

# Mobile Host 제어를 위한 Routing Protocol 성능 비교

김탁근\* · 이광재\* · 김동일\*

\*동의대학교 정보통신공학과

## A Performance Comparison Routing Protocols for control Mobile Host

Tak-geun Kim\* · Kwang-jae Lee\* · Dong-il Kim\*

\*Dong-eui University

E-mail : tgkim@hyomin.dongeu.ac.kr

### 요 약

Mobile host들로 이루어진 망을 Ad hoc 망이라고 한다. 이러한 환경에서는 각 mobile node host들의 무선 전송 전파 범위의 한계 때문에 하나의 mobile host로 패킷을 목적지에 전달하기 위해서는 다른 host들간의 협력이 필수적이다. 또한 고정된 라우터가 없이 mobile host들이 라우터로 동작하므로 기존의 라우팅 프로토콜 알고리즘들은 Ad hoc 망에서는 효율적일 수 없다. 본 논문에서는 기존에 제시된 Ad hoc 망 라우팅 프로토콜들을 시뮬레이션을 통해 그 성능을 비교 분석 하고자 한다.

### ABSTRACT

The ad hoc network was composed of Mobile hosts. Due to the limited transmission range of each mobile node hosts, in such an environment, it is essential for other hosts to cooperate to transfer packet to destination. Moreover, the existing routing protocol algorithms are not efficient on the ad hoc network because a mobile host operates router without fixed router. In this paper, we will compare and analysis for the performance of existing ad hoc network routing protocols through simulation.

### 1. 서 론

ad hoc network은 node들 사이에서 상호접속들이 지속적으로 기반의 변화가 가능한 동적인 형태이며, 임의의 위치에 존재하는 wireless mobile node들의 집합이다. 이러한 환경의 network에서는 백본 호스트나 다른 이동 호스트로 패킷을 다른 이동 호스트로 전달한다. 한 개 이상의 경로를 형성하는 이동 호스트가 다른 곳으로 이동함으로써 해당 경로를 무효화 시키기 때문에 이러한 망에서의 통신 연결은 상당히 취약하다. 이동 호스트는 이동에 따른 경로의 계산과 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. ad hoc network에서 routing 지원은 mobile host에서 설정된 경로의 관리를 통하여 수행된다. 이러한 ad hoc network routing protocol들의 주된 목적은 node들 사이에 패킷을 시기에 알맞게 전달하기 위해서 정확하며, 효과적으로 경로를 설정

하는 것이다. 경로 설정은 최소의 overhead와 bandwidth 허용을 유지하여야만 한다. 다음 절에서는 기존에 제시되어 있는 ad hoc network routing protocol들 중에서 시뮬레이션에서 사용되었던 routing protocol들을 설명하고자 한다.

### II. Ad Hoc Routing Protocols

1970년대 초 Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)에서 ad hoc mobile networks에 대해 다수의 protocol들을 개발했었다. 이러한 protocol들은 ad hoc network의 전형적인 한계를 다루어야 될 뿐만 아니라 high power consumption, low bandwidth 와 high error rates도 포함해야 한다. 이러한 routing protocol들을 분류하면 크게 테이블 기반 (Table-based) 경로설정 protocol과 요청 (On-Demand)에 의한 경로설정 protocol 이 있다. 본 논문에서 비교 분석한 테이블 기반 경로설정 protocol은 DSDV (Destination-Sequenced Distance-Vector Routing) 가 있으며, 요청에 의한

protocol에는 AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing)와 DSR (Dynamic Source Routing), 그리고 TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm)로 분류된다.

## 2.1 Table-Driven Routing Protocols

Table-driven routing protocol들의 각 node는 ad hoc network내의 다른 모든 node들에 의해 구성된 up-to-date routing information을 지속적으로 유지한다. 이러한 protocol들의 각 node들은 routing information을 한 개 혹은 그 이상의 정보를 table에 유지하기를 요구하고, network을 통한 update 정보의 전달에 의해 network topology 변화에 응답한다. 그러므로 임의의 시점에서 각 node는 ad hoc network에 속한 node들에 의해 구성된 network 전체에 대한 경로를 table의 각 entry에 저장하고 있다가 전송할 data가 있을 때, 그 table의 값을 기반으로 경로를 설정한다. 따라서 통신 중이지 않는 상태에서 node의 이동은 최소 갱신 주기만큼의 시간 후에 경로가 재설정된다.

