다. 또한 이동성이 높은 차량 간 통신에서는 노드의 급격한 위치 변화 및 이동 속도에 따른 문제는 해결해야 한다. 따라서 추후 연구에서는 이러한 문제점을 고려한 추가적인 성능 개선 방안에 대한 연구가 요구된다.

## 참 고 문 헌

- [1] ESTI, "Intelligent Transport Systems", <http://www.etsi.org/WebSite/technologies/IntelligentTransportSystems.aspx>.
- [2] Wireless Access for Vehicular Environment, [http://www.standards.its.dot.gov/fact\\_sheet.asp](http://www.standards.its.dot.gov/fact_sheet.asp).
- [3] 조한벽, "차량간 통신을 활용한 텔레매틱스/ITS"

- 서비스 구현 및 표준 현황”, TTA 저널, 제113호, pp.54-59, 2009년 7월.
- [4] 이상선, “VANET 환경에서의 라우팅 기술 및 서비스 개발 동향”, 한국정보과학회 정보통신기술저널, 제 22권 1호, 2008년 5월.
- [5] IEEE P1609.4, “Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE) - Multi-Channel Operation”, 2006.
- [6] Mobile Ad Hoc Network Working Group, <http://www.ietf.org/html.charters>.
- [7] IETF, “Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing”, RFC 3561, Jul. 2003.
- [8] IETF, “Optimized Link State Routing”, RFC 3626, Oct. 2003.
- [9] IETF, “The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Network for IPv4”, RFC 4728, Feb. 2007.
- [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] 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.
- [12] X. Xing, C. Lu, R. Pless et al, “On Greedy Geographic Routing Algorithms in Sensing Covered Networks”, in proc. of ACM Mobihoc’04, pp.31-42, May. 2004.
- [13] F. Kuhn, R. Wattenhofer, et al., “Asymptotically Optimal Geometric Mobile Ad-hoc Routing”, in proc. of the 6th ACM DIALM’02, pp.24-33, 2002.
- [14] 장현희, 유석대, 박재복, 조기환, “고속으로 이동하는 차량간 통신에서 향상된 탐욕 메시지 포워딩 프로토콜”, 전자공학회논문지, 제46권-TC, 제3호, pp.48-58, 2009년 3월.

저 자 소 개



류 민 우(학생회원)  
 2007년 여주대학 인터넷응용학과  
 전문학사 졸업  
 2009년 광운대학교 컴퓨터과학과  
 석사 졸업  
 2009년~현재 광운대학교 컴퓨터  
 과학과 박사과정

<주관심분야 : 차량 통신 네트워크, 무선 메쉬 네  
 트워크, 유비쿼터스 센서 네트워크>



차 시 호(정회원)-교신저자  
 1995년 순천대학교 전자계산학과  
 학사 졸업  
 1997년 광운대학교 전자계산학과  
 석사 졸업  
 2004년 광운대학교 컴퓨터과학과  
 박사 졸업

1997년~2000년 대우통신(주) 종합연구소  
 선임연구원

2009년~현재 청운대학교 멀티미디어학과 교수  
 <주관심분야 : 네트워크 관리, 무선 센서 네트워  
 크, 차량 통신 네트워크, U-Healthcare>



조 국 현(정회원)  
 1977년 한양대학교 전자공학과  
 학사 졸업  
 1981년 일본 Tohoku University  
 석사 졸업  
 1984년 일본 Tohoku University  
 박사 졸업

1984년~현재 광운대학교 컴퓨터공학부 교수  
 <주관심분야 : 네트워크 관리, 무선 센서 네트워  
 크, 정보통신 분야의 표준화>