

도로 사정에 따른 효율적인 자동차 애드 혹망의 성능평가에 관한 연구

조옥래^{1*}

A Study on Performance Evaluation of Efficient Vehicular Ad-Hoc Network in Road Traffic

Ok-Lae Cho^{1*}

요약 본 논문에서는 도로망의 사정에 따라 변화될 수 있는 자동차 애드 혹 망 성능을 연구하기 위하여 도로망을 구성하고 라우팅 프로토콜별로 적용하여 성능을 비교분석하였다. 적용한 라우팅 프로토콜은 MANET(Mobile Ad-Hoc Network)인 AODV (Ad-hoc On-Demand Distance Vector)와 DSR (Dynamic Source Routing) 프로토콜이다. AODV는 일반적으로 DSR보다 성능이 우수한 것으로 알려져 있으나 애드 혹 도로망에서 자동차의 수가 많아질 경우에는 DSR 프로토콜이 성능 면에서 비슷하거나 오히려 우수하다는 결과를 얻을 수 있었다. 시뮬레이션을 위하여 왕복 4차선을 OPNET에서 구현하고 실행하였다.

Abstract In this paper, we composed several road network and evaluated the network for the performance of the network with protocols. The protocols we applied were the MANET routing protocols such as AODV (Ad-hoc On-Demand Distance Vector) and DSR (Dynamic Source Routing) protocols. Generally, the AODV performs better than the DSR. However, in my ad-hoc vehicular network, the performance of the DSR is the better than the AODV when there are more vehicles in the road environment than there are the less vehicles. For the simulation, we composed 4-lane road with vehicles and simulated in the OPNET.

Key Words : VANET, 애드혹 라우팅 프로토콜, AODV, DSR

1. 서론

최근 사회, 경제 규모가 확대, 고도화됨에 따라 차량 및 교통수요가 폭발적으로 증가하여 대도시는 심각한 교통문제에 직면하게 되었으며, 이러한 문제들로 인해서 막대한 사회적 비용을 부담하고 있다. 우리나라의 도심 및 고속도로와 국도 등의 교통상황은 차량의 증가와 함께 점점 복잡해지고 있고, 교통 통행의 불균형으로 출퇴근 시간을 막론하고 도심이건 외곽도로를 구분하지 않고 교통체증이 발생하고 있으며, 교통사고 발생도 줄어들지 않고 있어 통행시간의 증가와 에너지 낭비 및 자동차 배기가스의 방출로 인한 환경오염이 유발되고 있다.

우리나라 도로의 교통 혼잡비용은 지속적인 증가추세를 보이는 등 심각한 교통문제를 발생시키고 있다. 만성적이고 전국적인 도로교통 혼잡으로 인한 경제적 손실은

연10조원을 넘어섰고 매년 20%씩 증가하여 평균 2조원 정도씩 증가될 것으로 예측되고 있다.(94년에 12.4조원) 교통개발 연구원의 자료에 의하면 6대도시 및 지역 간 도로의 교통지체로 인하여 발생하고 있는 교통 혼잡비용이 연간 14조 7백억 원에 이르는 것으로 분석 되었다.

교통 지체로 인한 GNP의 3.6%에 달하고 있고, 문제를 해소하기 위해서 도로를 건설하는 방법만으로는 해결이 어려우며, 결국 새로운 도로의 건설 보다는 도로의 교통효율을 높이고 안전성을 확보하는 것이 더욱 중요한 문제로 대두되어 이러한 문제점을 해소하기 위해서 제안되고 있는 것이 지능형교통시스템(ITS: Intelligent Transport System)이다.

지능형교통시스템은 교통 체계의 효율성과 안전성을 제고하기 위하여 기존의 통신체계에 전자, 정보, 통신 제어 등의 지능형 기술을 접목시키는 차세대 도로체계이다. 이는 도로와 차량 등의 하드웨어 중심의 기반 시설에 통신, 전자, 제어, 컴퓨팅기술 등의 최첨단 정보통신 기술을

¹동명대학교 컴퓨터공학과

*교신저자: 조옥래(olcho@tu.ac.kr)

이용, 소프트웨어 기술을 결합함으로써 도로 이용을 최적으로 하여 안전하고 쾌적하고 효율적인 교통을 실현 가능하게 하는 정보통신 네트워크와 교통 네트워크의 통합 시스템이다. 이동 중 인 사람이나 차량에 대하여 정보통신서비스를 실현하기 위하여, 방송이나 개별통신에 있어서, 또한 신뢰도가 높은 통신 시스템이나 낮은 통신 시스템인 무선통신 시스템의 도입은 필수적이다[1]. 제 2장에서는 자동차통신에 대한 내용을 살펴보고 제 3장에서는 모바일 애드 혹 망과 라우팅 프로토콜에 대하여 설명한다. 제 4장에서는 시뮬레이션의 환경과 시뮬레이션 결과를 기술하고, 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

II. 자동차통신 개요

1. 텔레매틱스에서의 차량 간 통신 동향

21세기를 주도할 새로운 자동차산업분야로서 대두되고 있는 텔레매틱스(Telematics)는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)의 합성어로서 지능형교통시스템을 구현 하는 전기, 전자, 통신 및 자동차기술을 비롯한 다양한 분야가 기술적 무선통신 시스템 통합 기술 분야이다.

