

# 테이블 구동 DSR을 이용한 에드혹 라우팅 프로토콜에 관한 연구 (A Study on Ad-Hoc Routing Protocol using Table-Driven DSR)

유 기 흥\*      하 재 승\*\*  
(Gee-Hong Yoo) (Jae-Seung Ha)

## 요 약

본 논문은 이동 Ad Hoc 망 라우팅 프로토콜 중, 비대칭 경로를 지원하는 동적 소스 라우팅 프로토콜에 관한 연구이다.

기존의 동적 소스 라우팅 프로토콜은 양방향 경로만을 사용하도록 구현되어있다. 그러나 실제적인 무선환경에서는 단말의 비대칭성이나 무선환경 특성 등에 기인한 단방향 링크가 존재할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 좀 더 일반적인 무선환경에 맞는 이동 Ad Hoc 망 라우팅 프로토콜을 구현하기 위하여 비대칭 경로를 지원하도록 하였다. 특히 이동성으로 인한 경로 실패를 인식한 경우, 신속한 경로 재설정을 수행하기 위해 개선된 다중경로유지 기법을 사용하였다.

## ABSTRACT

In this dissertation, we propose a dynamic source routing protocol supporting asymmetric path for mobile ad hoc networks.

At present, the existing dynamic source routing protocol supports only symmetric path for routing. However, in fact, there can exist unidirectional links due to asymmetric property of mobile terminals or current wireless environment. Thus, we implement a mobile ad hoc routing protocol supporting asymmetric routing path, which is fit for more general wireless environment. Especially, the proposed protocol uses an improved multipath maintenance method in order to perform rapid route reconfiguration when route error due to mobility is detected.

## 1. 서론

이동 Ad Hoc 망 기술은 개념적으로 고정 기반망이 없는 상황 하에서 단지, 이동 호스트만으로 구성된 독자적이고 부분적인 시스템을 가능하게 하는 방식이다.<sup>1)</sup> 이는 기반망이 구성되어 있지 않은 군사활동지역, 회의장, 긴급재난지역 등에 응용되어, 신속하고 효율적인 망의 형태를 구성한다.

일반적으로 기지국을 사용하는 셀룰라 시스템보다 작은 전송범위를 가지며, 각 이동 호스트의 전송범위에 제한되는 형태를 갖는다. 이러한 불완전한 상태에서의 전송을 지원하기 위해 계층대응(peer to peer) 운용방식이 주로 사용된다. 망의 구성은 백본(backbone) 호스트나 다른 이동호스트로 연결하기 위한 고정된 제어장치가 없기 때문에 각 이동호스트는 패킷을 전달할 수 있는 라우터로 동작해야 한다. 그러나 이동성에 따른 추가적인 호스트 관리는 무선

\* 정회원 : 명지전문대학 정보통신과 부교수

\*\* 학생회원 : 명지대학교 공과대학 대학원 전자공학과 전자공학 박사과정

논문접수 : 2001. 9. 11.

심사완료 : 2001. 9. 22.

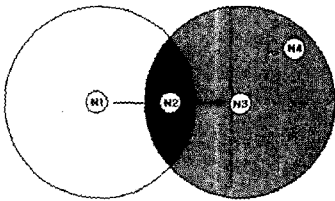
통신이 갖고 있는 제한적인 통신자원 낭비를 초래하여 데이터 처리율을 저하시키는 문제를 야기시킨다. 따라서 각 호스트의 이동성으로 인한 경로의 계산과 수정이 효율적으로 진행될 수 있으며, 무선환경에 따른 단방향성 링크를 제공하는 잘 정의된 라우팅 기법이 요구된다.<sup>2-4)</sup> 최근 DARPA(Defence Advanced Research and Project Agency)의 GloMo(Global Mobile Information System) 프로그램, IP 지원을 위한 IETF(Internet Engineering Task Force)의 MANET(Mobile Ad Hoc Network) WG (Working Group)등을 통해 꾸준한 연구가 진행되고 있다.<sup>5,6)</sup>

본 논문은 기존의 DSR에서 발생하는 과부하의 문제를 해결하기 위해 전체 경로 대신 경로 설정 시 갱신된 테이블 정보를 이용하는 새로운 방식을 제안한다. 특히 이동성 등으로 인한 경로 실패를 인식한 경우, 신속한 경로 재설정을 위해 개선된 다중경로유지 기법을 사용한다. 각 이동호스트의 캐쉬 정보를 최적으로 유지하기 위해 soft-state 기법을 혼용한다.

## 2. Ad-Hoc 망

### 2.1 기본 개념

[그림 1]은 Ad Hoc 망에서의 하나의 중간 노드를 이용한 기본적인 노드간 연결과정을 나타낸다.



