

MANET 환경에서 차량간 통신을 위한 라우팅 프로토콜 성능 분석

Performance Analysis of Routing Protocol for Vehicle to Vehicle Communication in MANET

김상헌

김재명

이상선

(한양대학교 전자통신컴퓨터공학과) (한양대학교 전자통신컴퓨터공학과) (한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 교수)

Key Words : V to V communication, MANET, Ad-hoc, 802.11, ITS

목 차

I. Introduction

II. Ad Hoc Routing Protocol

III. Simulation Settings

IV. Simulation Result & Analysis

V. Conclusion

참고문헌

I. INTRODUCTION

최근 들어 유비쿼터스 사회로 나아가기 위한 많은 연구결과 다양한 분야가 생겼으며, 자동차 분야에도 많은 영향을 끼쳤다.[1][2]

텔레매틱스는 Telecommunication과 Informatics의 줄임말로써, 유비쿼터스 사회의 중요한 연구 분야이다. 텔레매틱스는 길 안내, 응급서비스, 실시간 정보서비스뿐만 아니라 멀티미디어 서비스까지 제공한다. 이러한 서비스가 가능하기 위해서는 차량 간 통신이 제공되어야 한다.[3][4]

DSRC[5], DMB[6]처럼 현재 텔레매틱스를 위한 여러 가지 무선통신이 있지만, 텔레매틱스 서비스는 다양하게 변화하였으며 새로운 무선 통신 기술을 요구하고 있다.

IEEE 802.11 무선 랜 기반으로 만들어진 WAVE는 텔레매틱스 서비스를 제공하기 위한 차세대 무선통신 중 하나이다. WAVE는 1km 범위에서 54Mbps로 차량과 노변장치 통신 뿐만 아니라 차량 간 통신도 가능하다.[7]

하지만, 통신의 기본이 되는 IEEE 802.11 무선 랜의 성능은 차량 간 환경에서 아직 입증되지 않았다. 특히 802.11은 움직임이 거의 없는 정지 혹은 저속의 상태에서 개발이 되었기 때문에 빠른 이동성이 있는 차량간 통신에 적용하기 위해서는 수정이 필요하다.[8] 또한 기반구조가 없는 상태에서 차량 간 통신을 지원하는 애드혹 모드는 선택기능으로 인식되었기 때문에 더욱더 성능분석이 필요하다.

그러므로 차량 간 통신을 위한 성능 분석과 향후 프로토콜 개발을 위해서 문제점을 파악하는 것이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 차량 간 환경의 가장 큰 특징인 빠른 이동성 때문에 생기는 잦은 라우팅 경로 변화가 전체 네트워크에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보기 위하여 토폴로지를 구성하였으며, 연구가 활발하게 이루어지는 AODV와 DSR의 성능을 분석함으로써 라우팅 프로토콜에 따른 성능의 차이를 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구한 애드혹 라우팅 프로토콜에 대해서 간단하게 살펴보고 3장과 4장에서는 차량 간 통신을 위한 Ad-hoc 네트워크를 구성하여 성능 분석을 하였다. 성능분석을 위해 차량환경에 적합한 프로토콜 스택을 정의하고 분석에 적합한 네트워크 토폴로지 및 이동성 모델을 정의하여 이동성 영향을 분석한다. 5장에서는 성능분석을 통한 연구방향 제시와 함께 결론을 맺는다.

II. Ad Hoc Routing Protocol

1. AODV

AODV(Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing)은 리액티브 방식의 라우팅 프로토콜로 노드가 보낼 데이터가 생긴 경우에만 라우팅 경로를 설정하며, 보낼 데이터가 없는 경우에는 라우팅 경로 설정을 하지 않는다.

AODV의 라우팅 발견단계에서는 소스 노드가 주위 노드들에게 경로 요구 메시지를 브로드캐스트한다. 만약 주변의 노드가 목적지까지의 경로를 가지고 있다면 경로 요구 메시지의 응답인 경로 응답 메시지를 전송하며, 목적지까지의 경로를 가지고 있지 않은 노드는 경로 요구 메시지를 다른 주변 노드들에게 계속 브로드캐스트한다. 결과적으로 경로 설정을 위한 경로 응답 메시지는 목적지에 도달하거나 목적지까지의 경로를 아는 중간 노드에 도달하는 경우 소스에게 역 경로를 통하여 재전송되어 경로를 설정하게 된다. 또한 소스 노드가 경로 깨짐에 대한 메시지를 전송 받게 되면, 목적지까지 새로운 경로를 찾기 위해서 경로 재설정 단계에 들어가며 경로 재설정 과정은 경로 초기 설정 과정과 동일한 방법으로 이루어진다.