텔레매틱스는 자동차 및 IT 분야뿐만 아니라 최근에는 통신 관련 서비스의 Killer Application으로 급부상하고 있다. 텔레매틱스는 초고속 통신 인프라를 기반으로 교통, 안전, 게임, 모바일 콘텐츠 등 다양한 서비스를 제공하는 종합 산업으로서 Off-line 산업의 IT화를 추진하는 대표적인 산업으로 우리나라의 측면에서 세계적으로 앞서 있는 IT산업과 세계5위권인 자동차 산업의 결합을 통한 시너지 효과가 매우 크다.

특히 자동차 제조업체 및 차량전자기기 제조업체들에게 새로운 마케팅 기회와 수익을 제공할 수 있으며, 이동통신사업자, 방송국, 소프트웨어 제작업체, 전자 상거래업체와 같은 다양한 사업자들에게도 잠재적인 신규 수익 창출이 가능하다.

국내의 경우 2001년부터 산·학·연이 텔레매틱스 기술 및 서비스 개발을 적극적으로 진행하여 세계적인 경쟁력을 갖출 수 있는 역량을 확보해 나가고 있으며 경로안내, 교통정보 위주의 텔레매틱스 서비스를 보급해 나가고 있다. 국내에서의 성공적인 텔레매틱스 사업을 위해서는 이종산업인 자동차 제조업체와 통신사업자들의 활발한 전략적 제휴를 통하여 대규모 투자 및 연구개발이 필수적이다. 자동차산업은 비교적 안정적인 산업 환경으로 제품 주기가 6년으로 비교적 긴 시장접근시간을 갖고 있는 반

면, 정보통신산업은 매우 빠르게 시장 및 산업구도가 변화하고 있으며 제품 및 서비스의 주기가 매우 짧기 때문이다.

국가적인 차원으로 정보통신부에서 텔레매틱스 서비스 활성화 기본계획을 2004년 4월 확정, 발표하였으며, 기술개발 산업육성, 인력양성과 인프라 구축을 통해 차세대 성장 동력으로 서 국가 경제발전에 기여하는 정책을 추진하고 있다[2].

텔레매틱스 산업은 세계 통신 서비스 시장의 새로운 Cash-Cow로서의 역할로도 기대되고 있다. 세계 텔레매틱스 시장은 지속적으로 성장하고 있으며, 2003년도에는 46억 달러에서 2008년 89억 달러 규모로 연평균 약 20%이상의 성장세를 보일 것으로 전망하고 있다.

세계 텔레매틱스 서비스 가입자 수는 2010년 약 1억 명을 넘어설 것으로 전망되고 있고, 미국의 경우 텔레매틱스 서비스 가입자 수가 2001년 210만명 규모에서 2005년 1,340만명, 2010년에는 4,400 만 명에 달해 증가율이 40%에 이르고 유럽은 62%, 일본은 59%에 달할 것으로 예상되고 있다[3].

텔레매틱스를 위한 여러 요소 기술 등에서의 가장 중요한 기술 중 하나는 다양한 무선통신 기술로서 이에 대한 기술 개발, 통합 및 표준화 작업이 필수적이다. 특히, 개발 중인 무선통신 기술에 대한 표준화는 텔레매틱스 산업의 빠른 국내외 시장 진입을 위해 반드시 고려되어야 할 사항이다. 이러한 무선통신기술 중 최근에 차량 간 통신 기술 개발 및 이에 대한 표준화 작업이 주목을 받고 있다.

2. 차량 간에서의 애드 혹 네트워크

퍼스널 컴퓨터와 무선 네트워크의 빠른 기술 향상에 따라 이동 무선 컴퓨팅은 급격히 그 응용범위와 사용빈도가 증가할 것으로 기대된다. 이 이동 무선 컴퓨팅환경은 기존의 인터넷 프로토콜군의 사용을 대부분 포함 할 것 이며, 따라서 이동 서비스를 고려한 인터넷 프로토콜이 요구되어진다. 현재 이동 호스트의 지원을 위해 모바일 IP에 대한 연구가 진행되고 있으나, 이는 주소 관리, 프로토콜 상호 운용성과 같은 네트워크의 주요기능은 여전히 고정된 네트워크의 라우팅 프로토콜에 의존하는 것이다.

