

Ad Hoc 네트워크 라우팅 프로토콜들의 성능분석을 통한 NCTUns 시뮬레이터의 성능분석

*이종혁, 석정봉

연세대학교 전산학과

e-mail : kagajin@hanmail.net, jbsuk@dragon.yonsei.ac.kr

A Performance Analysis of NCTUns by Comparison of Ad Hoc Network Routing Protocols

*Jong-Hyuck Lee, Jung-Bong Suk
Dept, of Computer Science
Yonsei University

Abstract

이 논문에서는 기존 연구 활동에 쓰이는 NS-2 시뮬레이터와 최근 대만의 National Chiao Tung University에서 개발하여 주목을 받고 있는 네트워크 시뮬레이터인 NCTUns에서 On-Demand 방식의 Ad Hoc 라우팅 프로토콜 중 AODV와 DSR의 성능을 분석하여 그 결과를 논하였다. NCTUns의 경우 작은 규모의 실험에서는 원활한 성능을 보여주지만 노드수가 증가하면 불안정한 성능을 보여준다. 그러나 NS-2의 경우 NCTUns가 보여준 문제점 없이 원활한 통신을 보여준다. 이에 앞으로의 실험에서는 Ad Hoc 관련 실험에서 보다 안정적인 성능을 보이고 있는 NS-2의 프로토콜 모듈을 NCTUns에 보강하면 보다 안정적인 시뮬레이터가 될 것으로 기대한다.

1. 서론

현재의 무선인터넷을 비롯한 대부분의 무선 통신망은 기지국이 존재하는 서비스를 하고 있다. 최근에 서비스를 시작한 네스팟과 셀룰러폰 같은 서비스는 이 범주 안에 속한다고 할 수 있다. 그러나 최근 들어 Ad Hoc 네트워킹이라는 새로운 네트워크기술의 연구가 활발하게 진행 중이며 우리나라에서도 꾸준한 연구가 진행되고 있다.

Ad Hoc이란 기지국이 네트워크 구성의 중심이 아님에서 이동 노드간의 통신이 가능하게 만드는 기술이다. Ad hoc 네트워크를 위한 가장 중요한 기술은 이동 노드들에 의해서 다이나믹하게 변화하는 네트워크 토플로지에서 효율적인 통신이 가능하게 하는 것이다.

지금까지 네트워크 연구에 많이 사용된 NS-2 시뮬레이터는 리얼한 트래픽 발생이 부족하여 연구의 결과에 적지 않은 영향을 주고 있으나 NCTUns는 트래픽 발생을 보다 리얼하게 발생 할 수 있어 높은 신뢰도를 제공하여 보다 세밀한 결과의 분석이 나올 수 있다.

본 논문에서는 AODV와 DSR Ad Hoc 라우팅 프로토콜을 NCTUns에서 실험하여 그 결과를 NS-2 시뮬레이터의 결과와 비교 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2에서는 Ad Hoc망의 라우팅 프로토콜에 대해서, 3에서는 각 시나리오를 통한 결과 값에 대해서 알아본다. 4에서는 시나리오의 결과를 분석하고 그 결과를 통하여 NCTUns에서의 AODV와 DSR의 성능을 알아본다.

2. AdHoc 망의 라우팅 프로토콜

2.1 DSR(DynamicSourceRouting)

DSR 라우팅 방식은 루트 탐색 절차와 루트 관리 절차로 이루어지며 모든 노드는 루트 캐시를 유지한다. 루트 탐색 절차는 패킷 데이터 발생 시 목적 노드로 루트 정보 획득을 위해 RREQ(Route Request) 메시지를 이웃

노드로 브로드캐스트 한다. 수신한 중간 노드는 목적 노드로의 경로 정보를 루트 캐시에 가지고 있지 않을 경우 자신의 주소를 RREQ에 추가하여 이웃 노드로 다시 브로드캐스트 한다. 만약 수신한 중간 노드가 목적 노드로의 경로 정보를 루트 캐시에 저장하고 있을 경우, 목적 노드로의 루트 정보를 RREP(Route Reply) 메시지에 추가하여 소스 노드로 전달한다. 경로 오류 발생 시 RERR(Route Error) 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.

