

Ad-Hoc Network 환경을 위한 라우팅 프로토콜의 성능 비교

소수환, 김성호, 이재동
단국대학교 컴퓨터과학

e-mail : skandi@dankook.ac.kr, sisilli22@hotmail.com, dku@edu.co.kr

Performance Analysis of Routing Protocols for Ad-Hoc Network

Su-Hwan So, Sung-Ho Kim, Jae-Dong Lee
Dept. of Computer Science, Dan-Kook University

요 약

Ad-Hoc Network 기술은 차세대 네트워크로 부각되고 있으며 IETF (Internet Engineering Task Force) MANET (Mobile Ad-Hoc Network) 워킹그룹에서 표준화 작업이 이루어지고 있다. Ad-Hoc Network 에서 라우팅은 중요한 요소이다. 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 잘 정의된 라우팅 기법이 필요하다. 본 논문에서는 기존에 연구되고 있는 Ad-Hoc 라우팅 프로토콜 중 (AODV, PAODV, TORA, DSR, DSDV) 프로토콜들을 NS 시뮬레이터를 이용하여 동작과 성능을 비교 분석하여, Ad-Hoc 라우팅 프로토콜 중 가장 적합한 라우팅 프로토콜을 제시한다.

1. 서론

최근 이동 Ad-Hoc Network 기술은 Home Networking, Sensor Network, Personal Area Network 등 다양한 응용분야로 적용이 예상되고 있으며, 차세대 네트워크로써 부각되고 있다. 현재 IETF (Internet Engineering Task Force) MANET (Mobile Ad-Hoc Network) 워킹그룹에서 표준화 작업이 이루어지고 있다[1,2]. 또한 이동 Ad-Hoc 통신망을 상업적인 목적으로 활용하는 방안에 대한 표준화 과정과 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

Ad-Hoc Network 에서 라우팅은 중요한 요소이다. 다양한 응용분야에서 이동 Ad-Hoc Network 는 잦은 링크의 변화에 따라 망의 형태를 새로이 구성하고 망의 경로를 유지하는데 어려움이 있다. 따라서 Ad-Hoc 이동 노드 사이에서의 높은 효율의 통신을 제공하기 위해서는 잘 정의된 라우팅 기법이 요구된다.

본 논문의 구성은 2 장에서 이동 Ad-Hoc Network 개념과 특징 및 현재 IETF MANET WG 에서 제안되어 있는 라우팅 프로토콜들의 분류를 알아보고 3 장과 4 장에서는 각 프로토콜에 대해 다양한 파라미터를 변경하여 그 성능을 검증하고, 시뮬레이션 결과에 대하여 분석하고 제시한다.

2. 관련연구

2.1 이동 Ad-Hoc Network

이동 Ad-Hoc Network 는 <그림 II-1>과 같이 고정된 유선 기반망없이 모바일 인터페이스를 가진 이동 노드가 일정 범위 내의 이웃 단말기들과 통신을 할 수 있는 라우팅(routing) 기능을 가지고 있어 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크를 말한다[3]. 그리고 중앙 집중적인 제어를 필요로 하는 네트워크 <그림 II-2>와는 상대적인 개념을 가지고 있으며 게이트웨이에 의해 기반망에 접속하는 형태로 존재하거나, 완전히 독립된 형태로 존재할 수 있다 [4].



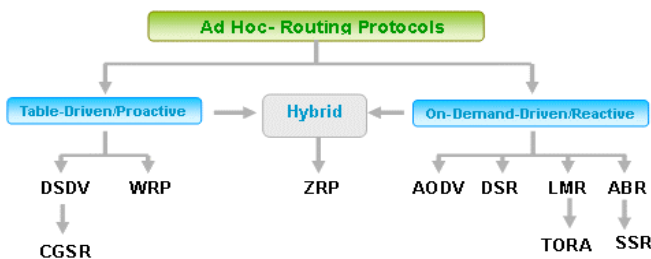
<그림 1> 이동 Ad-Hoc Network



<그림 2> 기반 네트워크

이것은 IETF(Internet Engineering Task Force) 워킹그룹에서 정의하고 있으며, IP(Internet protocol)에 기반한 multi-hop 네트워크이다[4].

