

무선 이동 AD-Hoc 네트워크에서 밀집된 트래픽에 적합한 라우팅 프로토콜

오세인^o 장정규 박용진
한양대학교 전자통신컴퓨터 공학과
{sio^o, jkjang, park}@hyuee.hanyang.ac.kr

Suitable Routing Protocol for Dense Traffic In Wireless Mobile Ad-Hoc Networks

Se-In Oh^o Jung-Kyu Jang Yong-Jin Park
Department of Electronics and Computer Engineering
Hanyang University

요 약

본 논문에서는 몇 개의 노드로 트래픽이 집중되는 좀더 현실적인 트래픽 환경에 적합한 라우팅 프로토콜을 제안한다. 밀집된 트래픽이 몇몇의 Destination에게 집중될 때 이러한 노드들의 경로를 신중하게 유지함으로써 데이터를 전송할 때 전송 지연을 줄이는 방법을 제시한다. 제안된 라우팅 프로토콜은 모든 On-Demand 라우팅 프로토콜 위에서 동작이 가능하며, 이 논문에서는 DSR(Dynamic Source Routing) 라우팅 프로토콜 위에서 동작하도록 모의실험을 진행하였다.

1 서 론

무선 이동 AD-Hoc 네트워크는 기반망이 없는 상태에서 무선 노드들만으로 구성되는 임시적인 네트워크를 말한다. 이러한 AD-Hoc 네트워크는 회의, 재난상황, 강의 등 활용분야가 무한하기 때문에 많은 연구자들이 힘을 쏟고 있는 분야이다. 이러한 AD-Hoc 네트워크를 연구함에 있어서 라우팅 프로토콜은 그 핵심에 있다고 할 수 있다. 많은 프로토콜들이 제안되었고, 이것은 크게 Table-driven 방식과 On-Demand 방식으로 나눌 수 있다.[1]

Table-driven 방식은 AD-Hoc 네트워크를 구성하는 모든 노드들이 주기적으로 라우팅 테이블을 교환함으로써 전체 토폴로지 변화에 대한 응답성이 빠르다. 하지만 주기적인 라우팅 메시지로 인하여 과도한 오버헤드가 쌓여 무선 단말에 많은 부하를 주게 되는 단점이 있다. Table-driven 방식에는 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector), WRP(Wireless Routing Protocol), CGSR(Clusterhead Gateway Switch Routing) 등이 있다.

반면에 On-Demand 방식은 AD-Hoc 네트워크를 구성하는 노드들 중 직접적으로 데이터를 송신하려고 할 때 경로를 획득하는 방식이다. 데이터를 송신하려 할 때 기존 경로가 있다면 기존 루트를 이용하지만 기존 경로가 없다면 경로를 새로 찾게 된다. 데이터를 보낼 때 경로를 찾기 때문에 초기에 지연 시간이 Table-driven 방식보다 느리게 되지만, Table-driven 방식에서 있었던 과도한 오버헤드는 없는 장점이 있다. 이러한 On-Demand 방식에 대표적인 프로토콜은 AODV(AD-Hoc On-Demand Distance Vector), DSR(Dynamic Source Routing)[2], TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm) 등이 있

다.

최근에는 두 가지 방식의 프로토콜에 대해 비교 연구도 활발히 이루어지고 있으며 각각이 적합한 환경과 Application이 존재하겠지만, 일반적으로 Table-driven 방식보다 On-Demand 방식이 이동 AD-Hoc 네트워크에 적합한 것으로 조사되었다.

우리는 이러한 On-Demand 방식의 특징을 살리며 단점을 보완하기 위해, 밀집된 트래픽 환경에 적합한 라우팅 프로토콜을 제안한다.

2 AD-Hoc 네트워크 이용에 대한 분석

일반적으로 이용자가 네트워크를 이용하는 패턴을 분석하면 모든 노드를 Destination으로 하는 것보다 특정 노드에 트래픽이 편중되는 경향을 보인다.[3] 이러한 이용 패턴은 이동 AD-Hoc 네트워크에도 적용될 것이라고 예상된다. 하지만 기존 라우팅 프로토콜들을 살펴보면 이러한 패턴을 생각하지 않고, 모든 node를 Destination으로 트래픽을 보내는 가정을 한다.