[그림 1] 세 개의 무선 이동 호스트를 갖는 Ad Hoc 망  
 [Fig. 1] Ad hoc network with three wireless mobile hosts.

즉, 소스노드 N1이 목적지노드 N3와 통신을 요청한 경우, 각 노드의 통신범위 내에 위치하지 않기 때문에 통신을 위한 직접적인 연결은 불가능하다. 이때 만약, 중간노드 N2가 두 노드간을 중계할 수

있다면, 중간 노드인 N2를 이용해 소스노드 N1과 목적지노드 N2간의 통신이 가능하다.

### 2.2 라우팅 프로토콜

#### 2.2.1 Link State

각 노드는 링크의 상태를 유지하기 위해 주기적인 방송 메시지를 모든 다른 노드에게 전송한다. 이 메시지를 수신한 노드는 자신의 라우팅 정보를 갱신하므로써 최단경로(shortest path)를 설정한다. 그러나 연결루프를 생성할 수 있으며, 특히 주기적인 방송 메시지로 인하여 자원이 한정된 무선환경에는 적합하지 않다.<sup>13,17)</sup>

#### 2.2.2 Distance Vector

전체 망을 대상으로 한 주기적인 방송 메시지의 부하를 감소시키기 위해 오직 이웃 노드끼리만 라우팅 정보를 교환한다. 이 정보를 이용해 최단거리(shortest distance)를 설정하며, link state와 비교할 때, 적은 메모리 용량과 더 효율적 경로계산을 수행할 수 있는 장점을 갖는다. 그러나 link state와 마찬가지로 잘못된 정보에 기인하여 루프가 발생할 수 있기 때문에 이동성을 고려해야 하는 Ad Hoc 망에는 적합하지 않다.<sup>13,17)</sup>

#### 2.2.3 DSR

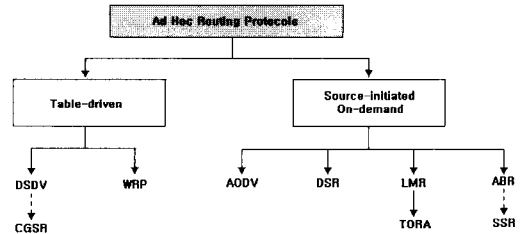
이동 Ad Hoc 네트워크를 위해 고안된 프로토콜로 임의의 목적지노드에 대해 노드를 가로지르는 소스 라우팅을 제공한다. 즉, DSR은 소스노드에서 생성한 패킷의 헤더(header)에 목적지노드까지의 경로를 순차적으로 기록하여 완전한 노드경로를 생성하는 방식이다. DSR은 기존의 유선망에서 이용되는 프로토콜과 비교에서 몇 가지 장점을 갖는다.<sup>10,14)</sup> 첫째로 경로 설정과 유지(maintenance)를 위해 주기적인 광고 신호를 사용하는 대신, 오직 소스노드에서 요구 시에만 경로를 찾기 때문에 링크상태정보의 갱신을 감소시켜 한정된 대역폭에 대한 부하를 줄여준다. 또한 광고신호를 최소화함으로써 노드의 이동이 적은 경우에는 전력소모를 최소화할 수 있다. 둘째로 Ad Hoc

망은 전·자기장이나 각종 장애물 등과 같은 무선 링크의 환경적인 요인과 노드 송·수신단의 비대칭성 및 이동성 등에 기인하여 항상 유선에서와 같은 양방향 경로를 형성하지 않는다. 따라서 이러한 단방향 경로를 수용하기 위해 MAC나 MACAW와 같은 MAC 레벨의 프로토콜을 사용한다.<sup>4,15)</sup> 마지막으로 기존의 고정적 개념에서 출발한 인터넷 프로토콜은 망의 동적인 변화에 대해 신속하게 적응하지 못한다. 반면에 DSR은 여분의 경로를 저장해 둘 수 있기 때문에 이러한 망의 변화에 신속하게 대응할 수 있다. 그러나 이러한 다중경로는 경로 설정 시에 플러딩(flooding)을 유발하여 망 효율을 감소시킬 수도 있다.<sup>11,12,16)</sup>

2.2.4 AODV

DSDV 라우팅 프로토콜은 벨먼-포드 알고리즘에 기반한 테이블 구동 방식으로 네트워크 내의 모든 이동노드는 다른 모든 노드에 대한 경로정보를 갖는다. 각 항목은 목적지노드에 의해 표시된 순서번호(sequence number)를 이용하여 라우팅 루프를 방지한다. 또한 테이블의 내용을 계속해서 갱신하기 위해 정기적인 신호를 방송한다. 이러한 주기적인 갱신 메시지의 방송은 전체 망의 부하를 증가시키지만 비교적 소규모의 Ad Hoc 망에서는 효율적으로 동작한다. 그러나 망의 규모가 확대되면 제어 메시지에 의한 부하가 증가되기 때문에 망 부하를 감소시킬 수 있는 새로운 알고리즘이 요구된다.<sup>7)</sup>