일반적인 통신 시스템의 경우 단말기 간 통신을 위해서는 기지국을 거쳐 이동통신 사업자망을 사용해야한다. 하지만 근거리에 위치하는 다수의 단말기 간에는 기지국을 통하지 않고 애드 혹 네트워크를 구성하여 단말기 간

에 피어-투-피어 통신을 할 수 있다. 즉, 이동 애드 혹 네트워크는 이동성을 가진 다수의 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 임시적인 분산 네트워크로서, 기반망(infrastructure)이 존재하지 않거나 기반망에 기초한 네트워크의 전개가 용이하지 않은 지역에서 임시적으로 네트워크를 구성하기 위한 목적으로 연구되어 왔으며, 최근 들어 이동 애드 혹 네트워크 기술은 홈 네트워킹, 센서 네트워크, 개인영역망(PAN) 등 텔레매틱스(Telematics) 분야로의 적용이 되어가고 있으며 차세대 네트워킹 방식의 하나로서 활발한 연구가 진행되고 있다. 이동 애드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜은 이동 애드 혹 노드들 간의 통신을 가능하게 하는 기술로서 차량 간 통신에 빠져서는 안 되는 애드 혹 네트워크의 가장 중요한 연구 분야로 자리 매김하고 있다.

III. 모바일 애드 혹 망

1. 이동 애드 혹 네트워크의 특성

이동 애드 혹 네트워크는 그림 3-1과 같이 무선 인터페이스를 사용하여 이동 노드들 간에 피어-투-피어 통신이 가능하게 한다. 이동 애드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜에 대한 연구는 1970년대 이동 애드 혹 네트워크의 출현과 더불어 시작되었으며, 1997년에 구성된 IETF MANET(Mobile Ad hoc Network) 작업 그룹을 중심으로 표준화 작업이 진행되고 있다. 이동 애드 혹 네트워크는 아래와 같은 특성을 가지며, 이동 애드 혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜은 이와 같은 다양한 네트워크 특성을 고려하여 연구되고 있다.

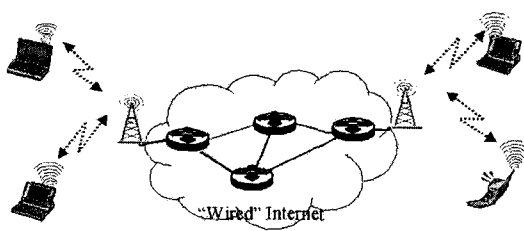


그림 3-1. 이동 애드 혹 네트워크의 예

첫째, 노드의 이동에 따라 네트워크 토폴로지가 동적으로 변화한다. 네트워크 토폴로지의 변화는 빈번한 루트 정보의 갱신을 야기하여 루트 정보의 관리를 복잡하게 하며, 이를 위한 라우팅 제어 메시지는 네트워크의 오버헤드로서 작용한다.

둘째, 이동 노드들은 무선 인터페이스를 사용하여 서로 통신한다. 무선 인터페이스는 기본적으로 전송 대역폭 및 전송 거리상의 제약이 있다. 따라서 원거리 노드들 간의 통신을 위해서는 멀티-홉 통신이 필수적이다. 멀티-홉 통신을 위해 각 노드는 호스트 기능 외에 라우팅 기능도 포함한다.

셋째, 이동 노드들은 제한된 용량의 배터리를 사용하기 때문에 에너지 사용에 있어 제약이 크다. 따라서 배터리 상태를 고려한 통신이 필요하다.

넷째, 이동 노드들은 무선 인터페이스를 사용하여 서로 통신하고 있으며, 모든 노드들이 라우팅 기능을 가지고 있기 때문에 보안상으로 매우 취약하다. 특히, 브로드캐스팅되는 라우팅 제어 메시지는 해킹의 위험이 크다.

2. 이동 애드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜

이동 애드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜은 그림 3-2와 같이 테이블 관리방식(table-driven) 방식과 요구기반(on-demand) 방식으로 크게 분류할 수 있다. 테이블 관리 라우팅 방식은 모든 이동 노드들이 항상 최신의 루트 정보를 유지하며, 라우팅 정보를 주기적으로 또는 네트워크 토폴로지 상의 변경이 있을 때마다 네트워크 전체로 전파시켜 각 노드들이 자신이 라우팅 정보를 변경하도록 하고 있다. 테이블 관리 라우팅 방식은 패킷 발생 시 지연 없이 항상 최적의 루트를 통해서 라우팅 할 수 있는 장점을 가지고 있으나 네트워크 토폴로지의 변화가 심할 경우 라우팅 정보를 네트워크 전체로 전파하기 위한 라우팅 프로토콜 메시지의 오버헤드가 크다는 문제점이 있다.

