

# MANET에서 N-hop 사전조사를 이용한 적응적인 플러딩 기법

(An Adaptive Flooding Scheme using N-hop  
Look-ahead in MANET)

최 종 혁\*, 오 임 겔\*\*  
(Jong Hyeok Choi, Im Geol Oh)

**요 약** MANET은 기존의 인프라(기지국, AP)를 이용하는 무선 네트워크와는 달리 인프라가 없이 이동 노드만으로 구성된 무선 네트워크다. MANET에서 데이터 서비스를 제공하기 위해서는 각 이동 노드에서 데이터를 원하는 목적지로 전달하기 위한 효율적인 라우팅 프로토콜이 요구된다. 현재 라우팅을 위해 제시된 reactive 방식의 라우팅 프로토콜은 데이터를 전송하기 위한 경로발견 단계 시 네트워크 전체로 경로 탐색 패킷을 브로드캐스트하는 플러딩 방법을 사용하고 있다. 이로 인해 각 노드마다 경로발견과 이를 유지하기 위한 라우팅 오버헤드가 크다. 본 논문에서는 각 노드에서 N-hop 거리의 이웃노드에 대한 정보를 사전에 생성하여 경로발견을 위한 패킷을 제한된 영역으로 플러딩을 수행하는 최적의 N 값을 제시한다. 기존의 reactive 방식의 라우팅 프로토콜을 사용하는 각각의 노드들은 기본적으로 노드 이동에 대해 무지한 상태이기 때문에 경로 변경에 대해서 능동적으로 대처하지 못했다. 그러나 본 논문의 N-hop 거리의 사전조사를 이용한 적응적인 플러딩 기법은 기존의 방법보다 네트워크 이동의 변화에 보다 탄력적으로 대처할 수 있는 라우팅 기법이다. 모의실험의 결과를 통해 본 논문의 기법이 reactive 방식의 라우팅 오버헤드를 감소시켜 기존의 플러딩 방법보다 향상된 라우팅 성능을 보여준다.

**핵심주제어** : MANET, Reactive 라우팅 프로토콜, 플러딩

**Abstract** MANET is a dynamically reconfigurable wireless network with no fixed infrastructure (base station, or AP). In order to provide the data service in MANET, we need an efficient routing protocol to deliver the data to the wanted destination at a mobile node. A method of routing protocols called reactive routing protocol has recently got attention because of their low routing overhead. But a method of flooding broadcasts the packet to all of its neighbors. For this reason, each of the node has high routing overhead to route and keep path discovery. Accordingly in this paper, I propose an adaptive flooding scheme using N-hop look-ahead in MANET, and an optimal N value of doing flooding the packet to limited area. Because of being basically ignorant about topological changes, each of the node did not spontaneously cope with path alteration. But an efficient flooding scheme applying N-hop look-ahead is more resilient to topology changes than traditional algorithms. And also with this efficient flooding scheme, the simulation results demonstrate excellent reduction of routing overhead.

**Key Words** : MANET(Mobile Ad hoc NETwork), Reactive Routing Protocol, Flooding

---

\* 한서대학교 인터넷공학과 강사  
\*\* 한서대학교 인터넷공학과 부교수

## 1. 서 론

무선 액세스 기술의 발달과 함께 시공에 제한받지 않고 통신하고자 하는 사용자 수요의 증대로 인해 무선 네트워크는 차세대 인터넷을 위한 가장 보편적인 액세스 네트워크 가운데 하나로서 주목 받고 있다. MANET(Mobile Ad hoc NETwork)은 유선의 통신 인프라 없이 이동 노드간에 단일 혹은 다중 홉으로 구성되는 임시 네트워크로 구성되어 통신하는 특수한 형태의 무선 네트워크로서 적용할 수 있는 상황이 독특한 특성을 띄고 있다. 재해나 전쟁 등으로 인해 네트워크의 인프라 사용이 불가능한 경우에는 MANET만이 가능한 선택사항이 될 수 있다. MANET을 차세대 네트워크의 표준화에 반영하려는 노력으로 4G에서는 네트워크 구축의 한 형태로서 연구하고 있으며, IETF내의 MANET 워킹그룹에서 MANET을 위한 많은 라우팅 프로토콜들이 제안되어 왔다[1]. 경로를 결정하는 시기에 따라 proactive 라우팅 방식과 reactive 라우팅 방식으로 크게 구분되는데 유선 네트워크에서 매우 효과적인 proactive 라우팅 방식이 무선 네트워크에서는 효율이 저하되며 역동적으로 네트워크 형성이 변하는 무선 네트워크 환경에서는 reactive 라우팅 방식이 proactive 라우팅 방식보다 선호되는 방식이다. 그러나 reactive 라우팅 방식에서 최초 경로발견이나 기존의 경로가 변경이 되었을 경우 새로운 경로를 찾기 위해 전체 네트워크에 패킷을 브로드캐스트로 플러딩을 수행함으로써 라우팅 오버헤드가 커지는 문제점을 보인다.