2.2 AODV(AdhocOn-demandDistance Vector)

AODV는 DSDV와 같이 목적지 순차 번호를 사용하여 라우팅 루프를 방지하며, DSR과 유사한 루트 탐색 절차를 사용한다. 루트 탐색이 필요한 경우 RREQ 메시지가 이웃노드로 브로드캐스트 되며, 목적 노드로의 루트 정보를 가진 중간 노드 또는 목적 노드가 RREQ 메시지를 수신하면 RREP 메시지로서 응답한다.

중간 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 가지고 있지 않을 경우 RREQ 메시지를 이웃 노드로 다시 브로드캐스트 한다. RREQ 메시지는 RREQ 메시지가 전달된 루트의 반대 방향으로 유니캐스트 된다. RREQ 메시지를 수신한 노드는 역 방향 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.

경로 오류가 발생한 경우 지역적인 루트 재탐색 절차를 수행하거나, 또는 RERR 메시지가 생성 소스 노드로 전달하여 루트 재탐색 절차를 시작하게 한다. RERR을 수신한 노드는 관련된 루트 정보를 삭제한다.

3. 성능분석

본 논문에서는 NCTUns 네트워크 시뮬레이터를 이용하여 On-Demand 방식의 라우팅 프로토콜 AODV와 DSR의 성능 분석 및 비교, 사용상의 문제점에 대하여 살펴보자 한다. 성능 평가의 주 비교 대상은 두 가지 라우팅 방식이 한정된 망 크기에서 흡수의 변화와 이동 속도에 따른 수신율의 변화이다. 이것은 흡수에 따른 Ad Hoc 망의 크기 결정에 도움을 줄 것으로 보인다.

3.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 아래의 성능평가 요소를 기준으로 이동 노드들의 연결과 토폴로지를 변화시키면서 평가한다. NCTUns에 의한 시뮬레이션은 FreeBSD 4.7을 기반으로 하는 PC (CPU Pentium 3 850Mhz, 128Mbyte RAM)를 사용하였으며, 성능평가요소는 다음과 같다

- 흡수에 따른 송·수신 패킷 양
- 흡수에 따른 송·수신 수신율
- 이동속도에 따른 송·수신 패킷 양

NS-2에 의한 시뮬레이션은 RedHat 8.0을 기반으로 하는 PC (CPU Pentium 2 400Mhz, 64Mbyte RAM)을 사용하였다. 성능평가요소는 다음과 같다

- 송·수신 패킷의 지연시간

시뮬레이션 시나리오:

시뮬레이션의 가상 환경은 아래의 [표 1]과 같다. 모든 시나리오는 10개의 노드, 무작위 이동, 시뮬레이션 타임은 50초, 송신노드는 5, 수신노드는 2이다. 시나리오 1~4는 NCTUns에서 시나리오 5는 NS-2에서 실험을 하였다.

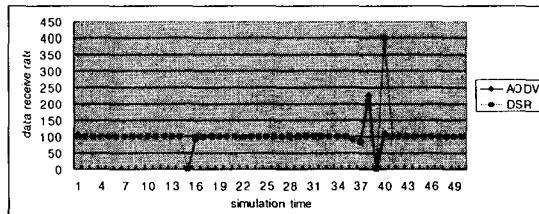
[표 1] 시뮬레이션의 가상환경 설정

	이동환경	이동속도
시나리오 1	500m*500m	10m/s
시나리오 2	800m*800m	10m/s
시나리오 3	500m*500m	10m/s, 30m/s
시나리오 4	800m*800m	10m/s, 30m/s
시나리오 5	800m*800m	10m/s