요구기반 라우팅 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 루트를 탐색하는 방법으로서 테이블 관리 라우팅 방식이 가지는 제어 메시지의 오버헤드를 감소시킬 수 있다. 루트 정보는 루트 상의 각 노드에 저장되나 일정 기간동안 해당 루트가 사용되지 않을 경우 노드로부터 삭제된다. 요구기반 라우팅 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 루트를 탐색하기 때문에 루트 탐색에 추가적인 시간이 필요하며, 이는 트래픽에 대한 전송 지연을 유발한다.

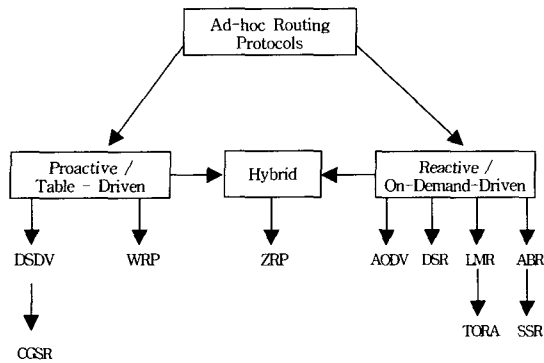


그림 3-2. 이동 애드 혹 라우팅 프로토콜의 분류

이동 애드 혹 네트워크를 위한 주요 라우팅 프로토콜에 대해 간략히 기술해 보면 다음과 같다.

1) DSDV

Destination Sequenced Distance Vector(DSDV)는 유선 네트워크에서 사용되고 있는 Bellman-Ford 라우팅 방식에 기초하고 있으며, 목적지 순차 번호(destination sequence number)를 사용하여 토폴로지 변화에 의한 라우팅 루프의 발생을 방지하고 있다. 각 노드는 다른 모든 노드로의 루트 정보를 라우팅 테이블에 유지하고 있다. 라우팅 테이블의 갱신은 전체 덤프와 증분 덤프 형태로 이루어진다. 전체 덤프는 노드 자신이 가진 모든 라우팅 정보를 다른 노드로 브로드 캐스팅하는 방식으로, 갱신할 라우팅 정보가 많을 경우에 사용한다. 반면에 증분 덤프는 라우팅 정보의 변경이 있을 경우에 새로 변경된 라우팅 정보만을 브로드 캐스팅하는 방식이다. 각 노드가 유지하고 있는 루트 정보는 [destination address, metric, sequence number, next hop]의 형태를 가지고 있으며, 이 중에서 [destination address, metric, sequence number] 정보는 전체/증분 덤프를 통해 이웃 노드로 브로드캐스팅된다. 순차 번호는 새로운 라우팅 정보의 생성 또는 갱신 시에 증가된다[4].

2) DSR

Dynamic Source Routing(DSR)은 카네기 멜론 대학의 Monarch (Mobile Networking Architecture) 프로젝트에 의해 개발된 방법으로 소스 라우팅 방식에 기초하고 있으며 모든 노드는 루트 캐시를 유지하고 있다. DSR 라우팅 프로토콜은 다음 네 가지의 특징을 가지고 있다. 첫째, 주기적인 라우팅 메시지가 없다. 따라서 네트워크 대역폭의 오버헤드를 줄이고 전력을 보호하며, MANET(Mobile Ad-Hoc Network)에서의 라우팅 갱신 메시지들을 피하도

록 한다. 둘째, DSR은 단말의 이동과 같은 변화에 빠르게 적용 가능하다. 셋째, 변화가 발생하지 않는 주기 동안은 라우팅 프로토콜의 오버헤드가 없다. 넷째, DSR은 단방향 링크의 존재에 대해서도 올바른 경로를 계산하도록 설계되었다는 특징들을 가지고 있다. DSR 라우팅 동작 방식은 루트 탐색 절차와 루트 관리 절차로 이루어진다. 루트 탐색 절차는 패킷 데이터 발생 시 목적 노드로의 루트 정보가 존재하지 않을 경우 루트 정보 획득을 위해 Route Request(RREQ) 메시지를 이웃 노드로 브로드캐스팅 한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 루트 캐시에 가지고 있지 않을 경우 자신의 주소를 RREQ에 추가하여 이웃 노드로 다시 브로드캐스팅 한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 루트 캐시에 저장하고 있을 경우, 목적 노드로의 루트 정보를 RREP 메시지에 추가하여 소스 노드로 전달한다. 루트 상의 링크 오류 발생시 Route Error-(RERR) 메시지를 생성하여 소스 노드로 전달한다. RERR을 수신한 노드는 자신의 루트 캐시에서 해당 오류 발생 링크 정보를 삭제하며, 다른 우회 루트가 있을 경우 이를 이용하여 데이터 전달을 계속하며 그렇지 않을 경우 RERR 메시지를 소스 노드로 전달한다[5][6].

