

# 차량간 통신을 위한 위치 정보 기반의 AODV 라우팅 프로토콜

## The AODV Routing Protocol based on Location Information for Inter-Vehicle Communication

이은주, 이권익, 좌정우, 양두영  
제주대학교 통신공학과

Eun-Ju Lee(ssamback18@cheju.ac.kr), Kwoun-Ig Lee(kwounig@cheju.ac.kr),  
Jeong-Woo Jwa(lcr02@cheju.ac.kr), Doo-Yeong Yang(yeongyd@cheju.ac.kr)

### 요약

도로 기반 시설의 도움 없이 지능형 교통 시스템을 실현하기 위한 차량 간 통신(Inter-Vehicle Communication)에 대한 관심이 증가하고 있다. 차량 간 통신은 고정된 인프라 없이 차량 간에 실시간 정보를 교환할 수 있게 해준다. 차량 간 통신 시스템은 정보를 전송하기 위해 멀티 홉 브로드캐스트 방식을 사용한다. 본 논문에서는 차량 간 통신을 위한 위치 정보 기반의 AODV 라우팅 프로토콜을 제안한다. 제안하는 AODV 라우팅 프로토콜은 위치 정보를 갖는 Hello 패킷을 전송하여 노드간 거리를 계산한다. 그런 다음 각 노드의 거리테이블을 이용하여 신속한 경로 복구를 수행한다. 제안하는 AODV 라우팅 프로토콜의 성능은 퀄넷(Qualnet) 버전 3.8 시뮬레이터를 사용하여 기존의 AODV 라우팅 프로토콜과 비교하였다.

■ 중심어 : | 차량간 통신 | Ad hoc 네트워크 | 라우팅 | AODV |

### Abstract

In order to realize Intelligent Transport System (ITS) without any road facilities support, Inter-vehicle Communication (IVC) is increased attention. IVC makes it possible to exchange real-time information among vehicles without centralized infrastructure. The IVC systems use multi-hop broadcast to disseminate information. In this paper, we propose the improved AODV routing protocol based on location information. The proposed AODV routing protocol transmits Hello packet with location information to calculate the distance between nodes. Then it achieves fast link recovery. We confirm the throughput performance of the proposed AODV routing protocol compared with the AODV routing protocol using Qualnet ver.3.8 simulator.

■ keyword : | Inter-Vehicle Communication | Ad Hoc Network | Routing | AODV |

## I. 서론

차량 간 통신은 도로상에서 이동 중인 차량들 사이에

서 유용한 정보를 제공하는 기술이다. 만약 커브길이나 높은 건물로 인해 시야를 확보할 수 없는 상황에서 선행 차량이 차량 간 통신을 통해 교통상황에 대한 정보

\* "본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다." (IITA-2008-C1090-0801-0040)

접수번호 : #071221-003  
접수일자 : 2007년 12월 21일

심사완료일 : 2008년 03월 03일  
교신저자 : 좌정우, e-mail : lcr02@cheju.ac.kr

를 뒤따라오는 차량에게 신속하게 제공할 수 있다면 교통사고 발생률을 크게 줄일 수 있을 것이다. 차량 간 통신은 노변장치가 필요 없이 차량 간 정보를 주고받을 수 있다는 장점이 있지만 무선 전송 기술을 바탕으로 이루어지기 때문에 무선 도달 거리에 있는 차량들 간의 기술로 한정되어 있다[1]. 전송 거리가 제한되어 있기 때문에 중간에 있는 차량들이 전송되는 데이터를 받아서 다음 차량에 전달해 주어야 한다. 차량 간 통신은 차량의 고속의 이동성 때문에 경로의 단절이 자주 발생한다. 또한 차량이 빠져나가거나 끼어들었을 때 중간 경로가 바뀌게 된다. 따라서 데이터를 유실 없이 목적지 노드까지 전달하고, 중간 차량의 이동으로 인해 경로가 단절되었을 때 메시지 전송을 위한 다음 차량을 빨리 찾아내기 위한 애드 혹(ad hoc) 라우팅 기술이 필요하다. 차량간 통신을 위한 애드 혹 라우팅 프로토콜로서 On-demand 방식인 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector) 라우팅 프로토콜[2][3]이 많이 고려되고 있지만, 고속의 이동성을 가지는 차량 간 통신에 적용했을 때 문제점이 발생할 수 있다. 특히 최근에는 이러한 문제점을 해결하기 위한 많은 연구[4][5]가 진행되고 있다.