3.2 시뮬레이션 결과분석

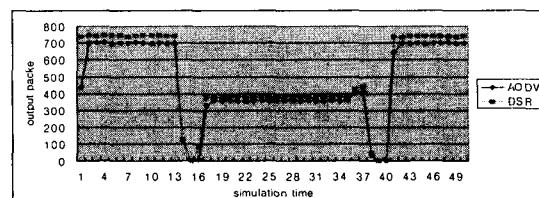
3.2.1 시나리오1

시나리오 1은 500m*500m으로 노드 하나의 전파도달 범위가 반경 안을 채울 수 있는 거리로 노드 5에서 노드 2까지의 흡수는 1흡 -> 2흡 -> 1흡 순으로 변화 하



[그림 1] AODV와 DSR의 수신율 비교

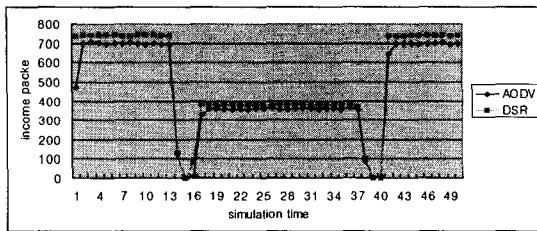
고 있다. 수신율은 대체적으로 AODV와 DSR 모두 비슷한 값을 보여주고 있으며 원활한 통신을 보여준다.



[그림 2] 노드5의 송신 패킷 양

흡수의 변화에 따른 패킷 수신율의 변화를 보면 1흡일

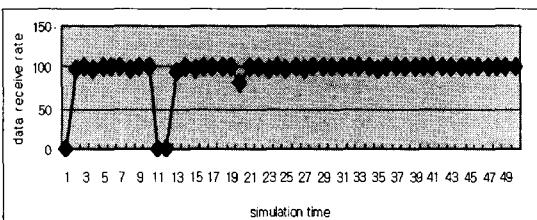
경우 대체적으로 700선 부분을 보여주고 있고 2홉일 경우 수신율은 50% 감소된 350 선을 보여준다.



[그림 3] 노드2의 수신 패킷 양

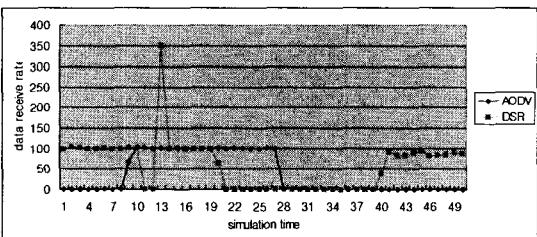
3.2.2 시나리오2

시나리오 2는 800m/800m 범위로 하나의 노드가 전 범위를 채울 수 없는 환경이다. 이 시나리오의 경우 흡수는 AODV와 DSR의 경우 많은 차이를 보여주고 있다. 정상적인 경로 설정의 경우 [그림 4]와 같은 수신율을 보여줘야 한다. [그림 4]는 경로설정이 완벽하게 유지된 가상의 수신 상태를 보인 그림이다.



[그림 4] 정상적인 수신율

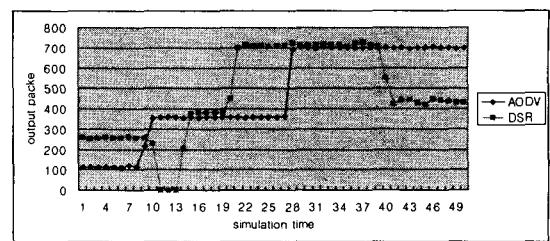
그러나 실험결과, [그림 5]와 같은 수신율 변화를 보였다. AODV의 경우 8초~28초 부분만이 데이터가 전송



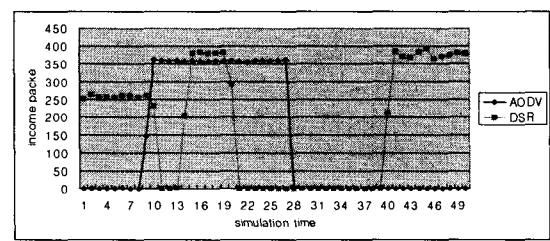
[그림 5] 시나리오2의 AODV와 DSR의 수신율 되었고 DSR의 경우도 1초~10초간 그리고 15초~20초, 40초~50초 구간만이 패킷을 전송하였다. 문제는 13초~40초 구간으로 2홉 경로가 존재하지만 위 실험에서 는 통신이 안 이루어진다.