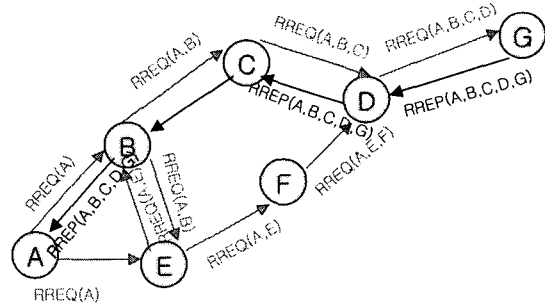


그림 3-3. DSR 루트 탐색 절차

3) AODV

AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)는 애드 혹 네트워크를 유지하는 이동 노드들 사이의 Dynamic, Self-starting, 다중 홉 라우팅을 가능케 하기 위한 알고리즘이다. AODV는 지속적으로 라우팅 정보를 유지하지 않고, 요구가 있을 때만 경로 설정 절차를 수행하는 요구기반 라우팅 프로토콜로 분류된다. 이런 요구기반 프로토콜은 경로 설정 시 지연 시간이 길고, 또한 전체적인 검색 수행 시 심각한 제어 트래픽을 유발시키게 된다. 이런 단점을 극복하기 위해 네트워크의 위상 변화를 즉각 인지하여 이웃 노드들에게 알려주는 링크 파손 메커니즘을

사용하며, 각 노드는 캐시에 한번 수행된 경로 설정에 관한 정보를 저장하며 저장된 경로 정보가 잘못된 경로 정보를 포함하지 않기 위해 목적지 노드에 의해 생성되는 Destination Sequence Number를 통해 어느 경로가 최신 정보인지를 구별한다. Destination Sequence Number는 목적지 노드에서 하나의 경로 요청 메시지를 처리할 때마다 증가하며 이를 이용하여 루프가 없는 경로를 보장하고, Distance Vector 라우팅 프로토콜의 문제점인 라우팅 테이블 update시 모든 네트워크에 전달되는 시간이 많이 걸려 루핑을 발생시키는 문제를 해결하였다. 이와 같이 AODV는 DSDV와 같이 Destination Sequence Number를 사용하여 라우팅 루프를 방지하며, DSR과 유사한 루트 탐색 절차를 사용한다. 루트 탐색이 필요한 경우 RREQ 메시지가 생성되어 이웃 노드로 브로드 캐스팅되며, 목적 노드로의 루트 정보를 가진 중간 노드 또는 목적 노드가 RREQ 메시지를 수신하면 RREP 메시지로써 응답한다. 중간 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 가지고 있지 않을 경우 RREQ 메시지를 이웃 노드로 다시 브로드캐스팅한다. RREP 메시지는 RREQ 메시지가 전달된 루트의 반대 방향으로 유니캐스팅 된다. RREQ 메시지를 수신한 노드는 역방향 루트 정보를 생성하여 저장하며 RREP 메시지를 수신한 노드는 순방향 루트 정보를 생성하여 저장한다. 하나의 노드가 동일한 RREQ 메시지를 중복적으로 수신한 경우 최초로 수신된 것만 사용한다. 루트 내의 특정 링크에서 오류가 발생한 경우 지역적인 루트 재탐색 절차를 수행하거나, 또는 RERR 메시지가 생성 소스 노드로 전달하여 소스 노드로 하여금 루트 재탐색 절차를 시작하게 한다.

RERR을 수신한 노드는 오류가 발생한 링크와 관련된 루트 정보를 삭제 한다[7][8].

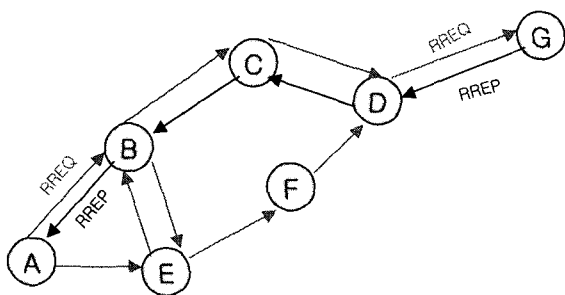


그림 3-4. AODV 루트 탐색 절차

IV. 시뮬레이션

1. 시뮬레이션 환경

자동차 도로상에서 모든 자동차들을 애드 혹 네트워크에서 노드라고 정의하고 이들 간의 통신을 위해 환경을 다음과 같이 설정한다. 본 시뮬레이션에서는 그림 4-1과 같이, 오른쪽 방향으로 진행하는 자동차와 그의 반대 방향으로 향하는 차량이 있다고 설정하였다. 각각의 노드들은 AODV, DSR 라우팅 프로토콜을 사용하며 안테나의 통신 범위는 150m의 반경을 가지고 있으며 고속도로에서 차량들이 지나가면서 노드 수에 따른 라우팅 프로토콜이 변화가 되는 환경을 설정하였다.

