

# 이동 Ad Hoc 망에 대한 동적 소스 라우팅 프로토콜에 관한 연구 (Study on Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks)

하재승\*  
(Jaeseung Ha)

## 요 약

실제 이동 Ad Hoc 네트워크상의 단말기 혹은 무선 환경의 비대칭성에는 단방향 링크가 존재한다. 이에 현재 기존의 이동 Ad Hoc 라우팅 프로토콜을 양방향 링크만을 지원할 수 있도록 구현하였으며, 본 논문에서는 새로운 라우팅 프로토콜을 구현하기 위하여 기존의 동적 소스라우팅 프로토콜을 확장하여 단방향 링크를 가지고 있는 이동 Ad Hoc 네트워크에 적용하였다. 성능평가를 위하여 이동시나리오 파일의 결과와 카네기멜론 대학의 연결 패턴파일을 사용하였다. 또한 수신 데이터율과 평균경로발견시간을 평가 요소로 고려하였으며, 제안된 세 가지 경로 설정 방법을 비교 평가하였다.

## ABSTRACT

There can exist unidirectional links due to asymmetric property of mobile terminals or current wireless environments on practical mobile ad hoc networks. However, at present, the existing mobile ad hoc routing protocols are implemented to support only bidirectional links. Thus, in this paper, we extend the existing dynamic source routing protocol in order to implement a new routing protocol, which is fit to mobile ad hoc networks containing unidirectional links. For performance evaluation, we use combinations of mobility scenario files and connection pattern files from Carnegimelon Univ. We consider received data rate and average route discovery time as evaluation items, which are compared and evaluated for three suggested route discovery methods.

Key word : Ad Hoc, mobile, network, algorithm, DSR, protocol, wireless

## 1. 서론

최근 이동사용자를 위한 무선통신은 컴퓨터를 포함한 하드웨어 기술력 향상과 무선 데이터통신 기술의 발전에 힘입어 급속한 성장을 하고 있다.[3] 이동 Ad Hoc 망 기술은 개념적으로 고정 기반망이 없는 상황 하에서 단지, 이동 호스트만으로 구성된 독자

적이고 부분적인 시스템을 가능하게 하는 방식이다.[4] 이는 기반망이 구성되어 있지 않은 군사활동지역, 회의장, 긴급재난지역 등에 응용되어, 신속하고 효율적인 망의 형태를 구성한다. 그러나 이동성에 따른 추가적인 호스트 관리는 무선통신이 갖고 있는 제한적인 통신자원 낭비를 초래하여 데이터 처리율을 저하시키는 문제를 야기시킨다. 따라서 각 호스트의 이동성으로 인한 경로의 계산과 수정이 효율적

\* 학생회원 : 명지대학교 공과대학 대학원 전자공학과 전자공학 박사과정

논문접수 : 2001. 9. 11.

심사완료 : 2001. 9. 22.

으로 진행될 수 있고 무선환경에 따른 단방향성 링크를 지원하는 잘 정의된 라우팅 기법이 요구된다.[1,2,8,8,10] 본 논문에서는 가장 대표적인 이동 Ad Hoc 망 라우팅 프로토콜인 DSR(Dynamic Source Routing)에서 단방향성 링크들을 포함하는 이동 Ad Hoc 망을 지원할 수 있도록 확장된 프로토콜을 제안한다.[9,11]

## 2. 확장 DSR

본 논문에서는 요청패킷인 RREQ와 응답패킷인 RREP을 생성한 노드를 정확히 구별하기 위해서 소스 노드에서 생성되는 RREQ와 RREP에는 S(Source)를 붙이고, 목적지노드에서 생성하는 RREQ와 RREP에는 D(Destination)를 붙인다. 또한, 경로 상에 있는 중간노드에서 생성하는 RREQ와 RREP에는 -I(Intermediate)를 붙여서 표시한다.