이러한 가정하에 Source 노드가 몇몇 특정 노드에게만 트래픽을 보내는 환경에 적합한 라우팅 프로토콜이 필요하다. 가정된 트래픽 환경은 그림 1과 같다. 정선으로 이루어진 화살표 선들이 특정한 노드들에게 데이터 트래픽이 많이 발생한다는 것을 보여준다.

3 밀집된 트래픽 환경에 적합한 SRD 라우팅 프로토콜

3.1 SRD 라우팅 프로토콜 설계

위에서 언급했던 AD-Hoc 네트워크 환경에 적합한 라우팅 프로토콜을 밀집된 트래픽 환경에 적합한

SRD(Selective Routing Protocol)이라고 명명한다.

이 라우팅 프로토콜의 기본 메커니즘은 첫째 자주 사용되는 Destination 노드를 선택하는 부분이 포함된다. 이것

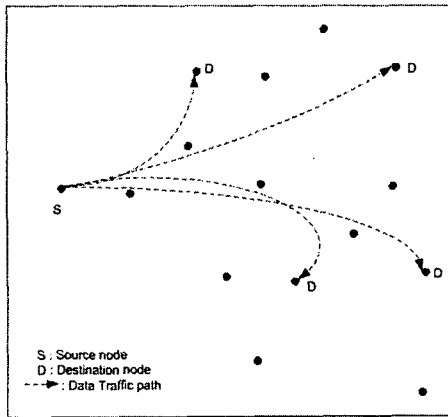


그림 1. 밀집된 트래픽 패턴

은 Source 노드의 라우팅 테이블에서 각각의 Destination 에게 데이터를 보낼 때 마다 해당 Destination의 SRD Counter 필드를 증가시키는 방법을 이용한다. 이 과정이 진행되면 각 Source 노드의 라우팅 테이블에 존재하는 각각의 Destination에게 데이터를 보낸 횟수가 저장되어 어느 노드에게 얼마나 많이 보냈는지에 따라 정렬을 할 수 있게 된다. 이러한 과정을 통해 Source 노드의 각각 Destination중 많은 데이터 트래픽을 보내는 Destination을 선별을 할 수 있다.

두 번째, Source 노드의 라우팅 테이블에서 선별된 자주 트래픽을 보내는 Destination(SRD Node)으로의 경로를 신선하게 유지하기 위해 주기적인 Route Request 메시지를 보내는 방법을 사용한다. 이렇게 주기적인 Route Request 메시지를 보내는 이유는 해당 Destination으로 많은 트래픽이 발생함으로 경로가 없어지거나, 끊어지는 상황을 즉각적으로 알고 최신 경로를 빠르게 획득하려는 목적이다.

3.2 SRD 라우팅 프로토콜 구현

위에서 설계된 SRD 라우팅 프로토콜은 기본적으로 On-Demand 라우팅 프로토콜 위에서 동작이 가능하다. 라우팅 테이블 유지 메커니즘, 경로 유지 방법 등 각각의 On-Demand 라우팅 프로토콜 방식을 사용하면서 특정 트래픽이 집중될 경우 SRD 라우팅 프로토콜을 사용함으로써 성능 향상을 꾀할 수 있다. 그러므로 이 SRD 라우팅 프로토콜은 네트워크가 어떤 On-Demand 라우팅 프로토콜을 사용하는지에 상관없이 운영될 수 있는 장점이 있다.

SRD 라우팅 프로토콜을 구현하기 위해 각각의 Source 노드에 자주 트래픽이 발생하는 Destination을 선택하는 주기인 SRD Node Selection Timer가 각각의 Source 노드에 필요하다. 그리고 몇 개의 노드를 SRD 노드를 선택할 것인지를 정하는 SRD Number 필드가 필요하다. 그리고 선택된 SRD node에게 얼마나 자주 RREQ(Route Request Message)를 보낼 것인지에 대한 주기인 SRD

RREQ Timer가 필요하다.