그림의 상단의 자동차들은 오른쪽 방향으로 진행하고 있으며 송신지(source) 자동차에서 수신지(Destination) 자동차로 FTP전송을 하는 환경을 구축하였다. 특히, 그림의 환경에서는 송신지 자동차가 같은 방향으로 진행하는 수신지 자동차에 직접적으로 통신을 할 수 없는 영역에 존재하고 있기 때문에 반대편 차선의 자동차 노드들을 이용하여 연결이 되는 상태를 나타낸 것이다.

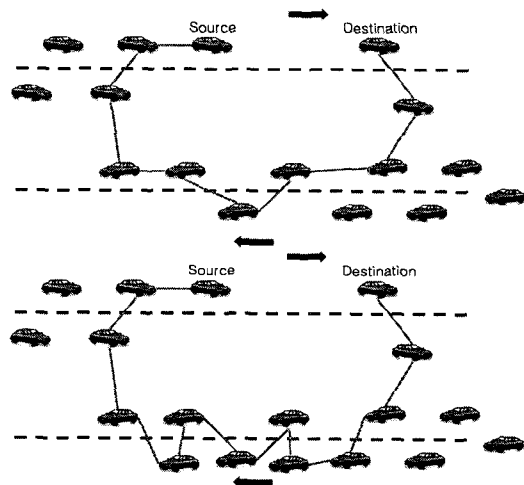


그림 4-1. 애드 혹 자동차 네트워크의 환경의 예

2. 프로토콜 스택 정의

차량 간 통신을 위한 IEEE 802.11 기반의 애드 혹 네트워크 성능분석을 위해서 차량통신환경을 구성할 필요가 있다. 차량통신환경은 이동성 부여뿐만 아니라 각 계층별의 차량(노드)환경에 적합한 프로토콜을 정의하여 프로토콜의 성능 평가를 위해서 라우팅 알고리즘은 AODV와 DSR 두 가지로 설정하였으며 표 4-1은 성능분석을 위해 정의한 프로토콜 스택이다.

표 4-1. 차량 간 애드 혹을 위한 프로토콜 스택

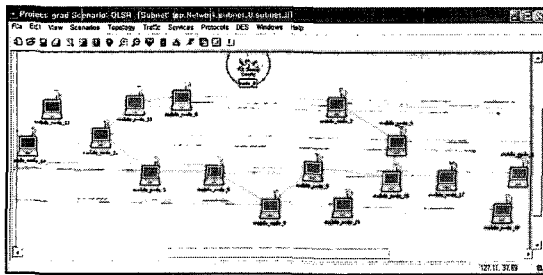
Application	FTP
Transport	TCP
Network & Routing	IPv4 & AODV, DSR
MAC	IEEE 802.11
Physical	IEEE 802.11a

- TCP/IP Layers - - Defined Protocol stack -

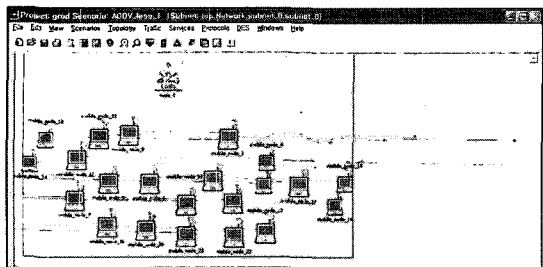
3. 시뮬레이션 환경

성능분석을 위한 시뮬레이터는 OPNET을 사용하였으며 그림 4-1에 나타난 것과 같이 양방향 4차선 도로 환경을 구현하였다. 시뮬레이션 시간은 15분으로 하였으며 시뮬레이션 시간동안 모든 노드들은 랜덤한 목적지로 FTP 전송을 시도하도록 하였다. 그림 4-1은 시뮬레이션 중에 노드 0가 노드 2로 FTP 전송을 하는 순간의 시뮬레이션 결과이다. 노드 사이의 선(edge)은 전송경로를 나타낸다.

각 노드들의 라우팅 프로토콜을 설정하며 노드 수에 따른 AODV, DSR 프로토콜의 성능을 비교를 하였다.