AODV는 DSDV의 이러한 단점을 향상시키기 위해 고안된 것으로 루프를 제거하기 위해 DSDV에서 사용한 순서번호를 사용하며, 주기적인 방송에 의한 부하를 줄이기 위해 오직 요구가 있을 경우만 경로 설정을 수행한다. 또한 국부적인 Hello 메시지를 이용하여 이웃노드의 정보를 유지하기 때문에 국부적인 연결 관리와 전체 망 토폴로지 관리간의 구별이 요구되며, 또한 이웃하는 두 노드간의 연결은 양방향이라고 가정한다. 국부적 방송에 의한 Hello 메시지는 노드의 국부적 이동에 대해 최적의 응답시간과 새로운 노드 설정 시, 빠른 응답시간을 제공하여 각 노드의 이웃노드 테이블 설정과 갱신을 수행한다. 그러나 링크손실에 따른 국부적 정보갱신은 경로 재설정의 부하를 증가시킬 수도 있다.<sup>8,9)</sup>



[그림 2] Ad Hoc 라우팅 프로토콜의 분류

[Fig. 2] Category of Ad Hoc routing protocol.

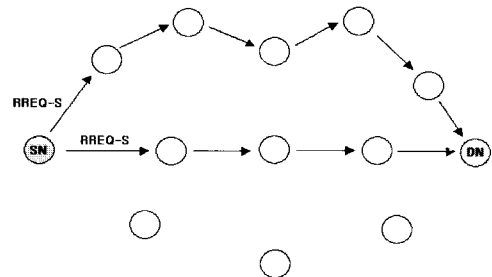
3. 테이블 구동 DSR

3.1 가정

요청패킷인 RREQ와 응답패킷인 RREP을 생성한 노드를 정확히 구별하기 위해서 소스노드에서 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. 또한 소스노드에서 목적지노드까지의 전체 연결을 경로라고 칭하며, 이웃노드간의 연결은 링크로 표현한다.

3.2 동작원리

3.2.1 경로 발견

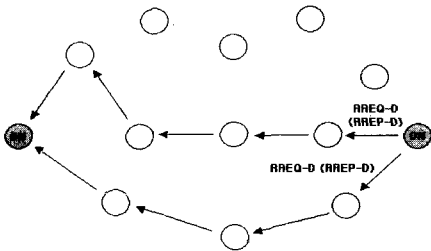


[그림 3] 소스 노드에서 목적지 노드까지의 경로 발견

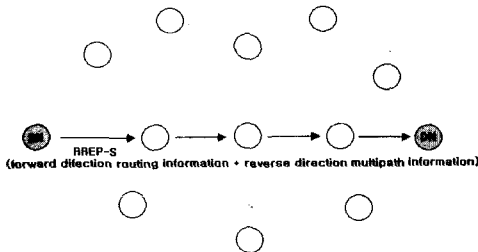
[Fig. 3] Path discovery from a source node to a destination node.

경로발견은 요구 기반 방식으로 소스노드는 자신의 캐쉬에 목적지노드에 대한 정보가 없을 경우에만 시작된다. [그림 3]에서와 같이 노드간에 통신이 요구 되면 소스노드는 RREQ-S 패킷을 방송한다. RREQ-S를 수신한 노드가 RREQ-S의 목적지노드가 아니거나 목적지노드까지의 경로를 갖고 있지 않은 노드일 경우 RREQ-S 패킷에 자신의 주소를 추가하여 다시 RREQ-S 패킷을 방송한다. 이러한 과정은 목적지노드 또는 목적지노드까지의 경로를 갖고 있는 노드에 도달할 때까지 반복한다.

패킷의 목적지주소가 자신의 노드일 경우, 소스노드부터 목적지노드까지의 다중경로를 기록한 패킷을 생성하여 소스노드로 전송한다. 단방향 링크가 존재할 수 있기 때문에 먼저, 목적지노드는 자신의 캐쉬를 검사한다. 소스노드로의 경로를 발견한 경우, 그 경로를 이용하여 경로 정보를 전송하며, 발견하지 못한 경우는 소스 노드로 새로운 경로발견 과정을 시작한다. [그림 4]는 위의 진행과정을 나타낸다.



[그림 4] 목적지 노드에서 소스 노드로의 경로 발견  
[Fig. 4] Path discovery from a destination node to a source node.



[그림 5] 순방향 경로 설정  
[Fig. 5] Forward path setup.

RREQ-D를 수신한 소스노드는 먼저 RREP-D를 통해 얻은 다중경로 중, 목적지노드까지의 최단경로를 선택하여 자신의 라우팅 테이블을 갱신한 후, RREP-S를 목적지노드까지 유니캐스트 방식으로 전송한다. [그림 5]는 순방향 경로설정 과정을 나타낸다.