### 2.1.1 Destination-Sequence Distance-Vector Routing(DSDV)

Destination-Sequenced Distance-Vector Routing protocol은 classical Bellman-Ford routing mechanism을 기반으로 한 table-driven algorithm이다. network에서 모든 mobile node는 network 내에서 전달 가능한 모든 목적지들을 routing table에 유지해야만 하고, 각 목적지에 대한 hop 수를 기록하고 있어야 한다. 각각의 entry는 목적지 노드에 의해 할당되어진 sequence number들로 표시 된다. sequence number들은 mobile node들이 이전의 경로 정보에서 새로운 경로 정보를 구별하는 것을 가능하게 함으로써 routing loop 형태를 피할 수 있게 해준다. routing table update는 table의 정확성을 유지하기 위해서 network를 통해 주기적으로 전송되어 진다.

### 2.2 Source-Initiated On-Demand Routing Protocols

table-driven routing으로 부터 다른 접근 방식은 Source-Initiated On-Demand Routing 이다. 임의의 시점에 ad hoc network에 속한 node들의 전체에 대한 경로 값을 가지고 있지 않고 data를 전송하기 위해서 캐쉬 내에 유효한 경로가 존재하는지를 살펴본 후 기존에 설정된 경로가 없을 때 목적 node로 경로를 설정하는 방식이다. 경로 배정의 형태는 오직 source node에 의해서 요구될 때 경로를 생성한다. node가 목적지 경로를 요구할 때 network내에서 경로발견을 시작한다. 일단 경로가 발견되거나 모든 전달 가능한 경로

의 순열이 조사되면 이 실행은 완료된다. 일단 경로가 설립되었으면, 이는 목적지가 source로부터 모든 경로를 따라 접근하기 어렵게 될 때까지 또는 그 경로가 더 이상 필요 없을 때까지 경로는 보수 절차에 의해서 유지된다.

### 2.2.1 Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing(AODV)

AODV는 이전에 기술한 DSDV 알고리즘에 의해 기술된다. DSDV 알고리즘은 경로정보에 대해 완벽한 list를 유지하는데 반해 AODV는 요구되는 형태에서 경로를 찾는 것에 대해 broadcast를 실행해서 list를 최소화 하므로 DSDV의 개선형이다. source node가 목적지 노드에 보낼려고 할 때 그 목적지 노드에 대한 확실한 경로를 가지고 있지 않으면, 다른 node에 경로발견 수행을 위해 시작된다. AODV는 경로설정을 위하여 두 개의 패킷을 사용한다. 첫째로 route request(RREQ) 패킷이며, 이는 broadcast 되며, 목적지를 찾을 때까지 flooding 된다. 다음으로 route reply(RREP) 패킷이며, 이는 목적지에서 source로 unicast 된다. 즉 목적지에 대한 새로운 경로를 구성하고 전송 중인 데이터를 현재 위치에 포워딩한다.

### 2.2.2 Dynamic Source Routing(DSR)

DSR protocol은 source routing 개념에 바탕을 둔 protocol 경로를 정하는 on-demand 방식이다. mobile node들은 그 mobile이 인지하고 있는 source 경로들에 대한 경로 캐시들을 유지하는 것을 요구한다. 또한 경로 캐시에 entry들은 끊임 없이 갱신된다. 이 알고리즘에서는 전송 받을 노드가 이동했을 때 전달노드는 경로 에러 메시지를 송신 노드에 보내는 것과 함께 현재까지의 경로를 모두 지우고 새로운 경로를 설정한다. AODV 보다 이동시 응답시간은 길지만 더욱 최적의 경로가 설정된다는 점이 장점이다.

### 2.2.3 Temporally Ordered Routing Algorithm(TORA)

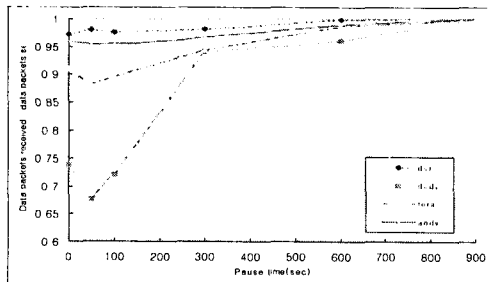
TORA protocol은 link reversal의 개념을 기반으로 한 매우 적합한 loop-free 분포 routing 알고리즘이다. 또한 매우 동적인 mobile networking 환경에서 작동하도록 제안되었다. 원하는 source와 목적지 간에 다중 경로를 제공한다. 즉, 한 source와 목적지 node간에 유효한 경로를 여러 개 둬으로써 노드의 이동에 따른 경로변경이 있을 때 지속적인 경로를 유지하게 해준다. TORA에서는 노드 이동의 지역성을 가지고 최대한의 경로관리 기능을 제공한다.

