

---

# Ad Hoc 무선망의 Routing Protocol 성능 비교분석

김동일\*

## A Performance Comparison of Ad-hoc Wireless Network Routing Protocols

Dong-Il Kim\*

### 요 약

Ad hoc 무선망은 중앙 집중화된 관리 혹은 표준화된 지원 서비스의 도움 없이 임시 네트워크를 형성시킨 wireless mobile host들의 집합이다. 이러한 환경에서는 무선 전송 전파 범위의 한계 때문에 하나의 mobile host로 패킷을 목적지에 전송하기 위해서는 다른 host들간의 협력이 필수적이며, 경로설정 프로토콜이 중요한 요소로 여겨진다.

이론적인 면에서 On-demand 경로설정방식이 Table-driven방식보다 효율적인 방식으로 제시되고 있다. 본 논문에서는 기존에 제시된 두 가지 경로설정방식 프로토콜의 대표적인 DSDV, DSR 방식을 시뮬레이션을 통해 성능을 비교 분석하여 효율적인 라우팅 프로토콜을 제시하고자 한다.

### ABSTRACT

Recently, a variety of new routing protocols targeted specifically wireless mobile nodes environment have been developed. This paper presents the results of a detailed packet level simulation comparing two multi-hop wireless ad-hoc network routing protocols that cover a range of design choices between DSDV and DSR. And we suggest a performance comparison of network routing protocols through NS-2 simulator.

## I. 서 론

이동 ad-hoc망은 고정 라우터나 호스트, 무선 기지국을 가지지 않는 무선 기반의 순수한 인프라 구조이다. 그러므로 유선망의 구축이 힘들거나 비효율적 장소, 재난 발생이나 전시 상황 시와 같은 응용에서는 무선으로만 이루어진 ad-hoc망의 구축이 필요하게 된다. 이러한 ad-hoc망에서는 이동 노드 간의 연결은 피어레벨의 다중 호핑 기술을 이용하여 이루어진다. 이것은 상호연결 기술이 동적으로 변화할 수 있다는 것을 의미하므로 많은 해결하여야 할 문제를 가지고 있다. ad-hoc망 환경에서 ad-hoc 라우팅은 결정적인 중요성을 가지며 어떠한 응용이 ad-hoc 이동망에서 실행되기 전에 반드시 지원되어야 하는 부분이다<sup>[1],[2][3]</sup>. 이동 호스트는 이동에 따른 루트의 계

산과 수정에 많은 시간을 소비해서는 안된다. 이렇게 되면 데이터 처리율이 낮아져서 비효율적이고 비현실적인 시스템이 되기 쉽다. 따라서 ad-hoc 이동 호스트들간에 높은 효율의 통신을 제공하기 위해서는 잘 정의된 라우팅 기법이 요구된다<sup>[2]</sup>. 본 논문은 기존에 제시되어 있는 ad hoc 망에서의 라우팅 프로토콜들의 성능을 모바일과 무선망 시뮬레이션을 지원 하는 NS 시뮬레이터를 가지고 분석하여, 이러한 환경에 가장 부합되는 라우팅 프로토콜을 제시하려고 한다.

## II. Ad-hoc 무선망

### 1. Ad-hoc 무선망의 특성

이동 ad-hoc망은 이동 플랫폼이나, 각 노드들이

자유롭게 움직이는 노드들의 집합을 말한다. 여기서 각 노드는 논리적으로 다중 호스트들과 다중 무선 통신 디바이스를 가지는 라우터로 구성된다. 현재 인터넷 분야에서 ad-hoc망의 확장은 하나의 이동노드가 고정된 유선 하부구조망에 접속되거나 지원되는 것을 말한다.

ad hoc망은 신속하게 전개될 수 있고 통신망 노드의 이동성 유형이나 트래픽의 전달 상황에 잘 적용할 수 있는 스스로 조직 가능한 망 구조이다. ad-hoc망의 가장 두드러지는 특징은 고정된 기반구조에 대한 최소의 필요성이다. 또한 이러한 망의 디자인 시 망 크기, 연결성, 망 구조, 사용자 트래픽, 작동환경, 에너지, 규제, 그리고 궁극적으로 ad-hoc 망 설계가 이루어진다면, 가격대 성능비도 고려해야 될 사항이다<sup>[4]</sup>.