RREP-S를 수신한 목적지노드는 먼저 양방향 경로 필드를 확인한 후, '1'로 세팅되어 있으면 수신된 역경로를 선택하고, 이 필드가 '0'일 경우에는 순방향 경로설정과 마찬가지로 수신된 역방향 다중경로 중 최단경로를 선택하여 유니캐스트 방식으로 전송한다.

### 3.2.3 다중경로 설정

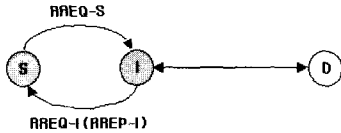
라우팅 경로 검색 시, RREQ 패킷의 방송으로 인해 목적지노드까지의 최단거리 경로 이외의 여러 우회경로를 발견할 수 있다. 이러한 우회경로들은 사용중인 최단거리 경로가 손실되었을 경우, 신속한 경로복구를 위해 사용한다. 순방향 경로 탐색 시, 목적지노드는 최초의 RREQ-S의 도착 후, 즉시 응답한다. 이후, 목적지노드에 도착한 순방향 경로들은 다중경로 설정을 위해 최대 3개까지 RREP-D에 포함하여 소스노드로 전송한다. 수신된 RREP-D의 정보를 바탕으로 소스노드는 목적지노드까지의 다중경로를 설정한다. 또한 소스노드에서 수신한 RREQ-D를 분석하며 수집된 역방향 경로 정보들은 RREP-S를 통하여 목적지 노드로 전송한다. 마찬가지로 목적지노드는 RREP-S의 경로 정보를 이용하여 역방향 다중경로를 설정한다.

### 3.2.4 최적화

경로발견 시에 RREQ-S 패킷이 목적지노드까지의 라우팅 정보를 가지고 있는 중간노드를 만나면 방송을 중지하고 이 노드의 라우팅 정보를 이용하여 목적지노드까지 RREQ-S를 유니캐스트하여 목적지노드까지의 경로를 완성한다. 역방향 경로는 이전과 동일한 방법으로 RREQ-D를 방송하여 경로를 발견한다. 이때, 중간노드가 목적지노드까지의 경로를 자신의 캐쉬에 갖고 있는 경우 다음과 같이 나누어 처리한다.

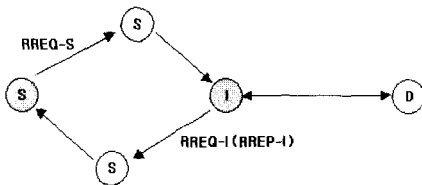
가. 양방향 캐시 정보를 가질 경우

[그림 6]과 같이 소스노드의 RREQ-S에 대해서 중간노드가 목적지노드까지의 양방향 경로를 캐시에 가지고 있을 경우를 말하는 것으로 중간노드는 소스노드의 RREQ-S에 대해서 경로응답을 할 수 있다.



[그림 6] 중간노드의 캐시에서 양방향 경로 발견  
[Fig. 6] Discovery of a symmetric path in an intermediate node.

중간노드는 수신된 RREQ-S의 라우팅 테이블에서 소스노드에서 자신까지의 경로와 캐시에 있는 목적지노드까지의 경로 정보를 이용하여 RREP-I에 저장한다. 그 후, 중간노드는 목적지노드에서 처리하는 것과 동일한 방식으로 RREP-I를 포함하여 RREQ-I를 소스노드로 방송한다. 이 때, 소스노드로부터 중간노드까지의 경로가 양방향 경로로 결정되면, 소스노드에서 목적지노드는 양방향 경로로 설정된다. 만약, [그림 7]과 같이 소스노드와 중간노드가 단방향일 경우, 기존의 경로발견 방식과 동일하게 단방향 경로를 설정하고, 중간노드에서 목적지노드까지의 경로는 그대로 사용하여 각 노드의 테이블을 갱신한다.

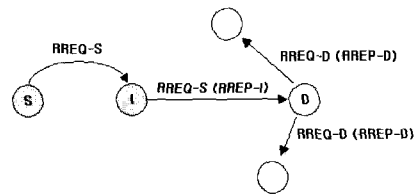


[그림 7] 중간노드와 소스노드간 비대칭 경로  
[Fig. 7] An asymmetric path between an intermediate node and a source node.