2.2 Ad-Hoc 라우팅 프로토콜의 분류



<그림 3> Ad-Hoc Network 라우팅 프로토콜의 분류

2.2.1 AODV 라우팅 프로토콜

AODV 라우팅 프로토콜은 무선망을 위해 설계된 프로토콜로서 DSR 과 DSDV 의 조합으로 이루어 졌다. Data 패킷에 경로가 포함되어 있지 않다.

2.2.2 PAODV 라우팅 프로토콜

선점형 요구기반 프로토콜이다[5]. AODV 의 경로 발견의 방식과 같으나, 목적지까지의 하나의 경로를 가지고 라우팅 테이블을 유지하는 우선권을 가진 호스트를 사용하는 라우팅 pre-경로 탐색(the route pre-discovery)을 사용한다.

2.2.3 TORA 라우팅 프로토콜

동적인 모바일 통신 환경에 적합한 Loop-free 분산 라우팅 프로토콜이다. 다중경로와 멀티캐스트 지원이 가능하다.

2.2.4 DSR 라우팅 프로토콜

Ad-Hoc Network 이동노드의 이동성을 고려하고, 대역폭의 오버헤드를 줄 일수 있는 요구기반 프로토콜이다.

2.2.5 DSDV(Destination-sequenced Distance Vector)

DSDV 프로토콜은 전통적인 Bellman-Ford 라우팅을 기반으로 하는 Table-driven 알고리즘에 의한 프로토콜이다.

3. 성능평가 및 결과 분석

3.1 시뮬레이션 환경

이동 Ad-Hoc Network 에서 라우팅 프로토콜의 성능평가하기 위한 환경은 다음과 같이 구성된다.

< 표 1> 성능평가환경

S/W	OS	RedHat Linux 9.0
	Language	C++, TCL/Tk
	Network Simulator	NS v2.27
H/W	CPU	Pentium 4 2.4Ghz
	RAM	512 RAM
	HDD	80GB

시나리오 1 은 1500m * 300m 의 범위에서 정지시간 0 인 50 개의 노드가 최대 속도 20m/s 로 움직이며, 10 개의 연결을 갖는다. 각 소스는 초당 512 바이트 패킷 4 개를 보내며, 900 초 후에 성능평가가 완료됨을 나타낸다. 그리고 각 연결을 20 개, 30 개로 증가 시켜 추가 시나리오에 의한 시뮬레이션을 수행하였다.

시나리오 2 는 2200m * 600m 의 범위에서 정지시간 0 인 100 개의 노드가 최대 속도 20m/s 로 움직이며, 10 개의 연결을 갖는다. 각 소스는 초당 512 바이트 패킷 4 개를 보내며, 500 초 후에 성능평가가 완료됨을 나타낸다. 시나리오 1 과 같이 연결을 20 개, 30 개로 증가시켜 보았다.

3.2 성능평가요소

성능평가에는 세가지 평가 항목에 대하여 측정을 실시하였다.