### III. 시뮬레이션 모델

본 논문의 시뮬레이션 목적은 원하는 목적지에 data packet들을 지속적으로 전달하는 동안, network topology 변화에 상호작용 하는 routing protocol들의 성능을 측정하는데 있다. routing protocol의 평가는 ad hoc network을 형성 시킨 50개의 무선 node들의 시뮬레이션에 기본으로 하며, 시뮬레이션 시간 900초 동안 가로, 세로 600m의 평평한 공간 상에서 움직인다. mobile node들의 이동 패턴은 각기 다른 pause time을 적용하며, 또한 이동 속도도 달리하여, 그에 따른 각 routing protocol들의 성능을 보고자 한다. 적용된 pause time은 각 routing protocol에 동일하게 0, 50, 100, 300, 600, 900초로 하였다. 여기에서 pause time이 0초는 mobile node가 시뮬레이션 시간동안 항상 움직이는 것을 의미하고, pause time이 900초는 움직임이 없이 고정된 위치에서 data를 주고 받는 것을 의미한다. 또한 mobile node들의 수에 따른 성능을 알아보기 위해서, data를 주고 받는 mobile node들의 수를 10개, 20개, 30개로 변화를 주었다. traffic source는 CBR을 사용하였으며, 512byte 크기의 packet이 초당 4개가 생성되도록 하였다.

### IV. 결과 분석 및 고찰

먼저 기본적인 각 routing protocol의 성능을 보기 위하여 mobile node 수는 20개, 그리고 속도는 10m/s로 하여 측정하였다.



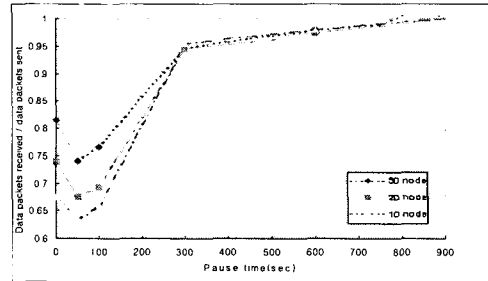
(그림1) Node 20개, 속도 10m/s

(그림1)에서 보는 바와 같이 Table-based 경로설정 protocol인 DSDV 보다는 On-Demand 경로설정 protocol이 mobile node의 pause time에 상관없이 거의 90% 이상의 data 전송을 보여주고 있다. 또한 On-Demand 방식 중에서도 DSR이 AODV와 TORA 보다 전송률이 높음을 알 수 있다. 또한 DSDV는 pause time이 0초에서 300초 이하일 경우에는, 즉 mobile node들의 이동시간이 상대적으로 길때에는, 현저히 data 전송량이 좋지 않음을 알 수 있다.

다음은 mobile node들의 수에 따른 routing

protocol의 분석을 보여주고 있다. 각각의 routing protocol에 동일하게 data를 주고 받는 mobile node수를 10개, 20개, 30개로 증가시켜 분석하였다.

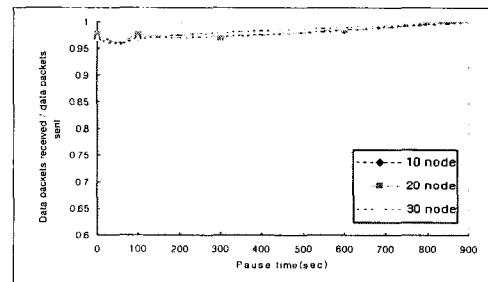
(그림2)은 DSDV routing protocol의 결과를 보여주고 있다.



(그림2) DSDV routing protocol

그림에서 보는 바와 같이 pause time이 100초 이상일 경우에는 node수의 증가로 인한 특정한 변화는 볼 수 없으나, 100초 이하일 경우에는 node수의 증가로 인한 data 전송률의 향상을 볼 수 있다. 그리고 pause time이 300초 이하일 경우, 즉 mobile node들의 이동시간이 길수록 data 전송률이 좋지 않음을 알 수 있다. 즉 pause time이 300초 이상이 되어야 지만이 적어도 95%이상의 전송률을 보장 할 수 있다.

다음은 AODV의 결과를 보여준다.

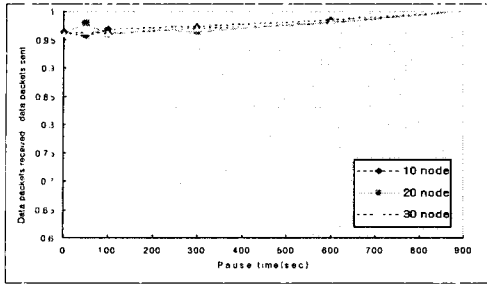


(그림3) AODV routing protocol

On-Demand 방식인 AODV는 mobile node들의 pause time에 상관없이 거의 95%이상의 전송률을 보여주고 있으며, 또한 node수의 증가에도 거의 변화가 없음을 알 수 있다.