(a) 자동차 노드 수가 적을 때



(b) 자동차 노드 수가 많을 때

그림 4-2. OPNET을 이용한 애드 혹 자동차 네트워크의 환경의 예

그림 4-2의 (a)는 자동차의 노드 수가 적을 때의 시뮬레이션 환경이고 (b)는 노드 수가 많을 때의 환경을 나타낸 것이다. 수평으로 표시된 선이 오른쪽으로 뻗어있는 노드들은 오른쪽 방향으로 전진하는 자동차를 나타낸 것

이며 왼쪽으로 뻗어있는 노드들은 왼쪽 방향으로 전진하는 자동차를 나타낸 것이다. 본 논문에서 수행한 시뮬레이션환경에서는 모든 자동차들이 같은 속도로 전진하는 것으로 설정하였으며 OPnet의 특수한 시뮬레이션 환경으로 인하여 정확한 자동차의 속도를 표현하기 힘들지만 설정한 자동차 진행거리와 시뮬레이션 속도를 감안하면 시속 약 60km의 속도로 진행되며 이것은 비교적 원활한 도시의 도로로 설정된 것으로 볼 수 있다. 또한, 양방향으로 움직이는 자동차망에서 자동차의 정확한 속도보다는 상대적인 연결성이 더욱 중요한 요소로 판단하였다.

4. 이동성에 따른 AODV와 DSR 라우팅 프로토콜 성능분석

그림 4-2의 환경을 OPnet 시뮬레이터에 구현하여 시뮬레이션 결과를 얻었으며 이들의 성능을 분석한다.

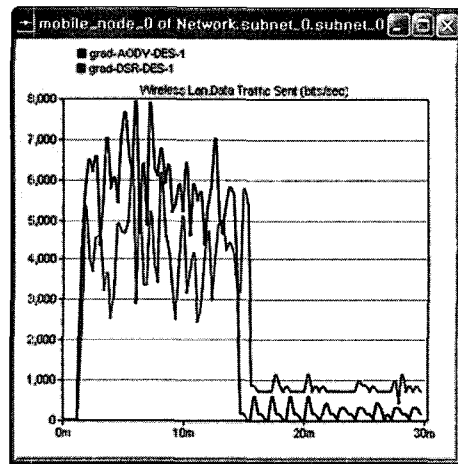


그림 4-3 AODV, DSR 데이터 송신

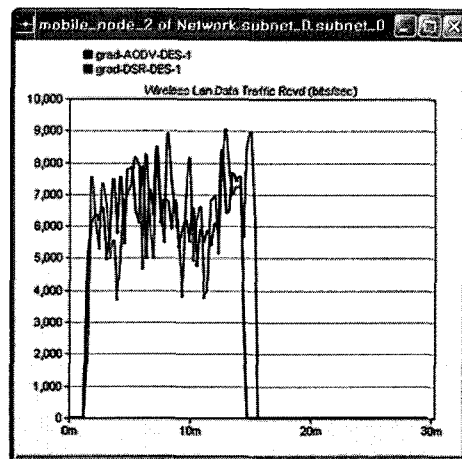


그림 4-4 AODV, DSR 데이터 수신

그림 4-3과 그림 4-4는 그림 4-2의 (a)와 같이 노드의 수가 적을 때의 ftp전송율과 수신율을 나타낸 것이며 AODV와 DSR의 성능을 비교한 것이다. X축은 시뮬레이션 시간을 나타내며 여기서는 모두 30분으로 시뮬레이션 하였다. Y축은 시간당 전송한 데이터의 량을 bit단위로 나타낸 것이다.

일반적으로 알려져있는 바와 같이, AODV가 DSR 프로토콜보다 데이터를 빠르게 송수신할 수 있다는 것을 확인하였다. DSR이 송수신 처리가 늦은 이유는 AODV보다 RREP메시지가 더욱 많이 발생하여 늦게 처리되는 것으로 분석하였다.