### 2.1 경로발견

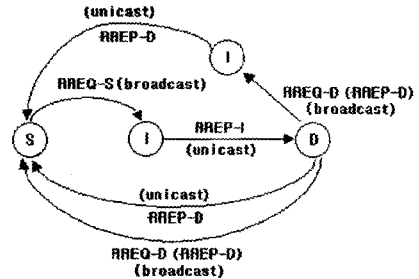
소스노드가 목적지노드로 데이터 패킷을 보내려고 할 때, 먼저 그 자신의 캐쉬를 검사하고 목적지노드까지의 순방향 경로가 있는 경우에는 그 경로를 이용하여 데이터 패킷을 전송한다. 순방향 경로가 발견되지 않은 경우에는 소스노드로부터 목적지노드까지의 경로를 발견하기 위해 경로요청패킷 RREQ-S를 브로드캐스트 시킨다. 목적지노드가 RREQ-S 패킷을 받았을 때, 목적지노드는 자신의 캐쉬를 검사하고, 만약 소스노드로의 역방향 경로를 발견한 경우, 그 경로를 이용하여 RREQ-S 패킷으로부터 얻은 순방향 경로정보를 RREP-D 패킷으로 전송한다. 반면에 소스노드로의 역방향 경로를 발견하지 못한 경우는 소스 노드로 새로운 경로발견 과정을 시작한다.

### 2.2 경로설정

#### 2.2.1 경로설정 방법 1

[그림 1]과 같이 소스노드의 RREQ-S에 대해서 중간노드가 목적지노드까지 단방향 또는 양방향 경

로를 캐쉬에 가지고 있을 경우, 목적지노드로 유니캐스트하고 목적지노드에서 역방향 경로를 검색한다. 이때, 소스노드까지의 경로를 갖고 있는 중간노드를 만나게 될 경우, RREP-D를 유니캐스트 방식으로 소스노드까지 전송한다.

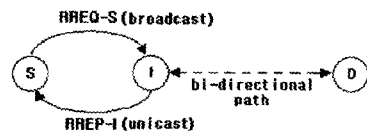


[그림 1] 경로 설정 방법 1

[Fig. 1] Route discovery method 1

#### 2.2.2 경로설정 방법 2

소스노드의 RREQ-S에 대해서 중간노드가 목적지노드 간에 양방향 경로를 캐쉬에 가지고 있고 중간노드는 소스노드까지 역방향 경로를 갖고 있다면, [그림 2]에서와 같이 중간노드는 순방향 경로와 목적지노드로부터 중간노드까지의 역방향 경로를 RREP-I에 실어 소스노드로 유니캐스트 방식으로 전송한다. 그 외의 경우는 경로설정 방법 1에서와 같이 중간노드가 목적지노드에게 유니캐스트로 RREQ-S를 전달한다.



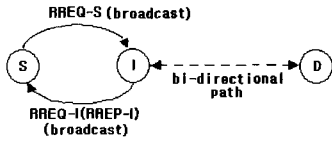
[그림 2] 경로 설정 방법 2

[Fig. 2] Route discovery method 2

#### 2.2.3 경로설정 방법 3

소스노드의 RREQ-S에 대해서 중간노드가 목적지노드 간에 양방향 경로를 캐쉬에 가지고 있고 중간노드는 소스노드까지의 역방향 경로를 갖고 있지 않

다면, [그림 3]과 같이 중간노드는 순방향 경로정보와 목적지노드로부터 중간노드까지의 역방향 경로정보를 RREQ-I에 실어 브로드캐스트로 소스노드에게 전송한다. 그 외의 경우는 경로설정 방법 2와 같이 수행한다.