본 논문에서는 AODV 라우팅 프로토콜을 중심으로 차량의 이동성으로 인한 경로 단절시 신속한 복구를 위한 개선된 AODV 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 제안하는 라우팅 프로토콜은 라우팅 제어 패킷의 수를 줄이고, 경로의 연결을 주기적으로 감시하여 경로 단절이 발생했을 때 신속한 복구가 가능하도록 하였다. GPS 기반의 위치 정보를 갖는 Hello 메시지를 이용하여 거리 테이블을 설정함으로써 경로 단절시 빠른 경로 복구가 가능하도록 하였으며, 경로 복구를 위한 RREQ 패킷을 브로드캐스트가 아닌 유니캐스트 방식으로 전송하여 라우팅 제어 패킷의 수를 줄임으로써 네트워크 성능을 향상시킬 수 있다. 제안하는 라우팅 프로토콜의 성능은 쉘넷 버전 3.8 시뮬레이터를 사용하여 확인하였다.

## II. 관련연구

### 1. AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector)

AODV 라우팅 프로토콜[6]은 거리 벡터 라우팅 알고리즘을 기반으로 하고 있으며, Table-driven 방식인 DSDV 프로토콜[7]과 On-demand 방식인 DSR 프로토콜[8]의 장점을 취합한 방식이다. AODV 라우팅 프로토콜에서 사용되는 라우팅 패킷에는 RREQ(Route Request), RREP(Route Reply), RRER(Route Error), RREP-ACK(RREP-Acknowledgement)가 있으며, 이들은 라우팅 경로를 설정하고 유지하는데 사용된다.[9]

#### 1.1 경로 탐색 과정

소스 노드가 목적지 노드로 전송할 데이터 패킷이 있을 때 라우팅 테이블에 해당 목적지 노드로의 경로가 존재하지 않는다면, 목적지 노드로의 경로를 찾기 위해 이웃 노드에게 RREQ 패킷을 브로드캐스트 한다. RREQ 패킷을 수신한 노드는 자신의 라우팅 테이블에 해당 목적지 항목이 없다면, 목적지 노드를 찾을 때까지 RREQ 패킷을 브로드캐스트 한다. RREQ 패킷을 수신한 노드중 라우팅 테이블에 해당 목적지 노드가 있고, 자신의 라우팅 테이블에 저장되어 있는 Destination Sequence Number가 수신한 RREQ 패킷의 값보다 작지 않으면, 소스 노드에게 RREP 패킷으로 응답한다. 소스 노드는 RREQ 패킷을 전송 후 NET\_TRAVERSAL\_TIME 만큼 기다린 후 적절한 RREP 패킷을 수신하지 못하는 경우에 2 \* NET\_TRAVERSAL\_TIME 만큼 기다린 후 RREQ 패킷을 재전송한다. [그림 1]은 AODV 라우팅 프로토콜의 경로 탐색 과정을 나타낸 것이다. 소스 노드 S는 목적지 노드 D를 찾기 위해 RREQ 패킷을 브로드캐스트하고, Next Hop 노드 D로 가지고 있는 노드 C는 RREP 패킷으로 응답한다.