AODV는 라우팅 테이블에 시퀀스넘버를 기록함으로써, 이전에 전송 받았던 라우팅 메시지가 다른 경로를 통해서 온다면 삭제한다.

각 라우팅 테이블에 저장된 경로에는 타이머가 존재하여, 경로 사용에 대해서 감시를 한다. 만약 일정 시간 동안 사용되지 않는 경로라면 라우팅 테이블에서 삭제한다

2. DSR

DSR protocol은 라우팅 소스를 기반으로 한 on demand 라우팅 프로토콜이다. 모바일 노드들은 노드가 알고 있는 소스 경로들을 포함한 경로 캐쉬를 유지하며, 경로 캐쉬의 입력 값들은 새로운 경로들이 바뀔때 따라지속적으로 갱신된다. 프로토콜은 경로 탐색과 경로 유지의 두 개의 주요한 단계들로 이루어진다. 모바일 노드가 어떤 목적지로 보낼 패킷이 있을 때는, 경로를 검토해 그 경로가 목적지까지 이미 성립 되어 있으면 경로 캐쉬를 저장한다. 만약 저장되어 있는 경로가 목적지까지 유효한 값이라면, 이 경로로 패킷을 보내는데 사용할 것이다. 반면 만약 노드가 그러한 경로를 가지지 않는다면, 라우팅 요구 패킷을 브로드캐스트에 의해 경로 탐색을 시작한다.

이 라우팅 요구 메시지는 목적지 주소, 소스 노드의 주소, 그리고 유일한 식별 인자를 포함한다. 각 노드는 목적지의 경로를 아는지를 패킷을 받음으로써 조사한다. 만약 그렇지 않으면 자신의 주소를 패킷 경로 기록에 추가하고 그리고 나서 라우팅 경로를 따라 패킷을 전달킨다. 노드의 라우팅 경로에서의 라우팅 요구 메시지의 전파의 수를 제한하기 위해서, 모바일 노드는 만약 모바일 노드에 의해 라우팅 요구 메시지를 아직 보내지 않거나, 모바일 노드의 주소가 저장되어 있지 않다면 라우팅 요구 메시지를 단지 전달시킨다.

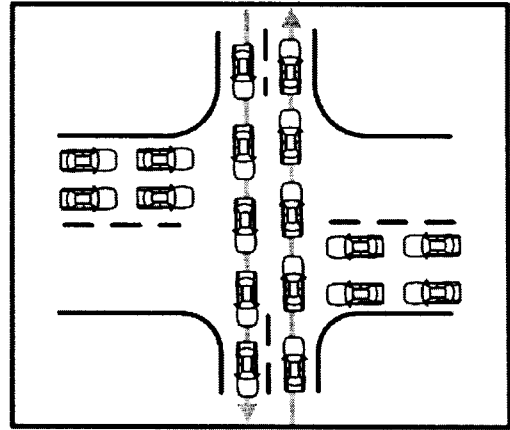
라우팅 응답 메시지는 라우팅 요구 메시지가 목적지에 도달하거나 목적 경로가 유효한 경로 캐쉬를 포함하는 중간 노드에 도달 했을 때 발생된다. 패킷이 목적지나 그런 중간 노드에 도달했을 때에는 그에 해당 하는 홉 수를 포함한다.

III. Simulation setting

차량간 통신을 위한 IEEE 802.11 Ad hoc 네트워크를 구성하였다. 네트워크 토폴로지, 프로토콜 스택 그리고 시뮬레이션 툴 및 파라미터 설정은 다음과 같다.

1. Network topology

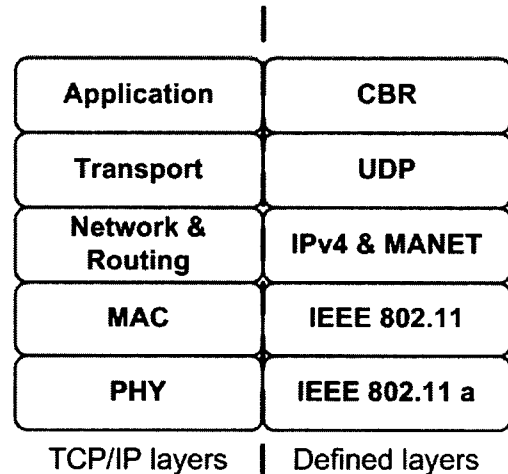
네트워크 토폴로지는 <그림 1>과 같다. 교차로 상황에 중점을 두고 토폴로지를 구성하였으며, 빠른 이동성이 네트워크의 성능에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보기 위하여 상대속도가 30km/h부터 180km/h의 구간을 30km/h 단위로 증가시키면서 측정하였다.