나. 단방향 캐시 정보를 가질 경우

중간노드가 목적지노드까지의 단방향 경로를 캐시에 갖는다는 것은 중간노드가 이전의 통신에서 현재의 목적지노드로의 단방향 경로를 사용되어 테이블

에 등록은 되어 있지만, 양방향 링크 필드가 '0'으로 세팅된 것을 의미한다. [그림 8]은 소스노드의 RREQ-S에 대해서 중간노드가 목적지노드까지의 단방향 경로를 캐시에 갖고 있는 경우를 나타낸다. 중간노드는 경로발견을 중지하고, 일정시간 동안 소스노드에서 중간노드로의 다중경로를 기록한 RREP-I를 포함한 RREQ-S를 유니캐스트 방식으로 전송한다. RREQ-S를 수신한 목적지노드의 이후 과정은 일반적인 경우의 경로발견과 동일하게 수행된다.



[그림 8] 중간노드와 목적지노드간 단방향 경로  
[Fig. 8] An asymmetric path between an intermediate node and a destination node.

역방향 경로 검색 시, 소스노드까지의 경로를 갖고 있는 중간노드를 만나게 될 경우, 순방향일 경우와 달리 RREQ-I를 목적지노드로 전송하지 않고, 유니캐스트 방식으로 소스노드까지 전송한다. 왜냐하면 역방향 경로검색에 의해 도착한 패킷은 소스노드에서 목적지노드까지의 중간노드들에게 라우팅 테이블을 작성하기 위한 정보와 역방향 정보를 포함하여 보내기 때문이다.

이상과 같이 발견된 경로들은 각 노드들에 라우팅 테이블로써 저장되어 동일한 소스노드 또는 다른 소스노드들에 의하여 사용될 수 있다. 그러나 무선 Ad Hoc 망의 특성 상 노드들은 이동성을 가지고 있기 때문에 노드들에 저장된 라우팅 테이블 정보는 활용될 시점에서 잘못된 정보일 수 있다. 따라서 라우팅 테이블은 일정기간 사용되지 않는 경로는 자동으로 폐기하거나, 적절히 지정된 시간 내에 갱신되도록 타이머(timer)를 이용한다.

### 3.2.5 경로 유지

유선망과는 달리 Ad Hoc 망에서의 모든 노드들은 무선 환경에 의한 요인과 이동성에 기인하여 설정된 경로를 사용하지 못할 경우가 발생한다. 따라서 경로들의 사용 여부는 주기적으로 확인되어야 하며 경로 손실을 감지한 경우, 다시 발견되어야 한다.

본 논문에서는 양방향 링크가 존재하는 두 노드 간에 경로손실은 두 노드 간에 데이터 전송 시, 즉시 감지 될 수 있다. 반면에 단방향 링크만이 존재하는 두 노드간의 경로손실은 데이터 전송 시, 즉시 감지될 수 없으며, 소스노드와 목적지노드 간에 종단 간 신호방식을 통해서 그 경로 상에 손실을 감지한다. 종단 간 신호방식은 패킷의 전송 시에 소스노드와 목적지노드 간의 이동 총 홉 수를 참조하여 타이머를 작동시키며 정상적인 경우, 패킷을 수신한 목적지노드에서는 이에 대한 응답패킷을 소스노드로 보내며 이를 지정된 시간 내에 수신한 소스노드는 데이터 전송이 정상적이며 기존의 라우팅 정보가 정상적으로 사용 가능한 것임을 나타낸다.

## 4. 성능평가

### 4.1 실험환경

#### 4.1.1 시나리오 파일

NS에 사용되는 입력은 첫째, 노드의 이동성을 나타내는 이동패턴파일(movement pattern file), 네트워크 계층에서 제공하는 통신패턴파일(communication pattern file), 및 사용된 라우팅 프로토콜을 정의한 라우터설정파일로 구성된다. 여기서 이동패턴파일과 통신패턴파일을 이용하여 적절한 시뮬레이션 시나리오를 작성한다.

#### 4.1.2 평가방식 및 파라미터

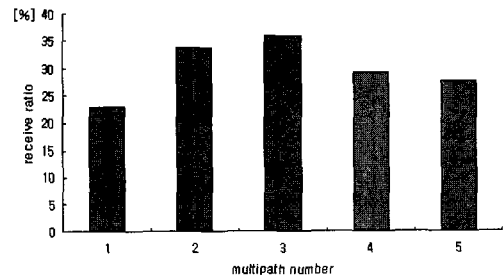
성능평가를 위해 이동패턴과 통신패턴을 정의한 3개의 시나리오 파일을 사용하였다. 시나리오1(sce1)은 1500x300-50-0-20-1의 sc와 50-20-4-512의 cp로

설정된 비교적 빠른 이동성을 제공하는 환경이며, 시나리오2(sce2)는 1500x300-50-0-20-1의 sc와 50-10-4-512의 cp로 설정되어 노드의 연결이 시나리오1에 비해 제한된 환경으로 설정되었다. 마지막으로 시나리오3(sce3)은 1500x300-50-600-20 -1의 sc와 50-10-4-512의 cp를 갖는 비교적 연결도 적고 이동성도 적은 환경으로 설정되었다.