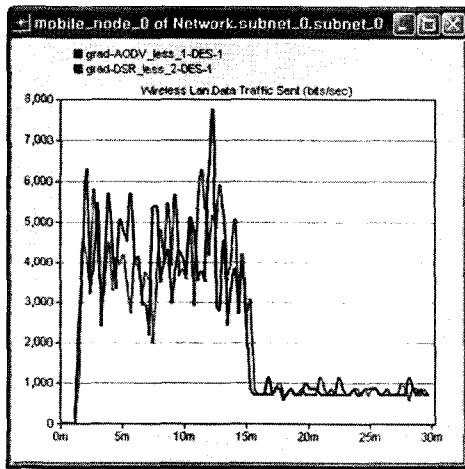


그림 4-5 AODV, DSR 데이터 송신

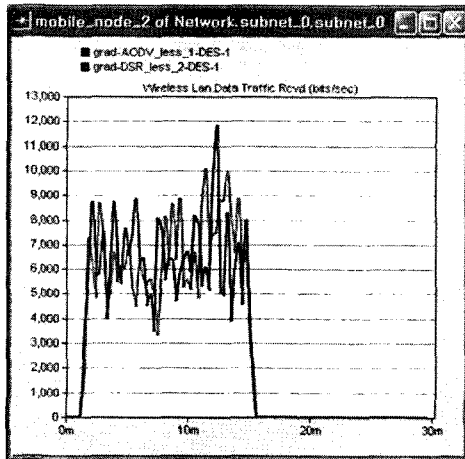


그림 4-6 AODV, DSR 데이터 수신

그림 4-5와 그림 4-6은 그림 4-2의 (b)와 같이 노드의 수가 많을 때의 ftp전송율과 수신율을 나타낸 것이며

AODV와 DSR의 성능을 비교한 것이다. 역시 마찬가지로 X축은 시뮬레이션 시간을 나타내며 여기서는 모두 30분으로 시뮬레이션 하였다. Y축은 시간당 전송한 데이터의 량을 bit단위로 나타낸 것이다.

그런데, 일반적인 AODV와 DSR의 성능과는 달리, 본 논문에서 제시한 자동차 노드가 다수인 네트워크 환경에서는 DSR이 AODV보다 송수신을 더욱 빠르게 할 수 있다는 결과가 나왔다. DSR이 송신 처리가 빠른 이유는, DSR은 단말의 이동과 같은 변화에 빠르게 적용이 가능하며 AODV에 비해 주기적인 라우팅 메시지가 없기 때문에 노드가 많을 때에는 DSR 라우팅 프로토콜이 AODV보다 상대적으로 더 많은 데이터를 전송한 것으로 분석하였다.

V. 결론

자동차 통신은 일종의 애드 혹 네트워크 통신으로 인식하고 있으며 애드 혹 네트워크에 적용될 수 있는 라우팅 프로토콜과 같은 개념들을 자동차 네트워크에 적용할 수 있다. 이러한 애드 혹 네트워크 환경을 실제 도로망에 적용하여 보다 안전하고 신뢰성 있는 네트워크를 형성할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 실제 도로망에 적용할 수 있는 자동차 네트워크를 시뮬레이션을 통하여 보다 효율적인 네트워크 토폴로지와 프로토콜을 적용하는 방안을 제시하였다. 특히, AODV, DSR 프로토콜의 성능을 제한한 자동차 환경에서 테스트하였다. 일반적으로 AODV의 성능이 DSR보다 우수한 것으로 평가되고 있으나 제한한 자동차 네트워크에서 자동차의 수가 많을 경우에는 오히려 DSR의 성능이 비슷하거나 우수한 것으로 나타났다. 비교방식은 4차선 자동차 망에 DSR과 AODV 라우팅 프로토콜을 각각 적용하여 FTP 전송을 수행하였으며, 이때 데이터의 송수신율을 비교하였다. 향후 연구로는 더욱 다양한 프로토콜들을 적용하여 비교 분석함으로써 더욱 향상된 네트워크를 설계할 수 있도록 한다.

참고 문헌

- [1] 차세대 노변-차량통신 기술 표준화 연구 Study on the Standardizing the Advanced Roadside-Vehicle Communications Technology 한국전산원 2001.
- [2] 김경호, 장정아, 최완식, 박종현, “텔레매틱스 서비스의 미래 비전”, 정보통신융합연구회, 2004.
- [3] 최지훈, 장병태, “텔레매틱스 기술 및 서비스 동향”,

주간기술동향, 2004.

- [4] C.E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance Vector(DSDV) for Mobile Computers," Proc. of the SIGCOMM 1994 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, Aug 1994, pp. 234-244
- [5] J. Broch D.B. Johnson, D.A Maltz, The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad-Hoc Networks, draft-ietf-manet-dsr-00.txt
- [6] J. Broch D.B. Johnson, D.A Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad-Hoc Wireless Network,"in Mobile computing, T. Imielinski and H. Korth, editors, Kluwer, 1996
- [7] C.E. Perkins. "Ad-Hoc On Demand Distance Vector Routing", MILCOM'97 panel on Ad-Hoc Networks, Monterey, CA, November 3, 1997
- [8] J.H.Zygmunt T.R. Perlman Zone Routing Protocol(ZRP) for Ad Hoc Networks, draft-zone-routing-protocol-00.txt

조 옥 래(Ok-Lae Cho)

[정회원]



- 1980. 2. 경북대학교 통계학과 (이학사)
- 1983. 2. 경북대학교 대학원 통계학과 (이학석사)
- 2006. 2. 경북대학교 대학원 통계학과 (이학박사.)
- 1984. 3. - 2006. 2 동명대학 전자계산과 교수
- 2006. 3. - 동명대학교 컴퓨터공학과 부교수

<관심분야>

베이지안 정리, 네트워크 모바일 컴퓨팅