<그림 1> 네트워크 토폴로지

2. Protocol stack setting

차량 간 통신을 위한 IEEE 802.11기반의 Ad hoc 네트워크 성능분석을 위해서는 차량 통신 환경을 구성할 필요가 있다. 차량 통신환경은 이동성 부여뿐만 아니라 각 계층별 차량환경에 적합한 프로토콜의 정의가 필요하다. 다양한 라우팅 프로토콜의 네트워크 성능 평가를 AODV와 DSR 로 하였으며 <그림 2>는 성능분석을 위하여 정의한 프로토콜 스택이다.



<그림 2> 프로토콜 스택

3. Simulation Tool & Parameter setting

성능분석을 위한 시뮬레이터는 Qualnet[11]을 사용하였다. 시뮬레이션 시간은 100초로 하였고, 사용된 응용은 CBR이며, 패킷 크기는 512bytes 로 고정하였다. 각 CBR 세션은 랜덤하게 연결하였으며 패킷은 1초에 5개씩 전송하도록 설정하였다. 또한 라우팅 경로 변화가 네트워크 성능에 어떠한 영향을 끼치는지 살펴보기 위하여 시뮬레이션 시간 동안 CBR 트래픽을 지속하였다. <표 1> 은 성능 분석을 위해서 설정된 IEEE 802.11 주요 파라미터를 나타내고 있다.

<표 1> IEEE 802.11 Parameters

Item	Value
Bandwidth	12Mbps
CWMin	15
CWMax	1023
SlotTime	9us
SIFS	16us
DIFS	34us
RTS Threshold	0byte
Propagation delay	1us
ShortRetryLimit	7
LongRetryLimit	4
Fragmentation Threshold	2346bytes

IV. Simulation Result & Analysis

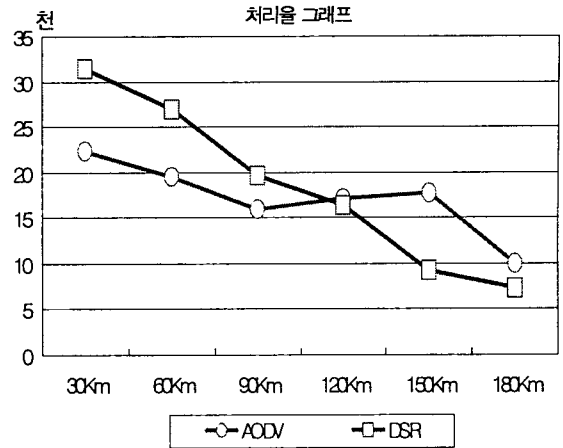
패킷을 전송하거나 수신 받기 위해서 어플리케이션 계층은 하위 계층의 서비스를 요구한다. 만약 하위계층에서 제대로 된 서비스를 제공해 주지 못한다면 패킷을 보내거나 수신할 수가 없다. 특히 네트워크 계층에서 라우팅은 경로 설정을 하는 역할을 하며 잦은 이동성이 있는 경우 라우팅 프로토콜이 빠른 이동속도에 맞추어 안정적인 라우팅 경로를 설정하지 못한다면 지연 및 처리율의 저하가 나타난다. 이러한 이유에서 각 라우팅 프로토콜의 처리율과 라우팅 메시지의 발생 빈도를 측정하여, 빠른 이동성이 있는 차량 간 통신에서 얼마큼 안정적으로 라우팅 경로를 설정해주는지 살펴보았다.

1. Throughput with varied offered mobility

상대속도에 따른 처리율은 다음과 같으며 측정된 두 라우팅 프로토콜 모두 상대속도가 증가할수록 처리율은 감소하였다. <표 2>에서 알 수 있듯이 네트워크 전체 처리율은 AODV와 DSR 둘 다 비슷하게 측정되었지만 DSR이 조금 더 우수하게 측정되었다. 하지만 상대속도에 따른 처리율은 조금 다르게 측정되었다. 상대속도가 저속인 30km에서는 DSR이 우수하게 측정되었으나, 상대속도가 점점 빨라질수록 AODV가 더 우수한 성능을 보였다. 상대속도가 가장 빠른 180Km/h 인 가장 구간에서는 AODV와 DSR 모두 30Km/h일 때보다 AODV는 약50% DSR은 78%의 정도 낮게 측정되었으며, 상대속도가 점점 빨라질수록 AODV가 더 우수한 성능을 보였다.