### 2. Ad-hoc 라우팅 프로토콜

1970년대 초기의 DARPA 패킷 라디오 망 출현 이후, 다수의 프로토콜들이 ad-hoc 모바일 망을 위해 개발되었다. 이러한 프로토콜들은 높은 전력소비, 낮은 대역폭, 그리고 많은 에러율등을 지닌 망의 전형적인 한계를 다루어야만 한다. 그림 2-1은 이러한 라우팅프로토콜들의 일반적인 분류를 나타낸다<sup>[5]</sup>.

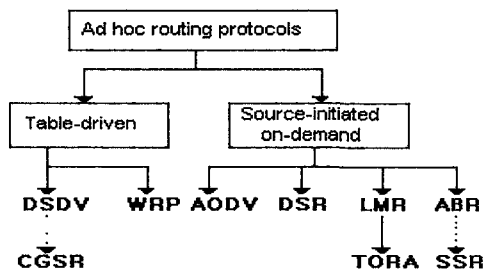


그림 2-1. Ad-hoc 라우팅 프로토콜 분류  
Fig. 2-1 Ad-hoc Routing protocol

점선은 논리적인 특성을 부여 받는 반면, 실선은 직접적인 특성을 부여 받음을 나타낸다.

### III. Ad-hoc 라우팅 프로토콜 알고리즘

#### 1. Table-Driven Routing Protocols

Table-Driven Routing Protocol은 각 노드에서 모든 다른 노드들의 일관된 라우팅 정보를 유지하려고 한다. 이러한 프로토콜들은 각 노드에게 하나 이상의 테이블에 라우팅 정보를 저장하기를 요구하고, 망 상태를 계속 유지하기 위하여 망을 통하여 전파된 갱신 정보에 의해 망 토폴로지의 변화에 응답한다<sup>[5][8][9]</sup>.

대표적인 프로토콜은 CGSR(Clusterhead Gateway Switching Routing) 프로토콜이 있으며 그림3.1은 CGSR 라우팅을 도시한 그림이다.

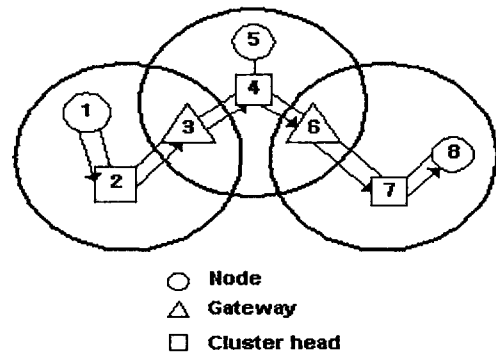


그림 3-1. CGSR : 노드 1에서 노드 8까지의 라우팅  
Fig. 3-1 CGSR : Routing node from 1 to 8

각 노드는 반드시 망내의 각 이동 노드에 대한 목적지 클러스터 헤드와 저장되어 있는 클러스터 숫자 테이블을 유지해야만 한다. 클러스터 숫자 테이블들은 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector) 알고리즘의 사용으로 주기적으로 각 노드에 의해 전파 된다. 노드들은 이웃노드 테이블을 수신해서 클러스터 숫자 테이블들을 갱신한다. 또한 목적지에 도달하기 위해 다음 홉을 결정하는 경로 테이블도 유지해야 한다.

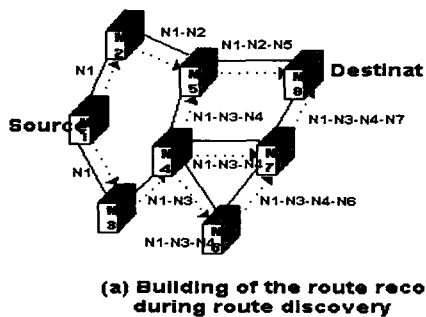
#### 2. Source-Initiated On-Demand Routing

Source-Initiated On-Demand Routing 방식은 임

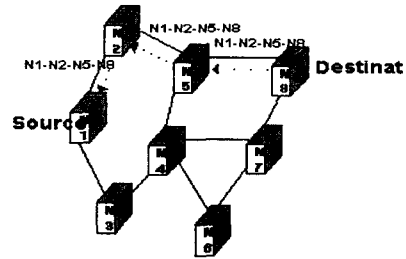
의의 시점에 ad hoc 망에 속한 노드들의 전체에 대한 경로값을 가지고 있지 않고 데이터를 전송하기 위해서 캐쉬 내에 유효한 경로가 존재하는지를 살펴본 후, 기존에 설정된 경로가 없을 때 목적 노드로 경로를 설정하는 방식이다<sup>[5][8][9]</sup>. 대표적인 방식으로는 DSR(Dynamic Source Routing) 방식이 있다.