[그림 6]과 [그림7]을 보면 DSR과 AODV의 소스 노드에서는 계속적으로 패킷을 발생 시키는 것을 볼 수 있다. 그러나 목적지 노드는 패킷을 원활하게 받지 못한다. 이것은 노드 상에 경로설정 에러가 발생 하였을 때 즉각

적인 RERR과 Hello message를 발생 못하여 다른 경로 설정을 못하여 주기 때문이다.



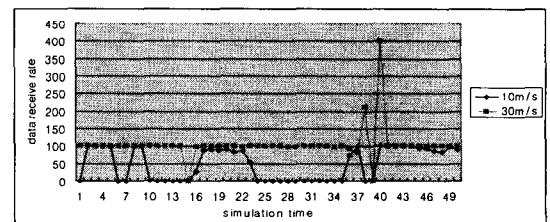
[그림 6] 노드5의 송신 패킷 양



[그림 7] 노드2의 수신 패킷 양

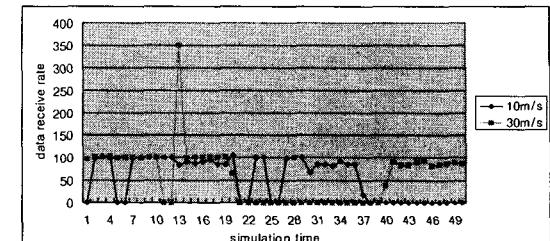
3.2.3 시나리오3과4

이 시나리오와 같은 경우는 DSR 방식의 노드 이동속도를 10m/s와 30m/s로 이동속도가 패킷 수신율에 미치는 영향을 알아본다.



[그림 8] 시나리오3의 수신율

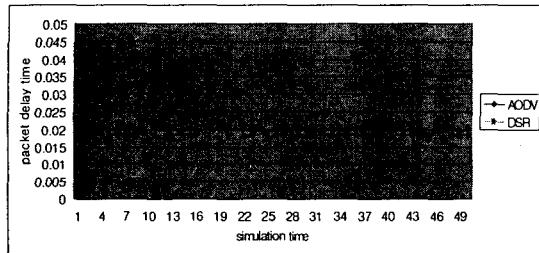
[그림 8]과 [그림 9]의 결과 그래프를 보면 이동속도가 빠름에 따라 경로에러가 발생했을 때 시나리오 2에서 발생된 문제들로 인하여 수신율이 낮게 나왔다.



[그림 9] 시나리오4의 수신율

3.2.4 시나리오5

시나리오 5에서는 NCTUNs에서 실험을 통하여 원활한 통신을 못하고 있는 시나리오 2의 경우를 NS-2에서 실험을 해 보았다.

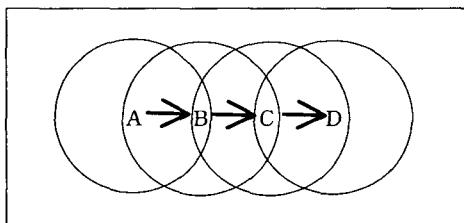


[그림 10] 시나리오5 패킷 지연시간 분포

위 실험은 노드 6에서 노드 12로 패킷을 전달하며 흡 수는 총 2개이다. 실험결과 11초, 14초, 17초, 21초에 경로에러가 발생 되었다. [그림 10]을 보면 경로에러로 인한 변경구간만 약 0.035~0.04의 지연시간을 보이며 평균 0.02초 부근으로 토플로지의 변화에도 즉각적으로 다른 경로설정을 해주어 원활한 통신을 보여줌을 볼 수 있다.