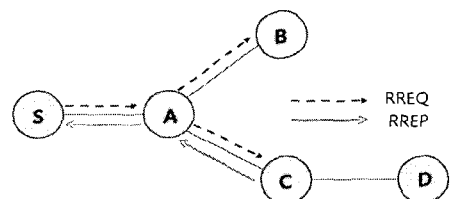


그림 1. 경로 탐색 과정

1.2 경로 유지 과정

AODV 라우팅 프로토콜에서는 경로가 설정된 후 Hello 패킷을 전송함으로써 노드 간 경로가 유효함을 알린다. Hello 패킷은 이를 방송하는 노드의 IP 주소와 순차번호를 담고 있으며 IP 헤더의 TTL 값을 1로 설정하여 이웃 노드들에게만 전송한다. Hello 패킷의 발생 주기는 HELLO\_INTERVAL로 표시되며, 디폴트값은 1,000 ms이다. ALLOWED\_HELLO\_LOSS \* HELLO\_INTERVAL 동안 이웃 노드로부터 Hello 패킷 또는 어떠한 제어 패킷을 수신하지 못하였다면 해당 노드와의 경로가 단절된 것으로 판단하고 소스 노드에게 RERR 패킷을 전송한다.

반대로 [그림 3]과 같이 경로 끊어짐이 MAX\_REPAIR\_TTL 밖에서 발생했을 경우 상위 노드 C는 소스 노드 A에게 RERR 패킷을 전송하여 경로가 단절되었음을 알린다. 이를 수신한 소스 노드 A는 경로 탐색 과정을 다시 시작한다.

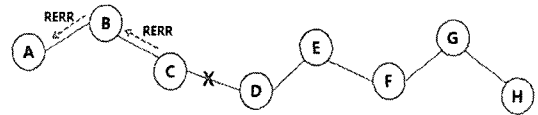


그림 3. 경로 단절 시 RERR 전송

1.3 지역 경로 복구

경로 탐색 과정을 통해 생성된 경로는 데이터 전송 중에는 유지되어야 한다. 그러나 ad hoc 네트워크의 특성상 노드들의 이동성으로 인하여 경로 단절이 빈번하게 일어나게 된다. 이때 경로 단절을 발견한 노드는 두 가지 중 한 가지 방식으로 경로 복구 과정을 수행한다. 경로 단절이 목적지 노드와 가까운 곳에서 발생하였다면 지역 경로 복구를 통해 경로를 복구한다. 이때 지역 경로 복구가 가능한 범위는 경로단절이 일어난 노드에서 목적지 노드까지의 홉수가 MAX\_REPAIR\_TTL(일반적으로 TTL=10) 보다 작은 범위이다. [그림 2]에서 노드 E 와 노드 F의 경로가 단절되었을 때 상위 노드(Upstream node)인 E에서 목적지 노드 H까지의 홉수를 MAX\_REPAIR\_TTL 값과 비교하여 MAX\_REPAIR\_TTL 보다 작을 경우 노드 E에서 지역 경로 복구를 수행한다. 노드 E는 RREQ 패킷을 전송하고 Discovery Period 동안 기다린 후, RREP 패킷을 수신하지 못하면 소스 노드에게 RERR 패킷을 전송하여 경로 탐색 과정이 다시 수행한다.

III. 차량간 통신을 위한 AODV 라우팅 프로토콜

제안하는 AODV 라우팅 프로토콜에서는 GPS 기반의 위치 정보를 갖는 Hello 패킷을 이용하여 노드간의 거리를 계산하여 거리 테이블을 설정한다. 경로 단절이 발생했을 때 기존의 AODV 라우팅 프로토콜 방식처럼 지역 경로 복구를 수행하는 것이 아니라 거리 테이블의 First\_Priority\_Node(FPN)로 Unicast RREQ(URREQ) 패킷을 전송함으로써 신속한 경로 재설정 가능성이 가능하다. 그리고 경로 단절시 RREQ 패킷을 네트워크 전체에 브로드캐스트 하지 않기 때문에 RREQ 패킷의 오버헤드로 인한 성능 저하 문제를 해결할 수 있다.