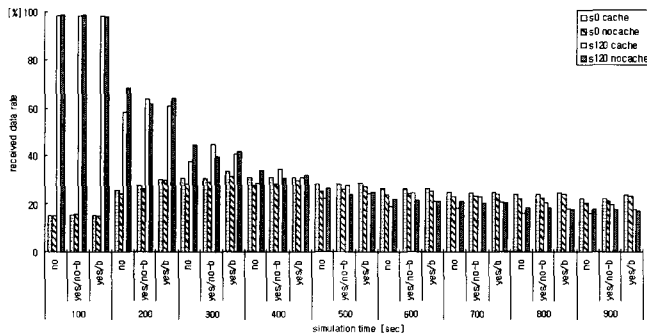
[그림 3] 경로 설정 방법 3

[Fig. 3] Route discovery method 3

### 3. 성능평가

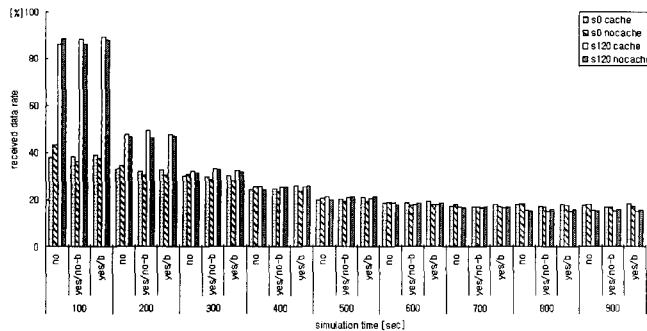
#### 3.1 실험환경

본 논문에서는 성능평가를 위해 미국 버클리 대학, 남가주 대학 그리고 카네기멜론 대학에서 개발한 NS-2 네트워크 시뮬레이터에 본 논문에서 제시한 내용을 코드로 구현하여 추가시켰다. MAC layer 로서는 대칭형 양방향 링크만을 지원하는 802.11 대신에 단방향 링크도 지원하는 웨이브랜(WaveLAN) 프로토콜을 사용하였다.



[그림 4] 노드수 10개일 때 이동성에 따른 수신 데이터를

[Fig. 4] Received data rate according to mobility when the number of node connections=10



[그림 5] 노드수 30개일 때 이동성에 따른 수신 데이터를

[Fig. 5] Received data rate according to mobility when the number of node connections=30

### 3.2 결과 및 고찰

분석과 관련된 그림들에서 'no'는 최적화의 경로 설정 방법 1을, 'yes/no-b'는 경로설정 방법 2를 그리고 'yes/b'는 경로설정 방법 3을 나타낸다. 또한 's0 cache'는 노드의 정지시간이 0초이고 중간노드 캐쉬를 사용하는 경우를 나타내며, 's0 nocache'는 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경우를 나타낸다. 'c10 cache'는 10개의 연결에 중간노드 캐쉬를 사용한 경우를 나타낸다.

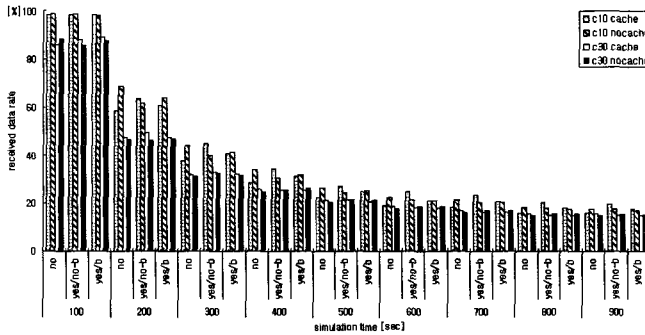
#### 3.2.1 노드의 이동성에 따른 분석

##### 가. 연결 개수가 적은 경우

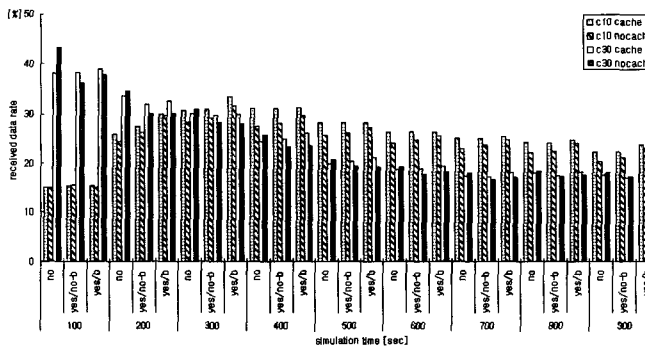
[그림 4]를 살펴보면 연속적인 이동성을 갖는 경우, 전체적으로 중간노드의 캐쉬정보를 사용하는 것이 더 좋은 데이터수신율을 나타내었으며 그 중에서도 경로설정 방법 3을 사용하였을 때 가장 높은 데이터수신율을 얻었다.