제안한 라우팅 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 사용한 방식은 다음과 같다. 첫째, 경로실패시 신속한 경로 재설정을 수행하기 위해 다중경로는 3개까지 사용한다. 둘째, 활성경로외의 경로가 저장되어 있는 2차 캐쉬(secondary cache) 상태정보를 유지하기 위해 사용하는 헬로우(hello) 메시지 시간간격을 0.1초, 1초, 10초, 20초, 그리고 30초로 변화시켜서 분석한다. 셋째, 소스노드와 목적지노드의 2차 캐쉬에만 다중경로를 기록한 경우와 모든 중간노드의 2차 캐쉬에 다중경로를 기록한 경우를 나누어 성능평가를 수행한다.

#### 가. 다중경로 개수에 따른 분석

경로실패를 인식한 경우, 신속한 복구를 위해 2차 캐쉬에 저장하는 다중경로의 개수에 따른 분석을 수행하였다. 그 결과 다중경로를 3개로 설정한 경우 가장 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있었다. [그림 9]는 다중경로 개수에 따른 데이터 수신율을 나타낸다.

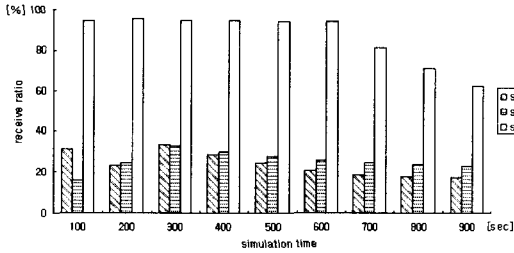


[그림 9] 다중경로 수에 따른 데이터 수신율  
[Fig. 9] Received data ratio according to a multipath number.

#### 나. 시나리오에 따른 분석

[그림 10]과 같이 이동성과 최대 연결수가 적은 시나리오3이 이동성이 많은 시나리오1이나 시나리오2에 비해서 뚜렷하게 많은 데이터를 수신하고 있음

을 알 수 있다. 또한 시간의 경과에 따라 이동성에 의한 데이터 수신율이 감소함을 알 수 있다. 따라서 이후의 성능평가는 최적의 성능을 보이고 있는 500 초까지의 결과만을 사용하기로 한다.

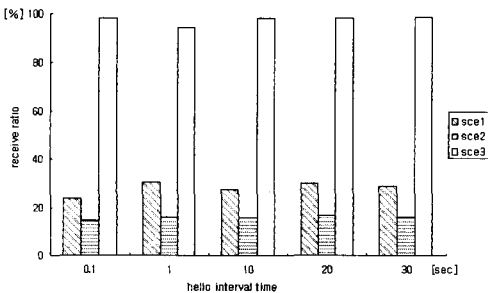


[그림 10] 중간노드 2차 캐쉬를 사용한 경우 데이터 수신율

[Fig. 10] Received data ratio in case using the secondary cache in an intermediate node.

다. 헬로우 메시지 시간간격에 따른 분석

제안한 DSR에서는 에러탐지와 경로유지를 위해서 주기적으로 헬로우 메시지를 전송한다. 헬로우 메시지 전송간격(HI : Hello message Interval) 시간 내에 전송했던 헬로우 메시지를 수신하지 못하면, 헬로우 메시지가 전송된 경로는 오류가 발생한 것으로 생각하고 폐기한다.



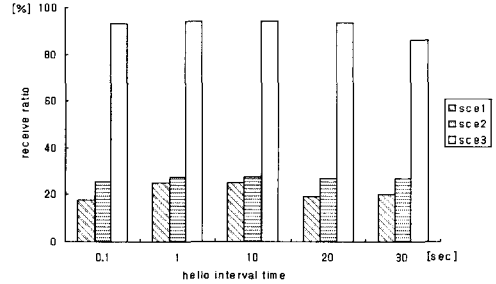
[그림 11] 데이터 수신율(성능평가 시간=100)

[Fig. 11] Received data ratio.(simulation time=100)

1) 데이터 수신율

[그림 11, 12]에서와 같이 성능평가 초기에는 시나리오1이 시나리오2보다 좋은 데이터 수신율을 갖지만 이동성이 증가함에 따라 시나리오2가 보다 좋은 성능을 나타냄을 볼 수 있다. 또한 헬로우 메시

지 시간간격이 1에서 10인 경우 가장 좋은 성능을 보인다.