1. GPS 기반의 위치정보를 갖는 Hello 패킷

AODV 라우팅 프로토콜에서는 경로가 설정되고 나면 자신의 유효함을 알리기 위해 Hello 패킷을 주고받는다. 제안하는 라우팅 프로토콜에서는 GPS 기반의 위치정보를 갖는 Hello 패킷을 전송하여 노드간의 거리를 계산하고, 이를 기반으로 자신의 이웃 노드에 대한 거리 테이블을 생성한다. 본 논문에서 제안하는 Hello 패킷의 구성은 [그림 4]와 같다. 기존의 Hello 패킷에 X, Y 좌표를 추가하였으며, Type 필드의 값을 5로 설정하였다. 각 노드들은 HELLO\_INTERVAL 마다 자신의 위치 정보와 IP address가 포함된 Hello 패킷을 전송함으로써 자신의 존재를 알린다.

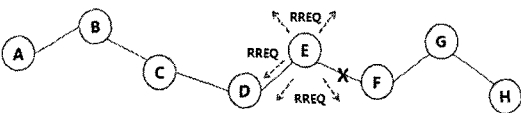


그림 2. 경로 단절 시 지역 경로 복구 실행

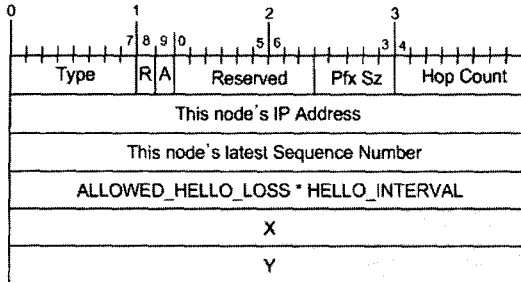


그림 4. 위치 정보를 갖는 Hello 패킷

2. 경로 복구를 위한 거리 테이블

위치 정보가 포함된 Hello 패킷을 수신한 노드는 자신의 위치 정보와 Hello 패킷을 송신한 이웃 노드의 위치 정보를 이용하여 노드간의 거리를 계산한다. 노드간의 거리를 계산하는 방법은 [그림 5]와 같다.

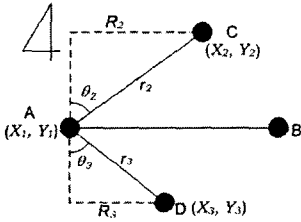


그림 5. 노드간의 거리 계산 방법

Hello 패킷을 수신한 노드 A는 정북 방향을 기준으로 Hello 패킷을 송신한 노드와의  $\theta$ 를 구하고, 이를 이용하여 두 노드간의 거리를 계산한다. [그림 5]에서, 노드 B, C, D로부터 Hello 패킷을 수신한 노드 A는 자신의 위치 정보와 Hello 패킷의 위치 정보를 이용하여 노드간의 거리를 다음과 같이 계산한다.

$$r_2 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad (1)$$

$$R_2 = r_2 \sin \theta_2 \quad (2)$$

식 (1)에서  $X_1, Y_1$ 는 자신의 좌표 값이고,  $X_2, Y_2$ 는 이웃 노드의 좌표 값이다. 식 (1)과 (2)를 이용하여 노드간의 거리를 계산하고, 자신의 거리 테이블에 저장한다. 거리 테이블의 구성은 [표 1]과 같다. 노드간의 거

리가 먼 노드부터 차례대로 거리 테이블에 저장된다.