본 논문에서는 각 이동 노드들이 네트워크 내에서 각각의 특성을 고려한 이동 성향을 가지더라도 급격하게 이동하지 않으며 노드들의 이동으로 인해 변경된 경로는 기존의 경로와 크게 다르지 않다는 점에 주목하여 각 노드에서 N-hop 거리의 이웃 노드들에 대한 정보를 관리하게 한다. 따라서, 경로가 변경이 되었을 때 이웃노드 테이블과 플러딩의 전파 범위를 제한하여 N-hop 거리의 노드로 플러딩을 하는 방법으로 최적의 N값을 제시한다. 실험을 통해 제시한 N값이 Reactive 라우팅 프로토콜의 라우팅 오버헤드를 감소시키고 전송 지연 시간을 단축시킴으로써 전체적으로 네트워크의 효율성을 향상시키는 결과를 보인다.

## 2. MANET에서의 라우팅 프로토콜

본 절에서는 지금까지 연구된 프로토콜들을 분류하고 각각의 특징과 장/단점을 비교한다. 특히 라우팅 정보 유지 방법에 따라서 라우팅 프로토콜을 분류할 수 있는데 크게 proactive 라우팅 방식과 reactive 라우팅 방식, 이 두가지를 혼합한 hybrid 라우팅 방식과 그 외의 라우팅 방식으로 분류할 수 있다.

Proactive 라우팅 방식은 유선 환경의 인터넷에서 사용한 bellman-ford 방식을 MANET에 적용하였다. Proactive 방식은 노드의 숫자가 적은 소규모 MANET에 적합하나, 중/대형 네트워크에서는 많은 단점을 가지고 있다. 이를 구현한 라우팅 프로토콜로는 전형적인 bellman-ford 알고리즘을 구현한 DSDV(Destination-Sequence Distance Vector)[2], 라우팅 정보를 이웃한 이웃 노드에게만 전파하여 오버헤드를 감소시킨 WRP(Wireless Routing Protocol)[3]와 DSDV 라우팅 프로토콜에서 라우팅 정보를 감소시키기 위하여 이동 노드들을 계층적으로 분류한 CGSR(Clusterhead Gateway Switch Routing)[4]이 있다. 그러나 proactive 라우팅 방식은 앞서 설명한 MANET 환경에 적용하기에는 많은 문제점이 존재하여 자체로는 주목받지 못하였고 이를 개선한 알고리즘으로 발전하게 되었다.

Reactive 라우팅 방식은 필요시에만 경로 획득 절차를 수행하고, 주기적인 라우팅 정보 방송과 이동시 변경된 라우팅 정보를 방송할 필요가 없으므로 라우팅 오버헤드를 줄이는 장점이 있다. 그러나 데이터 전송시 경로 획득 절차 수행후 획득된 경로로 데이터를 전송하기 때문에 경로 획득 시간이 길어져 실시간 통신에 부적합한 문제점을 가지고 있으나 현재로서는 이동 노드가 빈번하게 위치 이동하는 MANET에는 가장 적합하다. Reactive 라우팅 방식으로는 DSR(Dynamic Source Routing)[5], AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector Routing)[6], TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm)[7], ABR(Associativity Based Routing)[8] 프로토콜 등이 있다.