3.2.1 패킷 수신율

패킷 수신율은 송신노드에서 CBR 로 생성된 패킷 대비 수신측에서 수신된 패킷의 비율이다

3.2.2 데이터 패킷의 종단간 평균지연 시간

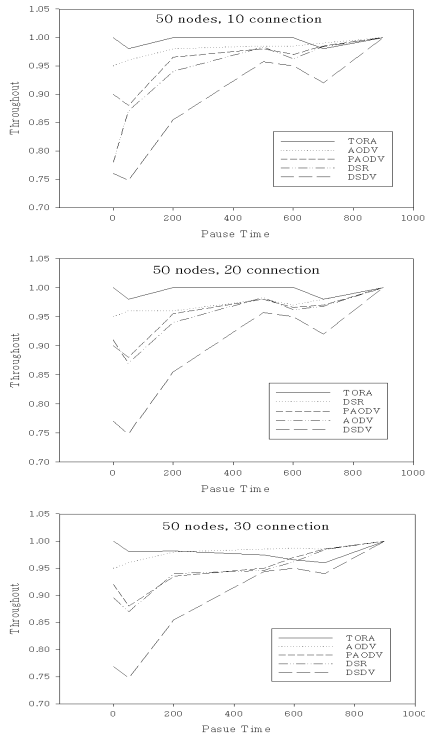
발생가능한 모든 지연 요소를 포함한다. 전송경로 검색에서 소요되는 버퍼지연시간, 인터페이스큐에서 걸리는 대기시간, MAC 에서 발생하는 재전송에 의한 지연시간 그리고 송신 노드에서 목적지까지 걸리는 전파 지연시간 등이 포함된다.

3.2.3 패킷의 오버헤드

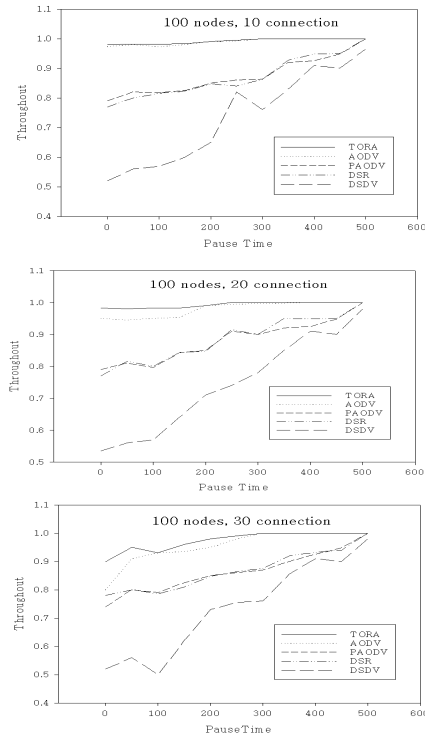
하나의 데이터 패킷이 목적지까지 전달되는데에 발생하는 제어 패킷의 수이다. 즉, 각 홉마다 하나의 데이터 패킷을 전달하는데에 소요되는 제어 패킷의 수를 말한다.

첫번째 항목과 두번째 항목은 일반적인 데이터 트래픽에 있어 가장 중요한 측정 항목이다. 세번째 측정 항목은 각 라우팅 프로토콜의 효율성을 평가하는 항목이다.