3.3 분석

NCTUNs에서 문제점이 발생하는 점은 노드수가 약 10개 이상의 경우 흡 수가 2개 이상일 경우 발생을 한다.



[그림 11] 3흡 노드 토플로지

[그림 11]과 같이 노드 A, B, C, D가 있을 경우 노드 A에서 노드 D로 전송 시 노드 B와 C를 경유 한다. 이때 노드 D가 C의 전파도달범위 밖으로 벗어 날 경우 RERR을 발생을 시켜야 하는데 흡 수가 늘어날 경우 발생 시간이 늦게 작동을 한다. 위와 같은 문제로 소스 노드는 패킷을 계속 발생시키고 중간 노드에서 드롭이 발생한다.

또 다른 문제로는 노드 D가 노드 A 또는 B의 전파도달범위 안에 들어갈 경우 경로가 최적화인 A -> D 또는 A -> B -> D의 경로가 바뀌어야 하나 위 실험결과 경로는 계속적으로 A -> B -> C -> D로 유지되어 패킷 양에 많은 문제점을 가져오게 된다. 시나리오 3과 4

의 경우 이 같은 문제를 보여준다. 이동 속도가 빠름에 따라 토플로지의 변화에 최적의 경로설정을 해주어야 하나 기존에 설정된 경로로 보내주어 흡 수의 증가를 초래 한다. 그러나 NS-2의 경우 NCTUNs에서 보여준 문제점을 보이지 않고 경로 변경과 경로 유지 시 패킷 한개 정도의 드롭만 발생할 뿐 원활한 통신을 보여준다.

4. 결론

본 논문에서는 NCTUNs와 NS-2에서 DSR 방식과 AODV 방식의 성능비교를 통하여 아래의 결과를 얻었다.

NCTUNs의 경우

- 1) 흡 수가 1일 경우 DSR과 AODV 모두 원활한 통신을 보여준다.
- 2) 흡 수의 증가와 이동속도의 증가에 따라 경로 유지에 있어 여러 발생시 RERR 발생과 Hello Message 발생이 늦고 그에 따라 장시간 끊김 현상을 보여준다.
- 3) NS-2의 경우 NCTUNs에서 보여주는 문제점이 보이지 않고 원활한 통신을 보여준다.

전체적으로 보았을 때 NCTUNs의 Ad hoc 통신 시뮬레이션은 다소 불안정한 면을 보여준다. 이러한 원인은 NCTUNs상에 구현된 Ad Hoc 관련 프로토콜들(AODV, DSR)등의 완성도가 낮아 복잡한 토플로지의 시뮬레이션에서는 제 성능을 발휘하지 못하고 있는 것으로 보인다. 이에 앞으로의 실험에서는 Ad Hoc 관련 실험에서 보다 안정적인 성능을 보이고 있는 NS-2의 프로토콜 모듈을 NCTUNs에 보강하면 기존 프로토콜 모듈의 실험과 비교하여 보다 안정적인 시뮬레이터가 될 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] S.Y.Wang, C.L.chou, "The Design and Implementation of the NCTUNs 1.0 Network Simulator", National Chiao Tung University, 2003
- [2] Josh Broch and David A. Maltz, "A Performance comparison of Multi-hop Wireless Ad hoc network Routing Protocols", Fourth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, Oct, 1998.
- [3] Hong Jiang, "Performance Comparison of Three Routing Protocols for Ad hoc Networks", The Defense Advanced Research Projects Agency, under grant F30602-97-2-0338
- [4] Sonia Furman, "A Comparative Study on the Effects of Spatial Diversity in Ad hoc Netowkrs using On-Demand Routing Protocols", The International Conference on Parallel Processing Workshops, 2002.