이와 같이 proactive와 reactive 라우팅 프로토콜의 성능은 네트워크의 크기나 단말들의 움직임과 같은 특성에 영향을 받게 된다. 따라서 확장성과

안정성을 고려한 hybrid 라우팅 프로토콜이 제안되었다. 대표적인 프로토콜은 ZRP(Zone Routing Protocol)[9] 등이 있다. 그외에도 여러 환경을 고려한 라우팅 프로토콜들이 있다. 지금까지 라우팅 프로토콜에 대하여 살펴보았다. 제안된 라우팅 프로토콜들은 각자의 어느 특정한 상황에서 장·단점을 가지고 있으며 모든 상황에서 가장 적합한 라우팅 프로토콜은 명확하지 않다. 따라서 MANET 라우팅 프로토콜의 선택은 네트워크내 노드들의 이동 특성과 트래픽 특성에 의해 좌우된다.

### 3. N-hop 사전조사를 이용한 적응적인 플러딩 기법

Reactive 방식에서 경로설정을 하기 위해서는 송신 노드에서 수신 노드까지의 경로를 알기 위해서 먼저 경로 탐색 패킷(RDP)을 주변의 노드들에게 플러딩 방식으로 보낸다. 플러딩된 RDP는 다양한 경로를 거쳐 수신 노드로 전달되고 수신 노드는 송신 노드에서 수신 노드까지의 중간 노드를 포함하는 경로 응답 패킷(RRP)을 송신 노드로 전달한다. 이때 반드시 경유한 노드를 따라 갈 필요는 없다. 송신 노드는 RRP에 기록된 경로를 이용해서 데이터를 전송하게 된다. reactive 방식에서는 RDP를 네트워크 전체 노드에게 전달하면서 노드와 무선 링크 자원을 낭비하는 단점이 있다. 이러한 단점을 본 논문에서는 N-hop 거리를 사전에 조사하여 플러딩을 함으로써 무선 링크 자원의 효율성을 높인다.

#### 3.1 기본 가정

본 논문에서 가정하는 기본적인 사항은 다음과 같다. 네트워크 전체의 각 노드들은 Random Way point[10] 성향을 따르며, 각 노드의 전파 전송 범위는 동일하며, 노드간에는 양방향 통신이 가능해야 한다.

#### 3.2 동작방식

각 노드는 N-hop 거리의 테이블을 생성하고 유지/관리한다. 즉, 각 노드는 자신과 N-hop 거리에

있는 노드들의 리스트를 관리한다. 이 방식은 전체 네트워크의 노드에 브로드캐스트 되는 것을 방지하고 각 노드마다 N-hop 거리의 라우팅 테이블을 생성·관리하는 방식이다.

이웃 노드에 대한 정보는 HELLO 패킷뿐만 아니라 각 노드에서 이웃 노드에서 발생하는 데이터 전송을 지속적으로 청취함으로써도 알 수 있는데 만약 어떤 노드에서 마지막 hello\_interval 시간동안 브로드캐스팅한 데이터가 하나도 없을 경우에는 HELLO 패킷을 보냄으로써 이웃에게 자신의 존재를 알리게 된다. HELLO 패킷을 RREG 패킷에 편승해서 전송할 때에는 패킷 헤더의 TTL(Time-To-Live) 값을 1로 설정한 후 브로드캐스팅하여 HELLO 패킷이 네트워크 전체로 전파되는 것을 방지한다.

HELLO 패킷은 이미 AODV나 ABR과 같은 주 문형 라우팅 프로토콜에서 이웃노드를 관리하기 위해서 이미 사용되고 있으며, 이러한 HELLO 패킷을 이웃 노드로 전송을 할 때 <그림 1>에서와 같이 자신이 가지고 있는 이웃 노드에 대한 정보를 포함해서 보냄으로써 각 노드에서는 자신으로부터 최대 N-hop 거리에 존재하는 이웃 노드에 대한 정보를 관리할 수 있다.

0	8	16	31
Type	Length	Hello Interval ...	
이웃노드 1의 IP 주소			
이웃노드 2의 IP 주소			
이웃노드 n의 IP 주소 ...			

<그림 1> HELLO 확장 패킷

\* Hello Interval : 다음 Hello 메시지에 대한 최대 대기 시간

이렇게 관리된 N-hop 거리의 이웃 노드 테이블을 이용하게 되면 N-hop 이내에서의 노드 이동에 의한 경로 변경은 따로 쿼리를 발생시키지 않고 이웃 노드 테이블의 정보를 이용해서 경로를 복구할 수 있어 라우팅 오버헤드를 크게 줄일 수 있다. N-hop 사전조사를 이용한 적응적인 플러딩 기법

은 각 노드간에 N-hop까지의 링크 연결 상태를 관리하고 송신 노드가 수신 노드에 경로 설정할 경우에는 먼저 수신 노드가 송신측 노드의 N-hop 거리 내에 있는 것을 안다면 직접 경로를 설정하고 수신 노드가 송신 노드의 N-hop 거리 내에 없다면 N-hop 노드가 새로운 경로를 설정하는 방법이다. 자세한 동작방식은 다음과 같다.