3.3 성능평가 및 분석



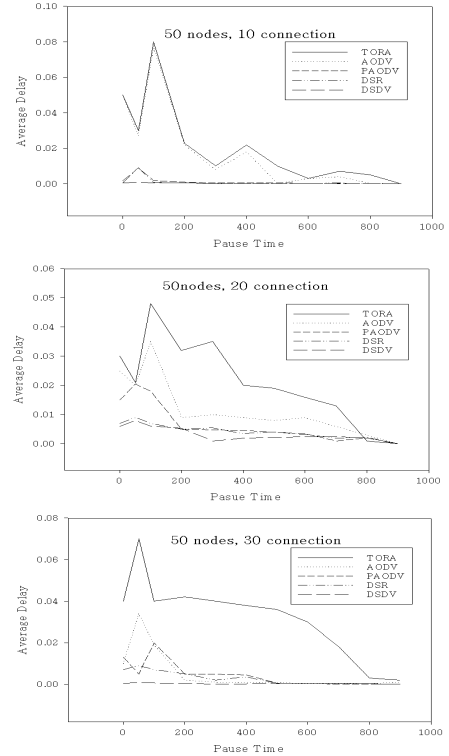
<그림 4> 시나리오 1의 패킷수신율



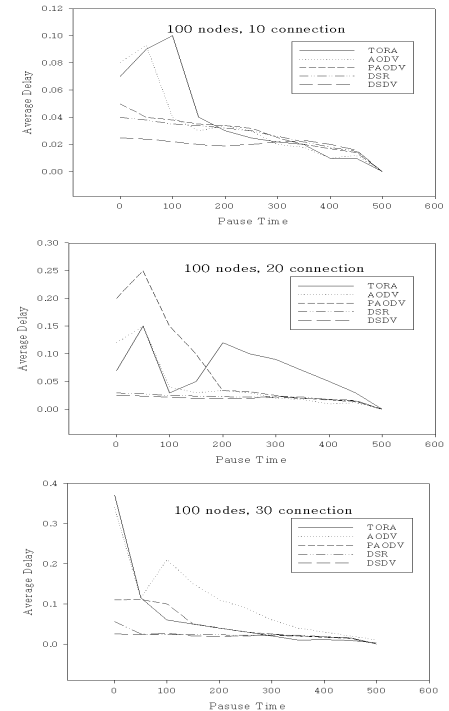
<그림 5> 시나리오 2의 패킷수신율

<그림 4>, <그림 5>은 패킷수신율에 대해 나타내고 있다. TORA와 AODV가 높은 수신율을 보였다. 50노드의 경우에는 95% 이상 그리고 100노드의 경우에는 90% 이상의 수신율을 보였다. 그러나 AODV는 노드의 움직임이 빠를 때(적은 지연시간을 갖을 때)는 패킷수신율이 90%에 못 미쳤다. 이것으로 보아 AODV

보다 경로발견에서 더 많은 정보를 가지고 있다는 것을 알 수 있으며, 같은 시간에 더 많은 라우터의 발견과 더 많은 패킷수신이 가능함을 보였다. 시나리오 2에서는 TORA가 다른 프로토콜보다 더 나은 패킷수신율을 보였다.