각각의 Source 노드에서 유지되는 라우팅 테이블에는 어느 Destination 노드로 몇 번의 트래픽이 발생했는지를 판단할 수 있는 SRD Counter 필드가 필요하다. 그리고 해당 Destination이 자주 트래픽이 발생하는 노드로 선택되었는지 안되었는지를 판단하기 위한 SRD Node 필드가 필요하다.

이러한 필드들 중 가장 중요한 요소는 SRD RREQ Timer이다. 노드들의 움직임 속도가 높아지면 높아질수록 Source 노드와 Destination간의 링크가 깨질 확률이 높아 지므로 속도가 높아질수록 SRD RREQ Timer는 짧아져야 링크가 깨지는 환경에 알맞을 수가 있을 것으로 예상된다. 이러한 결과를 확인하기 위해 각각의 환경마다 SRD RREQ Timer를 10 sec, 20 sec, 30 sec, 40 sec로 설정하여 모의 실험 결과를 얻었다.

4 성능비교

4.1 모의 실험 환경

표 1은 NS-2의 실험 환경을 보여준다. 표 1에서와 마찬가지로 시뮬레이터는 NS-2[4]를 이용하였고, 무선 모델을 지원하는 CMU Wireless extension[5]을 하였다. 각각의 설정은 표 1과 같고, Radio Range와 이동속도 등은 사람의 이동속도와 현재 이용되는 무선랜의 이용범위를 고려하였다. Flow의 경우는 CBR 패킷으로 초당 32Kbps의 트래픽을 발산하는 것으로 설정하였다. 그 이유는 SRD의 이용 대상이 되는 Application으로 회의장이나, 공사현장에서 AD-Hoc 네트워크에서의 VoIP를 가정하였기 때문이다. VoIP의 보장 대역폭이 32Kbps이기 때문에 이와 같이 설정하였다.

Simulator	Ns-2 with CMU wireless extension
Area	500m X 500m
Radio	2Mbps bandwidth & 90 meters nominal range
Simulation Time	1 hour (3600 sec)
MAC	802.11b
Routing	DSR, SRD on DSR
Flow	CBR (Packet size = 512 Byte) when 100%, 512 x 8 Byte
Num. of nodes	40 nodes
Movement	0m/s, 3m/s, 6m/s, 9m/s
SRD RREQ Timer	10 sec, 20 sec, 30 sec, 40 sec

표 1 모의 실험 환경

SRD 라우팅 프로토콜은 밀집된 트래픽 환경에 적합한 프로토콜이기 때문에 밀집된 트래픽을 어떻게 설정하느냐가 모의 실험부분에서 가장 중요하다고 할 수 있다. 모의 실험에서는 SRD Node로 선택된 5개의 노드가 전체 트래픽 중 어느 정도를 사용하는지에 따라 다양하게 결과를 얻어냈다. 그림 2에서 보듯이 100%, 85%, 70%, 55%, 40%, 25%의 트래픽 환경이 있고, 이것은 상위 5개(SRD Node로 선택된) 노드가 Source 노드의 전체 트래픽 중 100%, 85%, 70%, 55%, 40%, 25%의 트래픽을 사용한다는 것을 의미한다. 예를 들어 70%는 상위 5개 노드에 Source 노

드에서 나가는 트래픽 중 70%의 트래픽이 집중되었다는 것을 의미한다.

4.2 성능 평가

그림 2, 3, 4는 모의 실험 결과를 나타낸다. 왼쪽 Y축은 패킷 데이터 전송 지연 시간을 의미하고, X축은 5개 노드에 집중된 트래픽량을 의미한다. 그림 2는 노드 속도가 3 m/s일때를 의미하고, 그림 3은 6 m/s, 그림 4는 9 m/s를 각각 의미한다. 각각의 속도, 트래픽 집중도에서 SRD RREQ Timer를 10 sec, 20 sec, 30 sec, 40 sec로 설정해서 실험을 하였고, 그 중에서 노드 속도에 가장 적합한 SRD RREQ Timer를 설정한 SRD-DSR의 결과와 기본적인 DSR의 결과를 비교하였다. SRD-DSR은 DSR에 SRD를 추가한 프로토콜을 뜻한다.