먼저 수신 노드가 N-hop 거리 내에 존재하지 않으면 최종거리의 N-hop 노드가 다시 플러딩을 수행하고, N-hop 거리 내에 존재하면 직접 경로를 설정한다. 그리고 송신 노드는 N-hop 거리내의 모든 멤버들을 알고 있기 때문에 N-hop 거리에 위치한 노드들에게 RDP를 전송하면 된다. 반면, N값을 증가시킴에 따라 N-hop 거리내에 위치하는 노드의 수가 늘어나고 리프(Leap) 노드도 함께 늘어난다. 이는 N값에 RDP를 전송해야 하는 노드 수가 증가한다는 것을 의미한다. 즉, N값이 증가함에 따라 N-hop 거리의 범위가 커져 유지·관리해야 할 노드 수가 늘어나 N-hop 거리의 테이블 리스트 생성·유지에 많은 오버헤드가 발생한다.

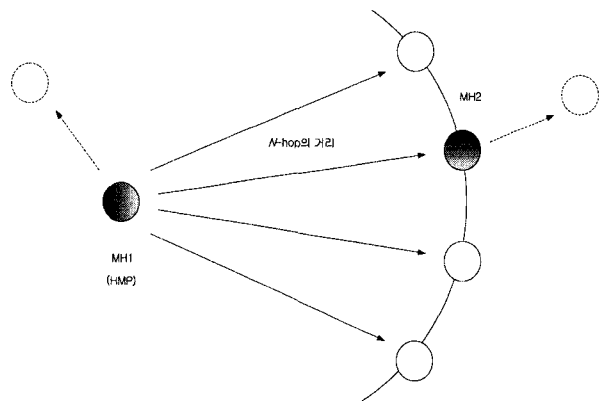
따라서, 본 논문에서 최적의 N-hop 거리의 적응적인 플러딩 기법으로 N-hop 거리간에는 수신 노드로의 경로 질의를 통해 데이터 전송을 가능하게 하고 주기적인 링크 연결 정보를 주고 받으며 N-hop 거리를 유지하게 된다. 이러한 과정은 크게 세 가지 단계로 나뉜다. 첫 단계에서는 N-hop 거리의 라우팅 테이블 리스트를 생성하고, 두번째 단계는 송신측의 데이터 전송 요구에 따른 경로를 찾고, 세번째 단계에서는 경로를 설정 후에 유지·관리한다.

### 3.2.1 N-hop 거리의 라우팅 테이블 생성 단계

기존 플러딩 방법과 달리 본 논문에서는 N-hop 거리의 사전조사를 이용해 경로 설정을 한다. 이러한 N-hop 거리의 사전조사를 수행하기 위해서 가장 기본적인 작업은 N-hop 거리의 라우팅 테이블 리스트를 만드는 것이다. 그러나 N-hop 거리의 라우팅 테이블 리스트 생성은 테이블 유지를 위한 오버헤드가 크고 복잡한 알고리즘이 필요하다.

N-hop 거리의 라우팅 테이블을 생성하는 과정에서는 각 노드가 N-hop 플러딩 패킷(NFP)을 생성해 무선으로 연결돼 있는 이웃 노드로 NFP를 전송한다.

각 노드의 링크 연결의 변화를 반영하기 위해서 각 노드는 NFP를 전송한다. 이 NFP를 수신한 노드는 N값이 0이면 NFP의 송신 노드를 자신의 N-hop 거리의 멤버로 등록한다. 만약 N값이 0이 아니면 N값을 1 감소시켜 이웃 노드로 포워딩한다.



<그림 2> N-hop 거리의 라우팅 테이블 생성 과정

또한 N값을 +a로 하여 링크 레벨에서의 이웃한 노드로 NFP패킷을 전송한다. 이를 호스트 이동 패킷(HMP)이라 한다. HMP의 목적은 N-hop 거리의 라우팅 테이블을 효율적으로 유지하기 위해서 고안되었다.