표 1. 거리 테이블의 구성

IP Address	Node Distance
First_Priority_Node_IP_Address	First_Priority_Node_Distance
Second_Priority_Node_IP_Address	Second_Priority_Node_Distance
Third_Priority_Node_IP_Address	Third_Priority_Node_Distance

Hello 패킷을 수신하기 전 거리 테이블은 NULL인 상태에서 처음 Hello 패킷을 수신하면 식 (1)과 (2)를 이용해 거리를 계산하고 Hello 패킷을 송신한 노드의 IP address와 거리를 거리 테이블의 First\_Priority\_Node (FPN) 필드에 저장한다. 두 번째 Hello 패킷을 수신하면 노드간의 거리를 계산하여 FPN와 비교하고, 거리 테이블을 거리가 먼 노드부터 순서대로 정렬한다. 이때 수신한 Hello 패킷의 IP 주소가 거리 테이블에 저장된 IP 주소 같으면, 노드간의 거리 필드를 최근 수신한 거리 값으로 바꾸고, 거리 테이블을 정렬한다. Hello 패킷을 수신할 때 마다 해당 노드는 거리가 먼 순서대로 거리 테이블에 저장된다. Hello 패킷이 수신될 때마다 노드간의 거리를 계산하여, 거리 테이블의 삭제, 갱신, 정렬 과정을 수행함으로써 거리 테이블에는 항상 최신, 최적 위치의 노드가 유지된다. Hello 패킷 수신시 동작 과정은 [그림 6]과 같다.

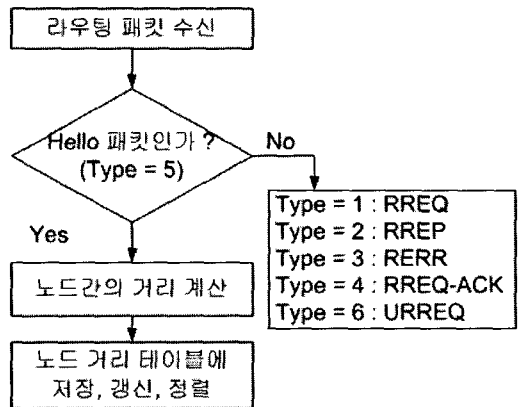


그림 6. Hello 패킷 수신시 노드의 동작과정

### 3. URREQ 패킷을 이용한 경로 복구

제안하는 라우팅 프로토콜에서는 경로의 단절이 발생했을 때 기존의 지역 경로 복구 방식을 사용하여 경로를 복구하는 것이 아니라 거리 테이블의 FPN로 URREQ 패킷을 전송함으로써 경로를 복구한다. 브로드캐스트 방식이 아닌 유니캐스트 방식을 사용함으로써 RREQ 패킷의 오버헤드로 인한 네트워크 성능 저하 문제를 해결할 수 있다. URREQ 패킷은 기존의 RREQ 패킷에서 Next Hop\_IPAddr 필드를 추가하였으며, Type 필드의 값을 6으로 설정하였다. 이때 Next Hop\_IPAddr 필드의 값은 거리 테이블의 FPN\_IP\_Address를 설정한다. URREQ 패킷의 구성은 [그림 7]과 같다. 제안하는 라우팅 프로토콜은 경로 단절이 발생했을 때 기존의 지역 경로 복구 방식처럼 RREQ 패킷을 네트워크 전체에 브로드캐스트하여 데이터를 전송할 다음 노드를 찾는 것이 아니라 거리 테이블로부터 가져온 FPN\_IP\_Address로 URREQ 패킷을 전송한다.

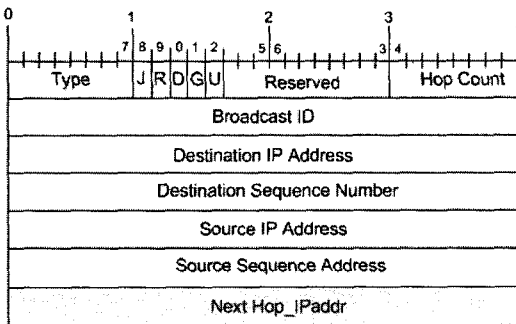


그림 7. URREQ 패킷의 구성

URREQ 패킷을 수신한 노드는 Next Hop\_IPAddr 값이 자신의 IP address와 같으면 URREQ 패킷을 전달하고, 자신의 IP address와 다르면 URREQ 패킷을 전달하지 않고 폐기한다. 경로 단절이 발생했을 때 상위 노드는 거리 테이블에 FPN가 있는지 확인하고, FPN가 설정되어 있으면 해당 노드로 URREQ 패킷을 전송한다. Discovery period 동안 해당 노드로부터 RREP 패킷을 수신하면 해당 경로로 데이터 패킷을 전송한다. 경로단절시 URREQ 패킷의 동작과정은 [그림 8]과 같다.