DSR 프로토콜은 소스라우팅의 개념을 기반으로 한 on-demand 라우팅 프로토콜이다. 이동노드들은 노드가 알고 있는 소스 경로들을 포함한 경로 캐쉬들을 유지하기를 요구한다. 경로 캐쉬 엔트리들은 새로운 경로들이 바뀔 때 따라 지속적으로 갱신된다<sup>[5][6]</sup>. 프로토콜은 경로 발견과 경로유지 단계들로 이루어진다. 그림 3-2(a)는 망을 통한 경로요청, 경로기록 과정을 묘사한다. 만일 경로응답이 되는 노드가 목적지라면 그것은 경로기록의 경로요구가 경로응답으로 포함된다. 만약 응답노드가 중간 노드라면, 캐쉬경로에 경로기록을 추가할 것이고, 경로응답 할 것이다. 경로응답을 되돌려 주기 위해 응답 노드는 최초 경로를 가지고 있어야 한다.

그림 3-2(b)는 경로응답의 전송을 보여준다. 또한 전송 받을 노드가 이동했을 때 전달노드는 경로 에러 메시지를 송신 노드에 보내는 것과 함께 현재까지의 경로를 모두 지우고 새로운 경로를 설정한다. 이동시 응답시간은 길지만 더욱 최적의 경로가 설정된다는 점이 장점이다.



(a) Building of the route record during route discovery



(b) Propagation of the route rep with the route record

그림 3-2. DSR 경로설정  
Fig. 3-2 DSR Routing path

#### IV 시뮬레이션 환경

##### 1. 시뮬레이션 기본모델

본 논문의 시뮬레이션 목적은 원하는 목적지에 데이터 패킷들을 지속적으로 전달하는 동안, 네트워크 토폴로지 변화에 상호작용 하는 라우팅 프로토콜들의 성능을 측정하는데 있다. 라우팅 프로토콜의 평가는 그림 4-1과 같은 ad hoc 네트워크를 형성시킨 50개의 무선 노드들의 시뮬레이션 기본 모델로 한다.

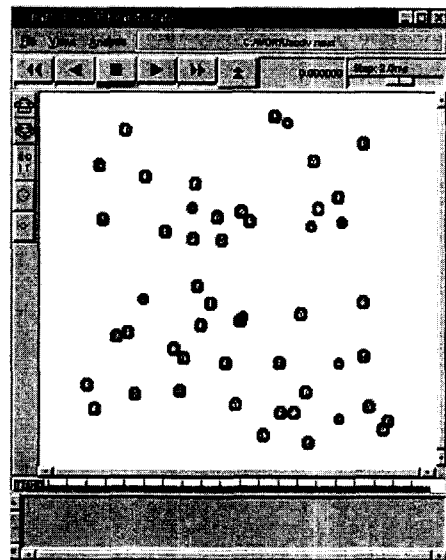


그림 4-1. 기본 시뮬레이션 모델  
Fig. 4-1 Basic simulation model

2. 성능평가요소

기본적인 성능평가를 위한 ad-hoc망과 노드의 설정은 다음과 같이 정의된다.

```
# channel type - Channel/WirelessChannel
# radio-propagation model Propagation /
TwoRayGround
# network interface type - Phy/WirelessPhy
# MAC type - Mac/802.11
# interfacequeue type- Queue / DropTail /
PriQueue
# link layer type - LL
# antenna model - Antenna/OmniAntenna
# routing protocol - DSDV / AODV / DSR
/ TORA
# x coordinate of topology - 670
# y coordinate of topology - 670
```

다음은 노드의 이동성을 만드는 이동 파일을 생성시키는 방법을 보여준다.

```
./setdest -n <num_of_nodes> -p <pausetime>
-s <maxspeed> -t <simtime> -x <maxx> -y
<maxy> >
<outdir> / <scenario-file>
```

통신패턴 파일의 CBR 패턴 파일 생성은 다음과 같다.

```
ns cbrgen.tcl [-type cbr | tcp] [-nn nodes]
[-seed seed] [-mc connections] [-rate
rate]
```

3. 환경설정

시뮬레이션 시간 900초 동안 이동노드는 가로, 세로 670m의 평평한 공간 상에서 움직인다. 이동노드들의 이동 패턴은 각기 다른 정지시간을 적용하여, 그에 따른 각 라우팅 프로토콜들의 성능을 보고자 한다. 적용된 정지시간은 각 라우팅 프로토콜에 동일하게 0, 50, 100, 300, 600, 900초로 하였다. 여기에서 정지시간이 0초는 이동 노드가 시뮬레이션 시간동안 항상 움직이는 것을 의미하고 정지시간이 900초는 움직임이 없이 고정된 위치에서 데이터를 주고 받는

것을 의미한다.