<그림 2>과 같이 노드 MH1로부터 N-hop 떨어진 노드 MH2는 N-hop 거리 이상으로 이동을 하게 되면 N-hop 거리내를 이탈할 확률이 높아진다. 그렇게 되면 N-hop 거리의 테이블을 유지하는 장점보다 새롭게 테이블을 갱신하는데 드는 비용이 증가하게 된다. 또한, MH1이 N-hop 거리 이상으로 이동을 하게 되면, MH1으로부터 기존의 N-hop 거리에 위치한 노드 MH2는 MH1의 이동 결과에 따른 NFP를 수신할 수 없다. 따라서 새로운 N-hop 거리에 위치한 노드가 HMP를 형성하여 a-홉 거리의 이웃 노드로 전송하게 된다. 여기서 a값은 노드들의 속도에 맞게 적절하게 잡아 줄 수 있다. 즉 노드의 이동 속도가 빠르다면 a값을 크게 잡고, 노드의 이동속도가 느리다면 a값을 작게 잡는다. 즉 실제로 각 노드는 N+a의 테이블을 생성하게 된다.

### 3.2.2 경로 설정 단계

3.2.1의 절차에 따라 만들어진 경로 테이블을 이

용해 송신 노드와 수신 노드 간에 실제로 경로 설정을 하기 위해서는 형성된 테이블을 사용하여 N-hop 거리의 멤버들에 대해서는 직접 경로 설정이 가능하고 멤버가 아닌 노드에 대해서는 N-hop 거리에 위치한 노드들이 경로 질의 패킷(RDP)을 전송한다. RDP를 수신한 노드는 자신이 관리하고 있는 N-hop 거리의 테이블내에 있는지 검사한다. 만약 존재한다면 직접 경로 설정을 하고, 존재하지 않는다면 다시 위와 같은 과정을 반복한다. 이 경우에 문제되는 부분은 N-hop 거리의 노드들이 서로 다른 경로를 통해 RDP를 중복해 받을 수 있다는 것이다. 이때는 RDP ID를 사용해 RDP가 중복해 들어오는 것을 방지할 수 있다. 그러나 RDP를 플러딩하는데 있어서의 또 다른 문제점은 N-hop 거리의 노드에서 새로이 RDP를 플러딩할 경우에 이전 노드의 테이블내에 위치한 멤버들에게 RDP가 전달되는 경우이다. 이 경우는 직접적인 순환 경로 문제는 아니지만 네트워크 자원을 상당히 낭비하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 각 노드는 방문 노드 리스트에 존재하는 적어도 두 노드가 수신 노드의 멤버라면, 즉 RDP가 동일한 노드에 두번 통과하면, 수신 노드는 RDP를 네트워크에서 제거한다.

수신 노드는 거쳐 온 N-hop 노드에 대한 정보를 RDP를 통해 알 수 있다. <그림 2>에서는 N-hop 거리내에서 RDP를 제거하는 노드들(점선)과 RDP를 계속 플러딩해 나가는 노드들(실선)을 보여주고 있다. 점선과 실선을 통해 RDP가 수신 노드에 도달될 수 있지만, 수신 노드는 먼저 도착한 RDP를 선택한다. 즉, 실선을 통해 도착한 RDP를 선택한다.

#### 4. 모의실험 및 성능평가

넓은 범위의 무선 네트워크를 만들어 내는 것은 비용이 많이 들며 시간이 많이 소요되기 때문에 무선 네트워크 라우팅 알고리즘은 시뮬레이션을 통해 평가된다. 본 장에서 시뮬레이션에 사용될 N-hop 사전조사의 적응적인 플러딩 기법의 구현도 일반적인 라우팅에서 다루는 최적의 조건에서 수행한다.

3장에서 제시한 N-hop 사전조사를 이용한 적응적인 플러딩 기법에 대한 성능 평가를 위해 network

simulator(ns-2) version 2.1b9[11]를 사용하였다. ns-2는 MANET 노드의 모든 프로토콜 스택 영역에서 일어나는 사건들을 시뮬레이션 할 수 있는 시뮬레이터이다.