##### 나. 연결 개수가 많은 경우

[그림 5]를 살펴보면 연속적인 이동성을 갖는 경우, 초기에는 중간노드의 캐쉬정보를 사용하지 않는 경로 설정 방법 1이 가장 높은 데이터수신율을 보였다.



[그림 6] 대기시간 120일 때 노드수에 따른 수신 데이터율  
 [Fig. 6] Received data rate according to the number of node connections when pause time=120



[그림 7] 대기시간 0일 때 노드수에 따른 수신 데이터율  
 [Fig. 7] Received data rate according to the number of node connections when pause time=0

3.2.2 노드의 연결 개수에 따른 분석

가. 비연속적 이동성을 갖는 경우

[그림 6] 참조

나. 연속적 이동성을 갖는 경우

[그림 7] 참조

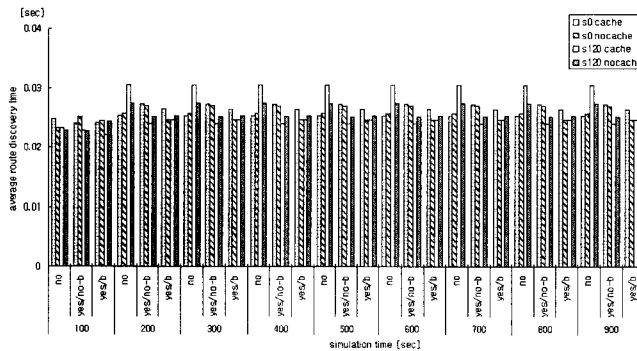
3.2.3 평균 경로설정시간 분석

전체적으로 연결노드의 개수가 많고 연속적인 이동성을 갖는 경우 가장 짧은 경로설정시간을 나타내었으며, 그 중에서도 중간노드의 캐쉬정보를 사용하지 않는 경로설정 방법 2가 가장 짧은 경로설정시간을 제공하였다.

4. 결론

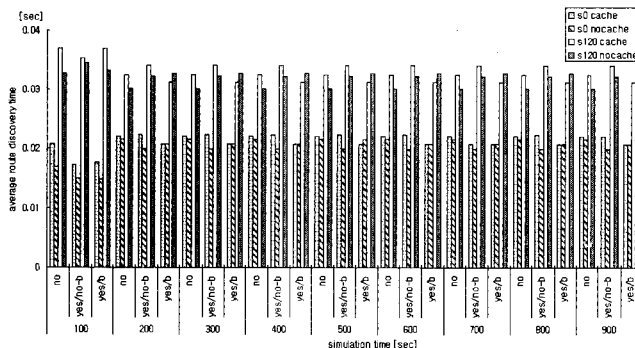
카네기멜론 대학에서 제공하는 이동패턴파일과 연결패턴파일을 조합하여 4가지 시나리오 파일을 만들었다. 이 시나리오 파일을 이용하여 성능평가 항목에 대해 제안한 알고리즘들을 비교·평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.[5,7]

1. 연속적인 이동성과 연결노드의 개수가 많은 시나리오에서 초기에는 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경로설정방법 1인 경우에 그 이후에는 중간노드 캐쉬를 사용하는 경로설정방법 3의 경우에 가장 높은 데이터수신율을 보였다.
2. 연속적인 이동성과 연결노드의 개수가 적은 시나리오에서 중간노드 캐쉬를 사용하는 경로설