또한 이동 노드들의 수에 따른 성능을 알아보기 위해서, 데이터를 주고 받는 이동 노드들의 수를 10개, 20개, 30개로 변화를 주었다. 이는 이동 노드의 증가가 라우팅 프로토콜의 성능에 미치는 영향을 보고자 함이다.

마지막으로 이동 노드들의 버퍼수를 달리하여, 이에 따른 데이터 전송량을 알아보기로 한다. 트래픽 소스는 CBR을 사용하였으며, 512바이트 크기의 패킷이 초당 4개가 생성되도록 하였다<sup>[1][2][3]</sup>.

V. 결과분석 및 고찰

각각의 라우팅 프로토콜을 시뮬레이션에서 정한 정지시간에 따른 데이터 전송량을 측정하였다.

기본적으로 각 라우팅 프로토콜에 동일하게 데이터를 주고받는 노드의 수는 10개, 속도는 20m/s로 하고 각 노드의 버퍼의 수는 50개이다.

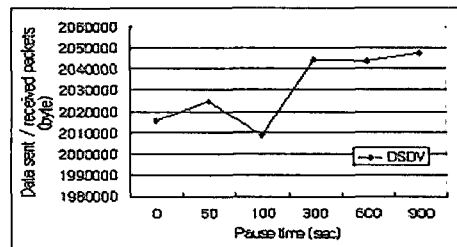


그림 5-1. DSDV 데이터 전송량  
Fig. 5-1 DSDV Data delivery ratio

먼저 그림 5-1은 DSDV에 대한 데이터 전송량을 보여주고 있다. 그림에서 나타내듯이, 이동노드의 정지시간이 100초 이하, 즉 상대적으로 움직이는 시간이 많은 경우에는 데이터 전송량이 낮음을 보여주고, 정지시간이 300초 이상 부터는 보다 많은 데이터 전송량을 나타낼 뿐만 아니라 안정되게 일정한 전송량을 유지함을 볼 수 있다.

그림 5-2은 DSR의 데이터 전송량을 보여준다.

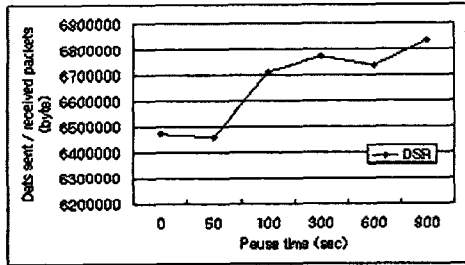


그림 5-2. DSR 데이터 전송량  
Fig. 5-2 DSR Data delivery ratio

앞에서 살펴본 DSDV보다 약간 많은 데이터 전송량을 보여주고 있다. 또한 데이터 전송량의 편차도 DSDV보다 줄어 들었으며, 정지시간이 늘어나면서 약간의 데이터 전송량의 감소가 보이는 부분도 있으나, DSDV보다는 그 폭이 크지 않으며, 전반적으로 증가함을 보여주고 있다.

다음은 각각의 라우팅 프로토콜에 대한 이동노드의 증가로 인한 데이터 전송률을 비교하고자 한다. 먼저 앞에서 비교한 동일한 조건에서 데이터를 주고받는 노드의 수를 증가시켰다. 즉, 동일하게 10개, 20개, 30개로 증가시켜 그때의 데이터 전송률을 보고자 한다.

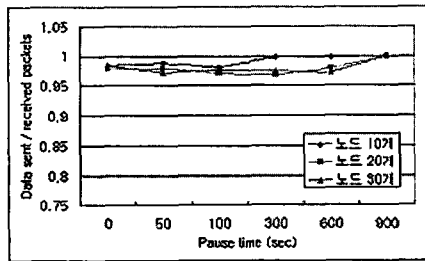


그림 5-3. DSDV 라우팅 프로토콜  
Fig. 5-3 DSDV Routing protocol

그림 5-3은 DSDV 라우팅 프로토콜에서 노드의 증가시 데이터 전송률을 보여준다. 그림에서 나타내듯이 이동노드의 정지시간에 상관없이 전체적으로 좋은 데이터 전송률을 보여주나, 노드 수의 증가로 정지시간이 300초 이상에서는 노드의 수가 증가함에

따라 데이터 전송률이 약간 감소함을 보여준다.