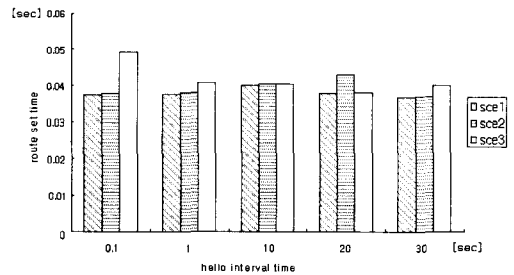


[그림 12] 데이터 수신율(성능평가 시간=500)

[Fig. 12] Received data ratio.(simulation time=500)

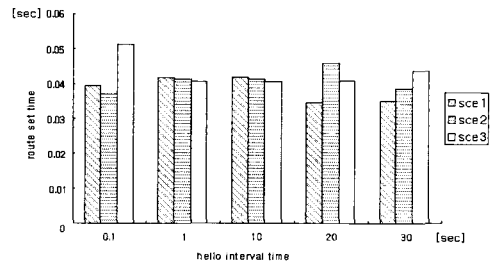
2) 평균 경로설정 시간

[그림 13, 14]는 HI 시간을 0.1, 1, 10, 20, 30으로 했을 때의 평균 경로설정시간을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 1초에서 10초 사이의 시간간격에서 좋은 성능을 보인다.



[그림 13] 평균경로설정시간(성능평가 시간=100)

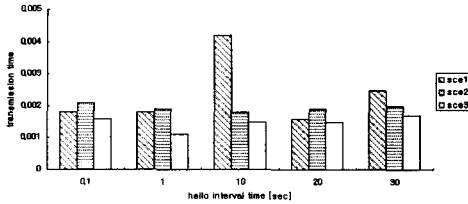
[Fig. 13] Average route setting time (simulation time=100)



[그림 14] 평균경로설정시간(성능평가 시간=500)

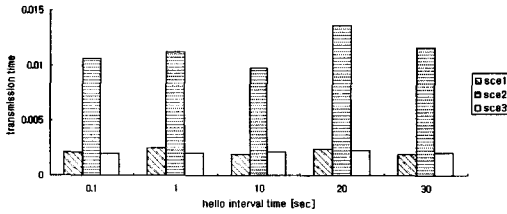
[Fig. 14] Average route setting time. (simulation time=500)

3) 평균 데이터전송 시간



[그림 15] 평균데이터전송시간(성능평가 시간=100)

[Fig. 15] Average data transmission time. (simulation time=100)



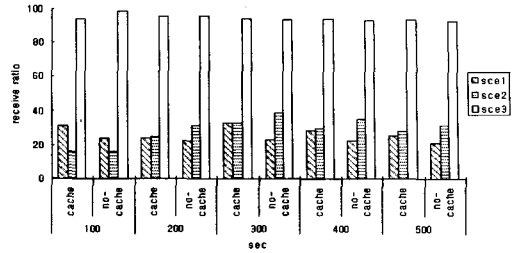
[그림 16] 평균데이터전송시간(성능평가 시간=500)

[Fig. 16] Average data transmission time. (simulation time=500)

[그림 15, 16]에서와 같이 성능평가 초기에는 좋은 전송시간을 나타내지만, 시간의 경과에 따라 평균 전송시간은 증가한다. 또한 시간이 경과함에 따라 이동성에 의해 2차 캐쉬에 보다 많은 경로정보를 갖고 있는 시나리오1이 경로설정 시 가장 좋은 응답 시간을 갖기 때문에 빠른 전송시간을 유지할 수 있다. 특히, 시나리오2는 이동성에 따른 거짓 데이터의 문제를 유발하여 오히려 성능이 저하되는 현상을 보인다. 헬로우 메시지 시간간격이 0.1에서 1초일 때, 가장 좋은 성능을 보인다.

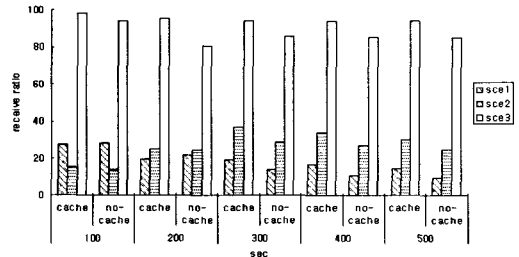
라. 중간노드 2차 캐쉬 사용여부에 따른 분석

데이터가 전달되는 경로 상에 위치하는 중간노드들이 자신을 통과하는 경로를 자신의 2차 캐쉬에 저장하는 경우와 그렇지 않을 경우를 나누어서 비교·평가하였다. [그림 16]은 헬로우 메시지 시간간격을 1초로, 17은 10초로 했을 때, 2차 캐쉬를 사용한 경우와 그렇지 않았을 때의 시간에 따른 데이터 수신율을 나타낸다.