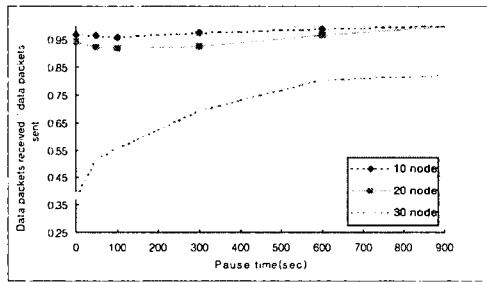
다음은 On-Demand 방식의 DSR의 결과를 보여준다. DSR도 AODV와 마찬가지로 pause time의 증감의 변화와 node수의 변화에 거의 영향을 받지 않으며 data 전송률이 적어도 97% 이상임을 알 수 있다. AODV와 비교해볼 때 둘다 pause time과 node수에 상관없이 우수한 전송률을 보이나, AODV보다 DSR이 더 좋은 특성을 보여주고

있다.



(그림 4) DSR routing protocol

(그림 5)은 마지막으로 On-Demand 방식의 TORA의 결과를 보여주고 있다. TORA routing protocol의 경우에는 같은 On-Demand 방식의 AODV와 DSR과는 달리 node 수의 증가로 인한 특성변화가 두드러지게 나타남을 (그림 6)에서 볼 수 있다. 앞에서 설명한 바와 같이 AODV와 DSR은 pause time과 node수의 증감의 변화에 특성의 변화를 보이지 않고 data 전송률을 유지하는 반면 TORA에서는 node수의 증가로 인한 data 전송률의 감소를 보여준다. mobile node의 수가 10개에서 20개로 증가하였을 때는 근소한 data 전송률의 감소를 보여주나 node 수가 20개에서 30개로 증가하였을 때는 급격한 감소를 보여주고 있다.



(그림 5) TORA routing protocol

이는 TORA routing protocol 특성상 packet을 주고 받는 mobile node 들의 밀도의 증가로 Table-Based 경로 설정 protocol 보다 우수한 특성을 유지하지 못하고 많은 drop률을 발생시킴을 알 수 있다.

### V. 결론

Ad Hoc network Routing Protocol들 중에서 Table-based 경로설정 protocol인 DSDV와 On-Demand 경로설정 protocol인 AODV, DSR, TORA에 대한 성능을 시뮬레이션을 통해서 살펴 보았다. 즉 각각의 routing protocol을 mobile node의 수와 속도, 그리고 pause time에 따라서

어떻게 각 routing protocol이 성능을 나타내는지를 도시하였다. 이미 살펴본 바와 같이 Table-based 경로설정 protocol 보다는 On-Demand 경로설정 protocol이 Ad Hoc network에 보다 더 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 On-Demand 경로설정 protocol 중에서도 AODV와 DSR은 mobile node의 pause time 이나 속도에 상관없이 일정한 data 전송률을 보여주며, DSR이 AODV보다 좀더 더 나은 data 전송률을 보여준다. 반면 TORA는 mobile node 수의 증가로 인한 data 전송률의 감소가 두드러지게 나타남을 알 수 있고, mobile node 수의 증가시, mobile node의 이동이 길수록 현저히 data 전송률의 감소를 가져 옴을 볼 수 있다.

앞에서 살펴 본 바와 같이 본 논문에서는 ad hoc network routing protocol들을 mobile node 들을 pause time과 이동 속도의 변화를 가지고 성능을 살펴보았다. 이외 다른 관점, 즉 routing protocol의 overhead packet수나 node 이동의 scale등 다양한 측면도 앞으로 더 연구할 과제이며, 본 논문에서 다루지 못한 그의 routing protocol, 예를 들면 Clusterhead Gateway Switch Routing(CGSR), Wierless Routing Protocol(WRP), Associativity-Based Routing(ABR), Signal Stability Routing(SSR)등도 그 성능을 비교해야할 과제이다.

### 참고문헌

- [1] 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
- [2] C.E. Perkins and P.Bhangwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers" 1994
- [3] V.D. Park and M. S. Corson, "A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Network" 1995
- [4] M. Scott Corson and Anthony Ephremides. " A distributed routing algorithm for mobile wireless networks. Wireless Networks, 1995
- [5] Benny Bing, "High-Speed Wireless ATM and LANs" Artech House mobile communications library, 1997
- [6] 한국전자통신연구원, "무선 ATM 기술개론", 진한도서, 1998
- [7] Theodore S. Rappaport. "Wireless Communication, Principles and Practice, 1996