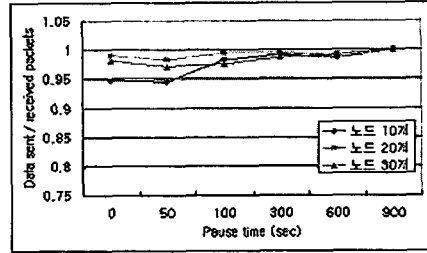


그림 5-4. DSR 라우팅 프로토콜  
Fig. 5-4 DSR Routing protocol

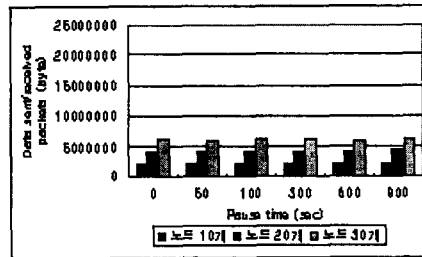


그림 5-5. DSDV 데이터 전송량  
Fig. 5-5 DSDV Data delivery ratio

그림 5-4은 DSR 라우팅 프로토콜의 전송률을 나타내며, 전송률의 편차도 적으며, 노드의 증가와 정지시간에 상관없이 안정된 데이터 전송률을 보여준다.

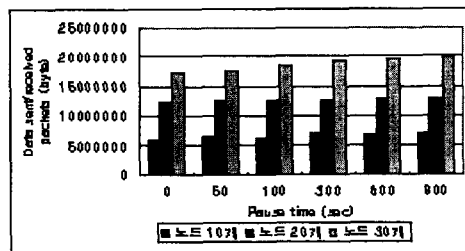


그림 5-6. DSR 데이터 전송량  
Fig. 5-6 DSR Data delivery ratio

다음은 노드수 증가에 따른 각 라우팅 프로토콜의

전송량을 살펴보고자 한다. 다음 그림은 DSDV, DSR의 노드수 증가에 대한 데이터 전송량의 그림이다.

테이블 기반의 DSDV 라우팅 프로토콜은 데이터를 주고받는 노드수의 증가에 따라 일정하게 거의 2배씩 데이터의 양이 증가하였다. DSR 라우팅 프로토콜은 노드가 증가함에 따라 많은 데이터의 증가가 발생하였으며, 노드 30개인 경우 이동시간이 긴 경우 DSR의 전송량이 많음을 볼수가 있다.

## VI. 결 론

Ad Hoc 무선망 라우팅 프로토콜들 중에서 테이블 기반 경로설정 프로토콜인 DSDV와 요청에 의한 경로설정 프로토콜인 DSR에 대한 성능을 시뮬레이션을 통해서 살펴 보았다. 같은 환경하에서의 데이터 전송량에 있어서 테이블 기반의 경로설정인 DSDV보다는 요청에 의한 경로설정방식인 DSR가 많음을 알수가 있다. 따라서 데이터 전송량은 거의 비슷하나, 라우팅 오버헤드가 가장 적은 DSR 라우팅 프로토콜이 적합함을 알 수가 있다.

다음으로 이동노드의 증가시 각 라우팅 프로토콜의 전송량을 비교해보았는데, DSDV와 DSR은 이동노드의 증가에도 변함없이 일정한 데이터 전송량을 보여줌을 알 수가 있고, 이동노드의 증가에 따라 각 라우팅 프로토콜의 전송량이 증가함을 알 수 있었다. 마지막으로 각 이동노드의 버퍼의 변화에서는 버퍼가 커지더라도 전송량의 변화가 없음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] Josh Broch, David A. Maltz, David B. Johnson, Yih-Chun Hu, Jorjeta Jetcheva, "A Performance Comparison of Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Routing Protocols"
- [2] Charles E. Perkins, "AD HOC NETWORKING", Addison Wesley, 2001
- [3] Elizabeth M. Royer, C-K Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad-Hoc Mobile Wireless Networks"

- [4] Josh Broch, David B. Johnson, and David A. Maltz, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks." Internet-Draft, draft-ietf-manet-dsr-00.txt, 1998
- [5] C.E. Perkins and P.Bhangwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers" 1994
- [6] V.D. Park and M. S. Corson, "A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Network" 1995
- [7] M. Scott Corson and Anthony Ephremides. " A distributed routing algorithm for mobile wireless networks. Wireless Networks, 1995
- [8] R.E. Bellman, Dynamic Programming, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1957
- [9] A.S. Tanenbaum, Computer Networks, 3rd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, Mar. 1996

저자소개

김동일(Kim Dong Il)

2002년 6월 제6권 제4호 참조

2003년 현재 동의대학교 정보통신공학과 교수