[그림 17] 2차 캐쉬를 사용여부에 따른 데이터 수신율(HI=1)

[Fig. 17] Received data ratio according to secondary cache.(HI=1)



[그림 18] 2차 캐쉬를 사용여부에 따른 데이터 수신율(HI=10)

[Fig. 18] Received data ratio according to secondary cache.(HI=10)

5. 결론

일반적인 무선환경에서 동작하는 MANET 라우팅 프로토콜을 연구하기 위하여 본 논문에서는 비대칭 경로를 지원하는 DSR 라우팅 알고리즘을 구현하였다. 제안한 알고리즘은 리눅스 환경하에서 C++과 Otel로 구현하였고, NS를 사용하여 세 가지의 환경 변수를 변화시키면서 네 가지의 성능분석요소를 기준으로 제안한 알고리즘을 비교·평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 세 개의 다중경로를 사용한 경우, 최적의 성능을 보였다.



- 2) 이동성이 적고, 최대 연결수가 적은 시나리오일 수록 데이터 수신율은 증가하였다. 이것은 데이터가 전송될 때, 다른 패킷으로부터의 충돌이나 움직임에 의한 경로상의 오류가 발생할 가능성이 줄어든 이유에 기인한다.
- 3) 헬로우 메시지 시간간격이 1~10초일 경우, 데이터 수신율은 높아지고 평균경로설정시간은 단축되었다.
- 4) 헬로우 메시지 시간간격이 0.1~1초일 경우, 시간이 경과될수록 이동성이 많은 시나리오의 중간노드의 캐쉬에 저장된 데이터를 이용할 가능성이 증가하므로 평균데이터전송시간은 단축되었다.
- 5) 이동성과 연결성이 많은 시나리오에서 중간노드의 2차 캐쉬를 사용했을 경우, 헬로우 시간간격을 짧게 설정하면 좋은 데이터 수신율을 갖는다.
- 6) 시간이 경과됨에 따라 거짓 데이터에 의한 경로재설정으로 인한 성능 저하가 발생됨에 따라 시나리오의 이동성이 많고 2차 캐쉬를 사용할 경우, 평균경로설정시간이 증가하였다.

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] R. Pandya, and et al., "IMT-2000 standard: Network aspects," IEEE Pers. Commun., pp.20-29, Aug, 1997.
- [2] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks," Prentice-Hall International Inc., Thrid Edition, pp.345-374, 1996.
- [3] Shree Murphy and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "An Efficient Routing Algorithm for Wireless Networks," MONET, vol.1(2), pp.183-197, Oct, 1996.

- [4] Ravi Rrakash, "Unidirectional Links Prove Costly in Wireless Ad-Hoc Networks," 3rd International Workshop on Discrete Algorithms and Methods for Mobile Computing and Comm., Aug, 1999.
- [5] J. Macker and S. C., "Mobile Ad-hoc Networks(manet)," <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>, 1997.
- [6] S. Corson, J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking(MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," Request for Comments : 2501, Jan, 1999.
- [7] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination Sequenced Distance Vector Routing(DSDV) for Mobile Computers," ACM SIGCOMM Symposium on Communication, Architectures and Protocol, pp.234-244, Sep, 1994.
- [8] C. E. Perkins, E. M. Royer, and et. al., "Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," Internet Draft draft-ietf-manet-aodv-03.txt, Jun, 1999.
- [9] C.E. Perkins and E.M. Royer, "Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing," IEEE WMCSA'99, Feb, 1999.
- [10] D. B. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad-Hoc Wireless Networks," Kluwer Academic Publishers, pp.153-181, 1996.
- [11] J. Broch, David B. Johnson, and et. al., "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," Draft draft-ietf-manet-dsr-03.txt, Oct, 1999.
- [12] J. Broch Yih-Chun Hu, and et. al., "DSR Protocol Update : Path-State Maintenance in DSR," Carnegie Mellon University, <http://www.monarch.cs.cmu.edu>, 1999.
- [13] S. Lu, V. Bhanrghavan, and R. Srikant, "Fair scheduling in wireless packet networks," ACM SIGCOMM'97, 1997.

- [14] Christopher Metz, "At the core of IP networks : Link-State Routing Protocols," IEEE Internet Computing, Sep/Oct, 1999.
- [15] Vaduvur Bharghavan, Alan Demers, and et. al., "MACAW : A media access protocol for wireless LAN's," SIGCOMM'94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Application, pp.211-225, Aug, 1994.
- [16] Mc. R. Lin and M. Gerla, "A distributed architecture for multimedia in a multihop dynamic packet radio network," IEEE Globecom'95, pp.1468-1472, Nov, 1995.
- [17] Rob Shepherd, "Engineering the Embedded Software Radio," IEEE Communication Magazine, pp.70-74, Nov, 1999.

유 기 흥



- 1964. 서울대학교 문리대 물리학과 졸업(학사)
- 1979. 동국대학교 대학원 전자계산학(석사)
- 1991. 동국대학교 대학원 전산통계학 박사과정
- 1977~현재 명지전문대학 정보통신과 교수

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