#### 4.1 실험 환경 및 방법

실험 환경으로 물리계층(Physical Layer)모델은 자유공간 전파모델을 사용하며, 데이터 링크 계층(Data Link Layer)모델로는 IEEE 802.11 MAC DCF(Distributed Coordination Function)를 네트워크 계층에서는 IP 프로토콜을 사용한다. 실험에서 설정한 파라미터는 <표 1>과 같이 가상적으로 2000m×2000m의 전체 네트워크 영역 내에서 임의의 위치에 50개의 이동 노드를 배치하며, 각 이동 노드는 저·중·고속의 세 가지 속도의 부류로 자유롭게 움직이는 환경을 둔다.

각 이동 노드들의 전파 전송 범위, 즉 MANET에서 이동 노드들이 무선 채널을 이용하여 방송할 수 있는 범위는 250m이며, MAC 프로토콜은 IEEE 802.11을 사용한다. 채널의 용량은 2Mbps/sec, 전송되는 패킷의 크기는 512byte로 설정한다. 데이터의 전송은 응용계층에서 일정한 비트로 데이터를 발생시키는 CBR(Constant Bit Rate)을 사용하며, 1초당 1개의 패킷을 생성하여 전송한다. 실험시간은 600초로 설정하였으며, 정지시간(Pause Time)을 0초에서 600초까지 10초 단위로 변화시켜 가면서 실험을 수행한다. 이동 노드의 정지시간은 이동 노드가 정지한 후 지정된 정지시간 후 임의의 방향으로 다시 이동을 시작하는 것으로 MANET의 이동성 변화에 따른 라우팅 능력을 평가하기 위함이다.

<표 1> 모의실험에서의 파라미터

이동성 모델	이동 노드수	50
	실험 영역	200m × 200m
	실험 시간	600 sec
	무선 전송 범위	250 m
	최대 이동 속도	30 m/sec
	정지 시간	10 sec
트래픽 모델	트래픽 형태	CBR
	패킷 전송률	1 packet/sec
	패킷의 크기	512 byte
	제어 패킷의 크기	500 bit

각 이동 노드는 1~30m/s로 5m/s의 간격으로 이동 속도를 변화시키면서 실험을 수행한다. 또한 노드들의 이동 방향에 Random Way point와 같은 성향을 적용해서 이동하게 한다. 즉, 노드의 움직이던 방향을 저장하여 그쪽으로 이동할 확률을 높여주는 방식으로 노드의 움직임에 성향이 있도록 한다.

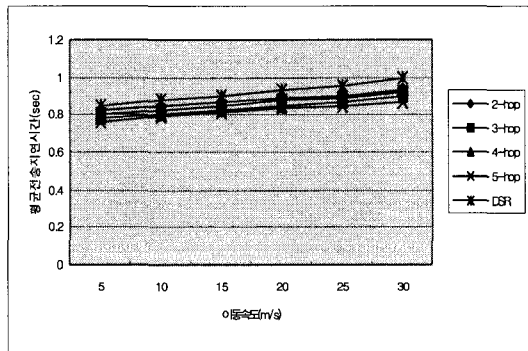
N값에 따른 변화를 관찰하기 위해 이를 노드들의 움직이는 환경을 동일하게 해서 비교·관찰한다. 위와 같이 처리한 목적은 노드의 움직임과 속도를 완전히 랜덤하게 해서 N값에 따른 변화를 측정하면서 나타날 수 있는 비교의 불확실성을 제거하기 위해서 이다.

성능 분석은 N값에 따라 몇 가지 성능 비교 인자들을 관찰하고 N-hop 사전조사를 이용한 적응적인 플러딩 기법의 효율성을 검증한다.

## 4.2 실험결과

### 4.2.1 이동 속도에 따른 평균 전송 지연 시간

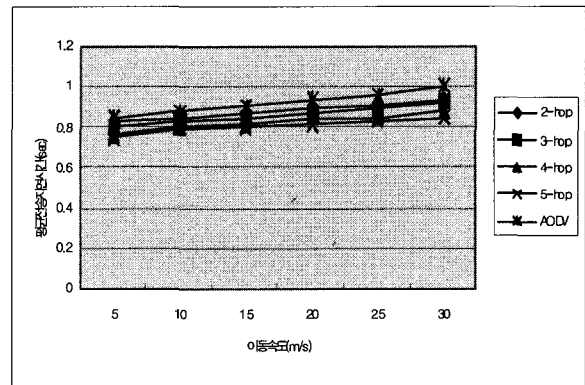
<그림 3>과 <그림 4>는 이동 속도가 변화함에 따라 reactive 라우팅 방식인 두 프로토콜(DSR, AODV)을 적용하여 N-hop당(5-hop까지) 평균 전송 지연 시간을 측정한다.