[그림 8] 노드수 10일 때 평균 경로 발견 시간

[Fig. 8] Average route discovery time when the number of node connections=10



[그림 9] 노드수 30일 때 평균 경로 발견 시간

[Fig. 9] Average route discovery time when the number of node connections=30

- 정방법 3이 가장 높은 데이터수신율을 보였다.
3. 비연속적인 이동성과 연결노드의 개수가 많은 시나리오에서 초기에는 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경로설정방법 2인 경우에 그 이후에는 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경로설정방법 3의 경우에 가장 높은 데이터수신율을 보였다.
  4. 비연속적인 이동성과 연결노드의 개수가 적은 시나리오에서 초기에는 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경로설정 방법 1경우에 중반 이후부터는 중간노드 캐쉬를 사용하는 경로설정방법 2가 가장 높은 데이터수신율을 보였다.
  5. 연속적인 이동성과 연결노드의 개수가 많은 시나리오에서 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경로설정방법 2가 가장 짧은 경로설정시간을 보였다.
  6. 비연속적인 이동성을 갖는 시나리오에서 연결노드의 개수가 많을 때 중간노드 캐쉬를 사용하지 않는 경로설정방법 1이 짧은 경로설정시간을 나타내었고, 연결노드의 개수가 적을 때 중간노드 캐쉬를 사용하는 경로설정방법 2가 가장 짧은 경로설정시간을 보였다.

이상으로 본 논문에서 제안한 DSR Ad Hoc 라우팅 프로토콜은 향후, 연구될 비대칭 경로를 포함하는 보다 일반적인 무선환경에서 동작하는 MANET 통신 시스템을 구현하기 위한 라우팅 프로토콜로 적용될 수 있음을 검증하였다.

※ 참고문헌

[1] A. Ephremides and T. Truong, "Scheduling algorithms for multi-hop radio networks," IEEE Trans. Comput. vol.38, 1989.

[2] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks," Prentice-Hall International Inc., Thrid Edition, pp.345-374, 1996.

[3] Tony Larsson, and Nicklas Hedman, "Routing Protocols in Wireless Ad-hoc Networks : A Simulation Study," Master's thesis, Lulea University of Technology, Stockholm, 1998.

[4] R. Pandya, and et al., "IMT-2000 standard: Network aspects," IEEE Pers. Commun., pp.20-29, Aug, 1997.

[5] Bjarne Stroustrup, "The C++ Programming Language," Addison-Wesley, Third Edition, 1997.

[6] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Routing over Multi-hop Wireless Network of Mobile Computers," SIGCOMM'94 : Computer Communications Review, pp.234-244, Oct, 1994.

[7] Clif Flynt, "Tcl/TK for Real Programmers," AP PROFESSIONAL, Academic Press, 1994.

[8] D.D. Clark and D.L. Tennenhouse, "Architectural consideration for a new generation of protocols," ACM SIGCOMM'90, Aug, 1990.

[9] S. Lu, V. Bhanrghavan, and R. Srikant, "Fair scheduling in wireless packet networks," ACM SIGCOMM'97, 1997.

[10] Shree Murphy and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "An Efficient Routing Algorithm for Wireless Networks," MONET, vol.1(2), pp.183-197, Oct, 1996.

[11] V. D. Park and M. S. Corson, "A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Networks," IEEE INFOCOM'97, Apr, 1997.

하 재 승

1987. 3. 5~1991. 2. 25  
 명지대학교 공과대학  
 전자공학과 전자공학 공학사

1991. 3. 4~1993. 2. 25  
 명지대학교 공과대학 대학원  
 전자공학과 전자공학  
 공학석사

1998. 9. 1~현재  
 명지대학교 공과대학 대학원  
 전자공학과 전자공학  
 박사 과정

1993. 3. 17~1998. 5. 31  
 주식회사 내외반도체  
 선임연구원

1998.12. 11~2001. 6. 15  
 (주)다익마이크로 개발이사

2001. 6. 16~2001.10. 31  
 (주)다익정보통신부장