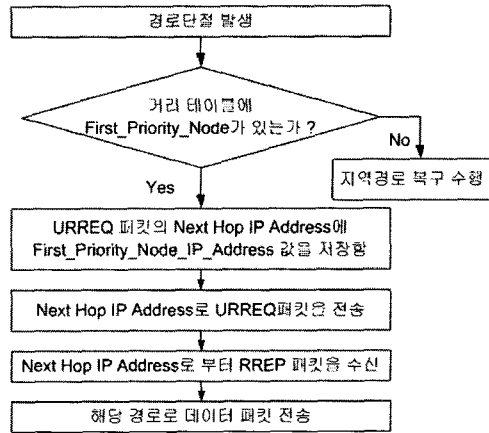


그림 8. URREQ 패킷의 동작과정

## IV. 성능평가

### 1. 시뮬레이션 환경

물리 계층 프로토콜은 IEEE 802.11b 표준을 사용하였고, 데이터링크 계층 프로토콜은 IEEE 802.11 MAC을 사용하였다. 수신 감도는 -86dBm이며 다중 경로 손실 모델은 two-ray 모델을 사용하였다. 전송속도는 2Mbps이며 최대 전송거리는 약 250m이다. 네트워크 트래픽 부하 모델은 CBR(Constant Bit Rate) 트래픽을 사용하였으며, 데이터 패킷의 크기는 512byte이다. [표 2]는 시뮬레이션에 사용되는 주요 파라미터를 나타낸 것이고, [표 3]은 시뮬레이션에 사용된 AODV 라우팅 프로토콜 파라미터를 나타낸 것이다.

표 2. 시뮬레이션에서 사용되는 주요 파라미터

CBR 트래픽 부하	0.1 ~ 1.0 Mbps
노드간 거리	최대 250m
물리 계층 프로토콜	IEEE 802.11b
데이터링크 계층 프로토콜	IEEE 802.11 MAC
수신감도	-86dBm
다중 경로 손실 모델	two-ray 모델
전송속도	2 Mbps
최대 전송 거리	250m
라우팅 프로토콜	MAODV, AODV
DATA 패킷 크기	512 byte

표 3. AODV 라우팅 프로토콜 파라미터 값

NET_DIAMETER	8
ACTIVE_ROUTE_TIMEOUT	4S
ACTIVE_MY_ROUTE_TIMEOUT	8S
HELLO_INTERVAL	1S
ALLOWED_HELLO_LOSS	2
NODE_TRAVERSAL_TIME	40MS
ROUTE_DELETION_CONSTANT	5
RREQ_RETRIES	4

## 2. 시뮬레이션 시나리오

제안하는 라우팅 프로토콜의 성능을 평가하기 위한 시나리오는 [그림 9]와 같다. 그림과 같이 6차선 형태로 구성되어 있으며, 39개의 노드를 사용하였다. 노드 2번~노드 6번, 노드 15번~노드 19번, 노드 28번~노드 32번까지는 이동하는 노드이며 나머지 노드는 정지한 노드이다. 이동하는 노드들은 시뮬레이션이 진행되는 600초 동안 좌우로 평균 72Km/h의 속도로 이동하였다. CBR 트래픽을 두 개 사용하였으며, 데이터 전송은 노드 1번에서 노드 7번으로 노드 27번에서 노드 33번으로 이루어진다. 노드 좌우간의 거리는 240m이고, 노드 상하간의 거리는 120m이며, 대각선 길이는 169m이다. CBR 트래픽을 0.1Mbps에서 1Mbps까지 0.1Mbps씩 변화시키면서 제안하는 라우팅 프로토콜의 처리량, RREQ 패킷의 수, RREP 패킷의 수, RERR 패킷의 수를 측정하였다.