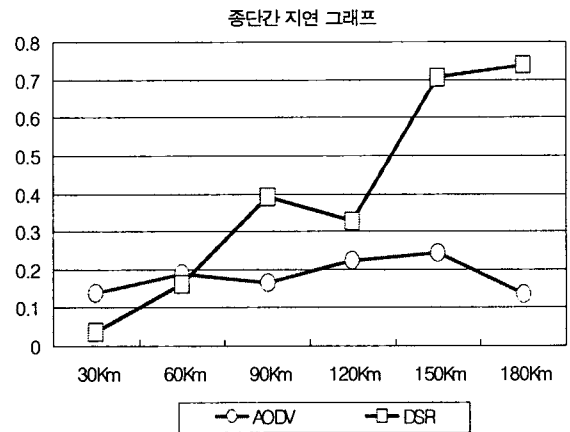
<표 2> AODV와 DSR의 네트워크 전체 처리율 및 평균 패킷 지연 측정

	AODV	DSR
평균 처리율	1.70 Mbps	1.85 Mbps
평균 지연	0.18 S	0.40S



<그림 3> 네트워크 처리율(Throughput)

아래 그래프에서 알 수 있듯이 상대속도가 증가할수록 종단 간 지연도 전반적으로 길어졌다. 이처럼 상대속도가 증가함에 따라서 종단 간 지연이 길게 측정된 원인은 라우팅 경로 설정이 안정적이지 못하기 때문이다. 보낼 데이터가 있다 하더라도 라우팅 경로가 잘못 설정되어 종단 간 지연이 길게 발생하게 된다. 특히 DSR의 경우 AODV 보다 상대적으로 종단 간 지연이 길게 측정되었으며 가장 빠른 상대속도인 180Km/h구간에서는 DSR의 지연이 AODV보다 약 8배 정도 길게 측정되었다.



<그림 4> 종단간 지연

2. Routing Load with varied offered mobility

위에 측정된 네트워크 처리율과 패킷 지연은 라우팅과 밀접한 관련이 있다. 라우팅 경로가 자주 바뀌지 않은 저속 구간에서는 DSR이 AODV보다 높게 처리율이 측정되었지만, 고속 구간에서는 AODV가 DSR 보다 높게 측정되었다. 이러한 이유는 라우팅 패킷을 측정해보면 보편할 수 있다

< 표 3 >에서 알 수 있듯이 AODV가 DSR보다 월등히 많은 라우팅 요구 메시지를 전송하였다. 이러한 이유는 라우팅 경로 보유에서 나타난다. AODV는 한 개의 라우팅 경로만 유지하기 때문에 DSR보다 많은 라우팅 요청 메시지를 발생시

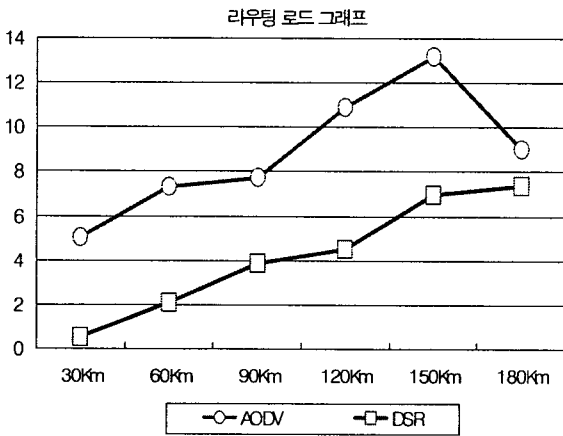
졌고, 이와 반대로 DSR의 경우 한 개의 경로가 아닌 다수의 경로를 보유하기 때문에 AODV보다 RREQ 메시지가 적게 측정되었다.

<표 3> AODV와 DSR의 라우팅 패킷 측정

	RREQ	RREP	RERR
AODV	2012	115	70
DSR	161	285	1600

하지만 빠른 이동성을 가진 180Km/h 구간에서는 DSR은 다수의 경로를 보유하지만, 보유하고 있는 모든 경로가 잦은 토폴로지 변화 때문에 깨지기 쉽다. 이때 나타나는 Stale problem이 오히려 많은 라우팅 에러 메시지인 RERR을 발생시켜, DSR의 종단간 지연을 늘리게 된 주요원인이다.