<그림 3> 평균 전송 지연 시간(DSR)

<그림 3>과 <그림 4>에서와 같이 N-hop이 증가함에 따라 전체적으로 기존의 플러딩 방법보다 평균 전송 지연 시간이 감소하는 결과가 나왔다. 이는 N값이 커져 N-hop 거리내 목적지 노드까지의 경로 설정이 효율적으로 이루어져 데이터 패킷에 대한 평균 전송 지연 시간이 감소함을 알 수

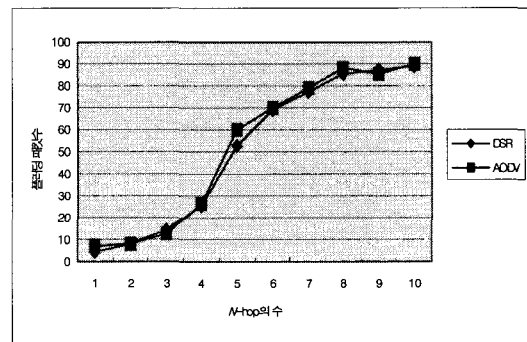
있다.



<그림 4> 평균 전송 지연 시간(AODV)

### 4.2.2 N-hop에 따른 플러딩 패킷수

다음은 모의 실험시간 동안 N-hop에 따른 플러딩 패킷수를 측정해 <그림 5>에 결과를 보였다. N-hop 거리의 노드가 늘어날수록 N-hop 거리를 유지하기 위해 필요한 플러딩 패킷수는 기하급수적으로 늘어났다. 또한 <그림 5>를 보면 N-hop이 5이상으로 늘어나면 사실상 라우팅 테이블 리스트를 유지하는 것이 거의 불가능한 상황으로 나타나기 때문에 4-hop까지가 최적의 N값으로 그 이상의 경로 테이블을 저장하는 것은 비효율적이다.

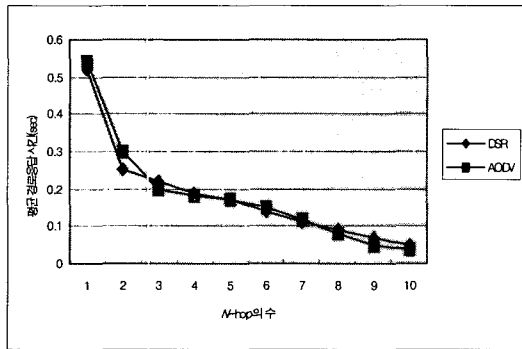


<그림 5> N-hop에 따른 플러딩 패킷수

### 4.2.3 N값에 따른 평균 경로 응답 시간

N-hop에 따른 평균 경로 응답 시간에 대해서 측정된 결과가 <그림 6>에 제시되어 있다. 이 실험결과에서는 평균 경로 응답 시간이 N값이 늘어날수록 계속 감소하면서 수렴하는 것으로 나타났다. 이는 N값이 커질수록 점점 N-hop 라우팅 테

이들의 리스트가 늘어나 대부분의 노드가 N-hop 라우팅 테이블 내에 위치해 경로 설정하는데 소요 되는 시간이 점점 작아진다는 것을 의미하는 것이다. 그러나 N값이 증가할수록 유지해야 하는 라우팅 테이블 리스트가 늘어나 이에 대한 오버헤드는 더욱 커진다는 것을 4.4.2절의 결과에서 알 수 있다.



<그림 6> N-hop에 따른 평균 경로 응답 시간

## 5. 결론

MANET은 기존의 기지국이 유선 통신 네트워크에 연결된 형태의 통신 인프라 기반에 의존하지 않는다. 다시 말해 모든 노드가 이동하는 환경에서 서로 직접적인 무선 전송 범위에 위치하지 않는 노드간의 원활한 데이터 전송을 위해 다중 홉 무선 링크로 구성되어 여러 개의 중간 노드들(라우터 역할)의 경로 설정에 의존하게 되는 새로운 형태의 통신 네트워크다.