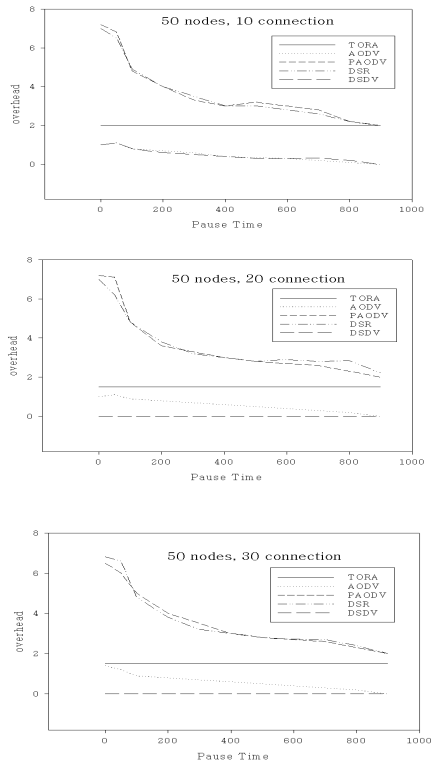


<그림 6> 시나리오 1의 데이터 패킷의 종단간 평균 지연 시간

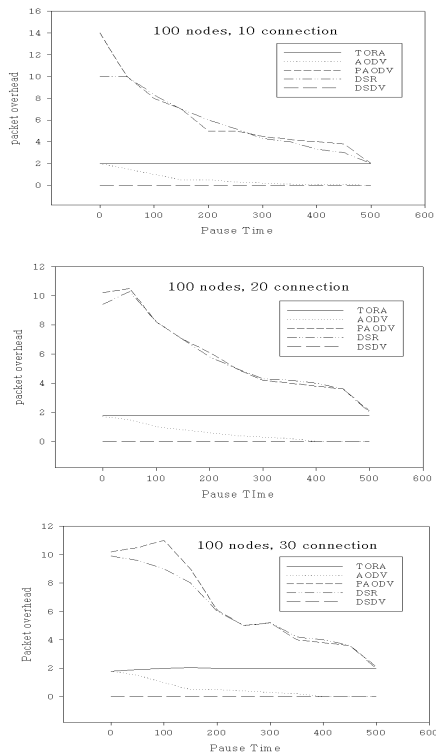


<그림 7> 시나리오 2의 데이터 패킷의 종단간 평균 지연 시간

<그림 6>, <그림 7>은 데이터 패킷의 중단간 평균 지연시간을 나타내고 있다. 네 가지의 프로토콜중에서 PAODV와 AODV가 0.05초 미만의 가장 적은 지연시간을 보였다.



<그림 8> 시나리오 1의 데이터 패킷의 오버헤드



<그림 9> 시나리오 2의 데이터 패킷의 오버헤드

<그림 8>, <그림 9>은 패킷의 오버헤드를 나타낸다. DSR의 오버헤드는 TORA의 오버헤드의 1/2 수준, AODV의 오버헤드의 1/4에 못 미쳤다. AODV는 가장 큰 오버헤드를 가지고 있다. (50노드의 경우, 데이터 패킷당 6.5 라우팅 패킷) 왜냐하면 AODV의 경로발견의 수는 대부분 광대한 플러딩을 가지고 있기 때문이다. TORA는 작은 플러딩의 범위를 가지고 있다는 것을 <그림 8>, <그림 9>에서의 시나리오를 통해 알 수 있으며 경로발견과 응답의 수가 DSR의 절반정도를 유지하고 있다. 그리고 헬로우 메시지가 플러딩 범위를 넘어서면 오버헤드가 커진다. TORA 헬로우 메시지의 크기가 큰 경우, DSR의 오버헤드보다 (50노드의 경우, DSR의 2배 이상) 커지며, 연결이 증가할 때 더 많은 라우팅이 필요하게 된다. 따라서 전체 오버헤드에서의 헬로우 메시지의 비율은 작아지게 된다.

결과적으로, TORA와 AODV는 DSR에 가까운 결과를 보였으며, PAODV는 작은 규모 AODV보단 성능이 좋다는 것을 보여주었다.

4. 결론 및 향후 연구

패킷수신율은 TORA와 AODV가 높은 수신율을 보였으며, PAODV와 AODV는 0.05초 미만의 가장 적은 데이터 패킷의 중단간 평균지연시간을 보였다. AODV는 매우 짧은 중단간의 지연을 보여주었고, TORA는 DSR보다 높은 라우팅 오버헤드를 가지고 있다는 것을 보였다. 전반적으로 AODV 좋은 성능을 발휘하고 있으나, 작은 규모 환경에서는 PAODV가 성능이 좋다.

추후 연구과제로는 현재까지 제안된 프로토콜들이 어느 특정한 상황에 필요한 경우가 대부분이며, 범용적인 Ad-Hoc Network 환경에 적용하기에는 아직 미흡한 점이 있다. 표준화되고 있는 AODV 프로토콜의 성능 개선과 PAODV 프로토콜의 추가연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] M.S. Corson and J.p. Macker, "Mobile Ad-hoc Networking (Manet): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations", IETF RFC 2501, 1999
- [2] IEEE MANET Working Group, http://protean.itd.nrl.navy.mil/manet/manet_home.html
- [3] Charles E. Perkins, "Ad-Hoc Networking" Addison-Wesley, pp29-51, 2001
- [4] M.S. Corson and J.p. Macker, "Mobile Ad-hoc Networking (Manet)", Internet Draft, IETF, Oct, 1998
- [5] A. Boukerche and L. Zhang, "A performance evaluation of a preemptive on-demand distance vector routing protocol for mobile ad hoc networks", Journal of Wireless Communications and Mobile Computing, pp99-108, 2004