각각의 노드 속도 설정에서 모두 SRD-DSR의 결과가 더 적은 전송 지연을 갖는 것으로 나타났다. 그 중에서 트래픽 집중도가 100%일 때 가장 좋은 성능을 나타내는 것을 볼 수 있다. 그리고 트래픽 집중도가 25%에서는 거의

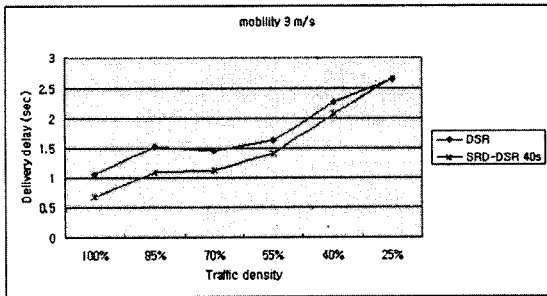


그림 2 노드 속도 3 m/s

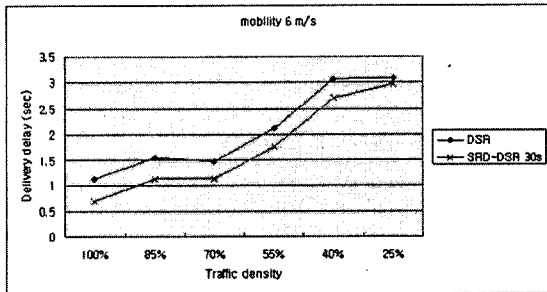


그림 3 노드 속도 6 m/s

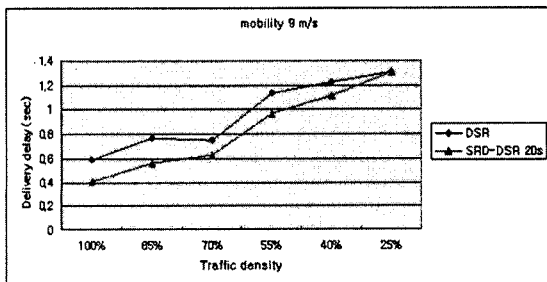


그림 4 노드 속도 9 m/s

같거나, 더 좋지 않은 성능을 나타내는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과의 이유는 SRD-DSR의 라우팅 오버헤드로 인해 전송지연이 생기는 것을 볼 수 있었다. 이러한 이유는 CSMA/CA를 이용하는 MAC단에서 라우팅 메시지로 인해 데이터 트래픽이 Contention이 발생하는 등 여러 가지 원인이 있는 것으로 분석되었다.

5 결론

4장에서 본 것과 같이 트래픽이 집중을 보이는 상황에서는 SRD 라우팅 프로토콜의 장점인 전송 지연이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 집중도가 높으면 높은 수록 기존 On-Demand 라우팅 프로토콜보다 성능 향상이 높게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 이것은 기존의 논문[6]에서 얻지 못했던 트래픽 집중도에 따라서 성능 향상이 얼마나 되는지, 그리고 좀더 현실 환경에 맞춰서 실제적인 성능 향상이 얼마나 되는지를 확인할 수 있는 결과로 평가된다. 그러므로 SRD 라우팅 프로토콜이 현실적인 네트워크 트래픽 환경에서 On-Demand 라우팅 프로토콜의 단점인 전송지연 시간을 줄일 수 있는 프로토콜이라 할 수 있다.

참고문헌

[1] E. M. Royer and C-K Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE Personal Communications Magazine, pp. 46-55, April 1999.
 [2] D. B. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks," Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, vol. 353, pp.153-181, 1996.
 [3] Barabasi, Albert-Laszlo, "LINKED", Penguin, June 2003.
 [4] K. Fall and K. Varadhan, "ns Notes and Documentation" The VINT Project, UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC, available from "http://www.isi.edu/nsnam/ns/", Dec 2003.
 [5] CMU Monarch Group, "CMU Monarch extensions to the NS-2 simulator", Available from "http://monarch.cs.cmu.edu/cmu-ns.html", 1998.
 [6] Tae-Eun Kim, Won-Tae Kim, Yong-Jin Park, "Selective Route Discovery Routing Algorithm for Mobile AD-Hoc Networks", LNCS Computer Science, p.152, Jan 2005