Reactive 라우팅 방식에서의 플러딩 방법은 송신 노드에서 목적지 노드까지 데이터 전송시 경로를 찾기 위해 네트워크 전체에 경로 탐색 패킷(RDP)을 브로드캐스트로 방송하기 때문에 네트워크 전체적으로 효율성을 떨어뜨리며 패킷 전송 지연을 발생시키는 문제점을 갖고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 논문에서는 N-hop 거리에 위치한 이웃 노드들의 정보를 경로가 설정하기 전에 각 노드마다 생성하여 경로 설정 시 N값에 따라 효율적으로 플러딩하는 것을 실험을 통해 보였다. N값이 증가 할수록 평균 전송 지연 시간과 평균 경로 응답 시간은 감소하였지만, 플러딩 패킷수는 증가하였는데 이는 N-hop

거리의 이웃 노드 정보를 유지하는데 한계가 있음을 알 수 있다.

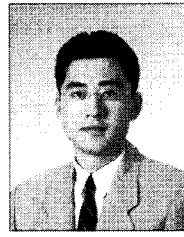
향후 연구 과제로는 Reactive 라우팅 방식외의 다른 멀티 캐스트 라우팅 방식에서 본 논문의 방법을 적용하여 네트워크의 규모, 이동성 등 여러 파라미터에 따라 신뢰성 있는 플러딩 방법에 대한 연구가 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] <<http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>> , IETF, October, 2003.
- [2] Perkins, Charles and Pravin Bhagwat, "DSDV Routing over a Multihop Wireless Network of Mobile Computers", *Ad hoc Networking*, Ed. Charles Perkins, Addison Wesley, 2001.
- [3] Elizabeth M. Royer, Chai-Keong Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad hoc Mobile Wireless Networks", *IEEE Personal Communications*, Vol.6, No.2, pp46~55, 1999.
- [4] M. Chatterjee, Sk. and D. Turgut, "An On-Demand Weighted Clustering Algorithm for Mobile Ad hoc Networks", in proc of the IEEE GLOBECOM, 2000.
- [5] Johnson, David and David Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad hoc Wireless Networks", *Mobile Computing* , Eds. Tomasz Imielinski and Hank Korth, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [6] Perkins, Charles and Elizabeth Royer, "The Ad hoc On-Demand Distance-Vector Protocol", *Ad hoc Networking*, Ed. Charles Perkins, Addison Wesley, 2001.
- [7] V. D. Park, M. S. Corson, "Temporally-ordered routing algorithm(TORA) version 1 functional specification (InternetDraft)", August, 1988.
- [8] C.-K. Toh, "Associativity Based Routing For Ad Hoc Mobile Networks", *Wireless Personal Communication Journal*, Vol. 4, No. 2, March,

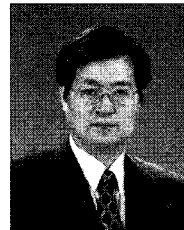
1997.

- [9] Z. J. Haas, M. R. Pearlman, Prince Samar, "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks", IETF MANET Internet Draft, July, 2002.
- [10] G. Resta, P.Santi, "An Analysis of the Node Spatial Distribution of the Random Waypoint Model for Ad hoc Networks", Proceedings of ACM Workshop on Principles of Mobile Computing(POMC) 2002,Toulouse, pp44~50, October, 2002.
- [11] The Network Simulator: ns-2, VINT Project, 25 July, 2002.  
<<http://www.isi.edu/nsnam/ns/index.html>>



최 종 혁 (Jong Hyeok Choi)

- 정회원
- 2000년 2월 : 인하대학교 전자재료공학과 (공학사)
- 2004년 2월 : 인하대학교 정보통신대학원 정보통신공학과(공학석사)
- 2000년 8월 ~ 2003년 6월 : 정보통신정책연구원 (KISDI)연구원
- 2004년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 인터넷공학과 강사
- 관심분야 : 무선 네트워크, 컴퓨터 통신, 인터넷 보안



오 임 결 (Im Geol Oh)

- 정회원
- 1983년 2월 : 인하대학교 수학과 (이학사)
- 1986년 2월 : 인하대학교 수학과 응용수학전공(이학석사)
- 1993년 8월 : 인하대학교 통계학과 (이학박사)
- 2000년 8월 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 1995년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 인터넷공학과 부교수
- 관심분야 : 컴퓨터 보안, 암호학, 컴퓨터 통신