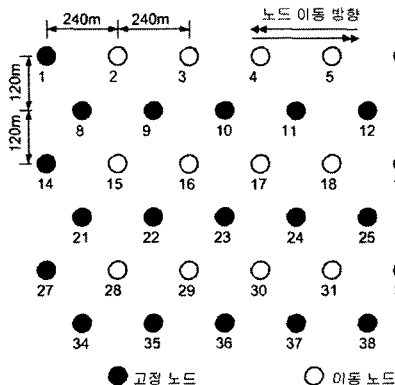


그림 9. 시뮬레이션 시나리오

## 3. 시뮬레이션 결과

### 3.1 처리량

[그림 11]은 제안하는 AODV 라우팅 프로토콜과 기존의 AODV 라우팅 프로토콜과의 처리량을 비교한 것이다.

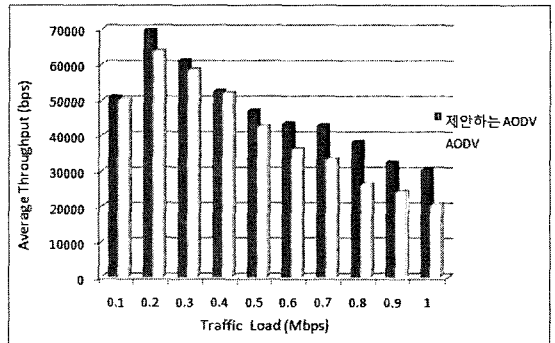


그림 10. Traffic Load에 따른 처리량

트래픽 부하를 0.1Mbps에서 1Mbps까지 변화시키면서 제안하는 라우팅 프로토콜의 성능을 평가하였다. [그림 10]에서 알 수 있듯이 제안하는 라우팅 프로토콜의 성능이 기존의 AODV 라우팅 프로토콜에 비해 우수함을 알 수 있다. 제안하는 라우팅 프로토콜의 성능은 traffic load가 1Mbps일 때 기존의 AODV 라우팅 프로토콜에 비해 약 32.3% 증가하였다.

### 3.2 패킷 수

[표 4]는 제안하는 AODV 라우팅 프로토콜과 AODV 라우팅 프로토콜에서 발생하는 패킷의 수를 나타낸 것이다.

표 4. 패킷 수

	제안하는 AODV	AODV
RREQ 패킷 수	1894	2303
RREP 패킷 수	380	531
RERR 패킷 수	327	1009
총	2601	3842

시뮬레이션 결과 제안하는 라우팅 프로토콜에서 전송되는 RREQ 패킷의 수는 AODV 라우팅 프로토콜에

비해 약 18% 감소하였다. 이는 제안하는 라우팅 프로토콜은 경로 단절이 발생했을 때 AODV 라우팅 프로토콜에서의 지역 경로 복구 방식처럼 RREQ 패킷을 네트워크 전체에 브로드캐스트하지 않고, 노드거리 테이블에 미리 설정되어 있는 FPN로 URREQ 패킷을 전송하기 때문이다. 또한 전송되는 RREP 패킷의 수는 AODV 라우팅 프로토콜에 비해 약 28.4% 감소하였으며, RERR 패킷의 수는 약 67.6% 감소하였다. 따라서 전체 제어 패킷의 수가 AODV 라우팅 프로토콜에 비해 약 32.3% 감소하였다.