다양한 경로를 보유하고 있는 DSR은 저속인 경우 라우팅 경로를 하나만 보유한 AODV보다 패킷 지연은 길지만 실제적인 처리율은 높게 측정된다. 라우팅 경로가 깨지면 저장되어 있는 다른 경로를 통해서 바로 전송할 수 있기 때문이다.



<그림 5> 라우팅 로드

라우팅 로드에서 알 수 있듯이 AODV가 DSR보다 더 많은 라우팅 로드를 발생한다. 하지만 네트워크 전체 처리율은 비슷하며, 종단간 지연은 오히려 AODV가 더 좋게 측정되었다. 이와 같은 결과가 나온 이유는 RERR 메시지 때문이다. RERR 메시지가 많이 발생되었다는 것은 그 순간 패킷을 보내더라도 제대로 목적지까지 도달할 수 없으며, 또한 라우팅 경로 에러로 재전송 할 가능성이 높다.

본 논문의 시나리오를 바탕으로 본다면 저속의 어플리케이션 세션이 적은 경우에는 라우팅 에러가 적게 발생하는 상황이기 때문에 DSR이 AODV보다 더 좋은 성능을 보일 수 있지만, 고속의 어플리케이션 세션이 많은 경우 상대적으로 라우팅 경로 에러가 많이 발생하기 때문에 DSR의 다양한 경로 보유가 많은 에러를 유발시켜, 라우팅 로드를 급격하게 증가시키게 된다.

V. Conclusion

본 논문에서는 차량 환경에서 차량 간 통신을 위한 IEEE 802.11 에드혹 네트워크의 성능분석을 했으며 문제점을 발견했다. 본 논문의 시나리오 결과 최근 가장 연구가 활발하게 이루어지고 있는 AODV와 DSR은 상대속도가 증가할수록 네트워크의 성능이 상당히 떨어졌으며, 결과적으로 AODV와 DSR은 아직 차량 간 통신에 적용하기는 어렵다 뿐만 아니라 지연 및 QoS 등의 문제가 완벽하게 해결되지 않았다.

현재 AODV와 DSR이외에 TORA, ZRP, CBRP 그리고 GPS(Global Positioning System)정보를 이용한 LAR과 같은 다양한 라우팅 프로토콜이 개발 연구중에 있다. 차량간 통신을 위하여 다양한 방법으로 응용이 되고 있다. AODV와 DSR 등 다양한 라우팅 프로토콜은 빠른 이동성 때문에 발생하는 잦은 라우팅 경로 변화에 민첩하게 대응하기 어려우며, 향후 좀 더 안정적인 라우팅 프로토콜을 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Jung Muk Kim "Application service solutions using ubiquitous network" paper of collection in Hanyang university
2. Chang Won Jung "Remote control technique for telematics service"
3. Young IL Kwon, "Market Trend and Prospect of Telematics", The Korean Society of Automotive Engineers, June.2004
4. Ho Kyung Kim, "The trend of Telematics development technology", Korean Institute of Communication Sciences, Oct.2003
5. STANDARD OF DRSC RADIO COMMUNICATION BETWEEN ROAD-SIDE EQUIPMENT AND ON-BOARD EQUIPMENT IN 5.8GHz BAND, 2000
6. Dedicated Short Range Communications (DSRC) Home <http://www.leearmstrong.com/DSRC/DSRCHomeset.htm>
7. Woosin Lee "Performance Analysis of CSMA/CA with RTS/CTS in Vehicle-to-Vehicle Communication Based on IEEE 802.11g", KISS KoreaComputerCongress,2005
8. J.J. Garcis Luna Aceves,"Source-Tree Routing in Wireless Networks",Proceedings of the 7th International Conference on Network Protocols, IEEE ICNP 99 ,Toronto, Canada, pp. 273-282,IEEE, October 1999
9. Ford LR, Fulkerson DR. Flows in Network. PrincetonUniversityPress:Princeton,NJ,1962.
10. Murthy S, Garcia-Luna-Aceves JJ. Loop-free internet routing using hierarchical routing trees. In Proceedings of the IEEE INFOCOM 1997; 101~108.
11. QualNet Forum http://www.scalable-networks.com/training_and_support/support/forums/index.php