## V. 결론

본 논문은 위치 정보를 갖는 Hello 패킷을 이용한 개선된 AODV 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 시뮬레이션 결과 제안하는 라우팅 프로토콜의 처리량은 기존의 AODV 라우팅 프로토콜에 비해 약 32.2% 증가하였으며, 라우팅 경로를 설정하고 유지하는 과정에서 전송되는 RREQ 패킷의 수는 기존의 AODV 라우팅 프로토콜에 비해 약 18% 감소하였고, RREP 패킷의 수는 약 28.4%, RERR 패킷의 수는 약 67.6% 감소하였다. 따라서 전체적인 라우팅 제어 패킷의 수는 약 32.3% 감소하였다. 제안하는 AODV 라우팅 프로토콜은 RREQ 패킷의 수를 줄이는데 초점을 두고 있다. 이를 위해 경로 단절시 경로 단절이 일어난 상위 노드에서 URREQ 패킷을 보냄으로써 RREQ 패킷이 네트워크 전체에 브로드캐스팅을 제한한다. 따라서 본 논문이 제안하는 AODV 라우팅 프로토콜은 차량 간 통신을 위한 라우팅 프로토콜로서 적은수의 제어 패킷을 사용하면서 우수한 성능을 갖는다.

## 참고 문헌

- [1] 유석대, 조기환, "교통사고 방지를 위한 차량간 통신 기술", 한국통신학회지 제23권, 제2호, pp.10-18, 2005.
- [2] M. Duresi and A. Duresi, "Optimized Geographical Routing Protocol for Inter-Vehicle Communications," Proceedings of the 25th IEEE Workshops (ICDCSW'05), 2005.
- [3] J. C. Varghese, W. Chen, O. Altintas, and S. Cai, "Survey of Routing Protocols for Inter-Vehicle communications," MOBIQU ITOUS 2006.
- [4] T. Fukuhara, T. Warabino, T. Ohseki, K. Saito, K. sugiyama, T. Nishida, and K. Eguchi, "Broadcast methods for inter-vehicle communications system," IEEE Communications Society(WCNC 2005), pp.2252-2257, 2005.
- [5] Y. Khaled, H. Menouar, and Y. Challal, "Reactive and adaptive protocol for inter-vehicle communications," Information and Communication Technologies, 2004(ICTTA'04), pp.63-64, 2004.
- [6] C. Perkins, E. Belding-Royer and S. Das, "Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) Routing," IETF RFC 3561, 2003.
- [7] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing(DSDV) for Mobile Computers," Proceedings of ACM SIGCOMM, pp.234-244, 1994.
- [8] Y. C. Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4," IETF RFC 4728, 2007.
- [9] M. Manoj, *Ad hoc Wireless Networks - Architectures and Protocols*, Prentice Hall, 2004.

저자 소개

이 은 주(Eun-Ju Lee)

준회원



- 2006년 2월 : 제주대학교 통신공학과(공학사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 통신공학과(공학석사과정)

<관심분야> : Ad hoc 네트워크, 컴퓨터시스템, 이동통신 프로토콜

양 두 영(Doo-Yeong Yang)

정회원



- 1984년 2월 : 제주대학교 통신공학과(공학사)
- 1989년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학박사)
- 1992년 ~ 현재 : 제주대학교 통신컴퓨터공학부 통신공학전공 교수

<관심분야> : RF회로 및 RFID, 이동통신, 위성통신

이 권 익(Kwoun-Ig Lee)

정회원



- 1992년 2월 : 제주대학교 통신공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 제주대학교 통신공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 제주대학교 통신공학과(공학박사)

<관심분야> : 모바일 및 RFID 프로토콜, 임베디드 시스템

좌 정 우(Jeong-Woo Jwa)

정회원



- 1985년 2월 : 한양대학교 전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2001년 8월 : KAIST 정보 및 통신공학과(공학박사)

• 2002년 10월 ~ 현재 : 제주대학교 통신컴퓨터공학부 통신공학전공 조교수

<관심분야> : 무선인터넷 BM, 이동통신 프로토콜, 이동통신 시스템