

외부 망에 연결된 MANET에서의 주소 설정 및 경로 결정

이 재 훈[†] · 안 상 현^{††} · 유 현^{†††}

요 약

본 논문에서는 다중-링크 서브넷(multi-link subnet) 문제를 해결하기 위하여 수정된 MANET 구조에 적합한 주소 자동 설정 및 경로 결정 기법을 제안한다. 먼저 다중-홉 무선 네트워크 환경에서 패킷의 중복 수신 문제없이 라우터 광고(Router Advertisement) 메시지를 전송할 수 있도록 하기 위한 Scope-Extended RA(Scope-Extended Router Advertisement) 메시지를 정의한다. 또한 MANET Prefix 옵션을 새로 정의함으로써 MANET 노드가 MANET 내에 있지 않은 호스트로 패킷을 전송하고자 할 때 바로 게이트웨이로 보낼 수 있게 한다. 이렇게 함으로써 반응형 라우팅 프로토콜에서 발생하는 경로 설정을 위한 제어 메시지의 브로드캐스트로 인한 성능 저하를 방지할 수 있다. 제안 기법의 성능을 NS-2 기반의 모의실험을 통하여 분석했으며, 시뮬레이션 결과에 의하면 제안 기법이 제어 메시지 오버헤드 측면에서 우월함을 알 수 있었다.

키워드 : Connected MANET, 주소 설정, MANET 경계 라우터

Address Configuration and Route Determination in the MANET Connected to the External Network

Jaehwoon Lee[†] · Sanghyun Ahn^{††} · Hyun Yu^{†††}

ABSTRACT

In this paper, we propose an address autoconfiguration mechanism and a route establishment mechanism appropriate for the modified MANET architecture which overcomes the multi-link subnet problem. For the delivery of Router Advertisement (RA) messages without causing the duplicate packet reception problem in the multi-hop wireless network environment, the Scope-Extended RA (Scope-Extended Router Advertisement) message is defined. Also, by defining the MANET Prefix option, a MANET node is allowed to send packets destined to a host not in the MANET directly to the gateway. This can prevent the performance degradation caused by broadcasting control messages of the reactive routing protocol for route establishment. The performance of the proposed mechanism is analyzed through NS-2 based simulations and, according to the simulation results, it is shown that the proposed mechanism performs well in terms of the control message overhead.

Keywords : Connected MANET, Address Configuration, MANET Border Router

1. 서 론

MANET(Mobile Ad-hoc Network)은 유선 인프라스트럭처의 도움 없이 노드들 간에 서로 협력하여 다중-홉(multi-hop)으로 정보를 전달할 수 있도록 해주는 네트워크이다[1]. MANET은 이전에는 군용통신에서 사용할 목적으로 고려되었지만 최근에는 센서 네트워크나 홈 네트워크와 같은 일반

적인 상용 망에서도 적용되고 있다. MANET을 구성하고 있는 노드들 중에서 두 개의 노드가 서로 통신을 하고자 하지만 둘이 서로의 전파 범위에 있지 않은 경우에는 다른 노드의 도움을 받아 다중-홉으로 통신을 해야 한다. 즉, 종단간 경로를 결정하기 위한 경로 설정 기법이 필수적이라 할 수 있다. MANET에서의 경로 설정 기법은 크게 예방형(proactive) 방식과 반응형(reactive) 방식으로 구분할 수 있다 [1]. 이 중에서 반응형 방식은 상위 계층으로부터 트래픽을 전송하라는 요청을 수신했을 때 비로소 노드가 종단까지의 경로를 찾는 방식이며 따라서 노드의 이동으로 인하여 토폴로지가 변화하더라도 전송할 트래픽이 있는 경우에만 경로를 찾기 때문에 경로 설정을 위한 제어 메시지 전송으로 인한 오버헤드가 작아서 MANET 환경에 적합하다고 할 수 있다. 반응형 방식에는 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector) 프로토콜

* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-S001-01, 차세대 진술 국방통신 원천기술 개발]

** 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터(홈네트워크연구센터) 육성지원사업의 연구결과로 수행되었음.

† 종신회원 : 동국대학교 정보통신공학과 부교수(교신저자)

†† 정 회원 : 서울시립대학교 컴퓨터과학부 교수

††† 준 회원 : 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 박사과정

논문접수 : 2008년 9월 4일

수정일 : 1차 2008년 10월 29일

심사완료 : 2008년 11월 10일

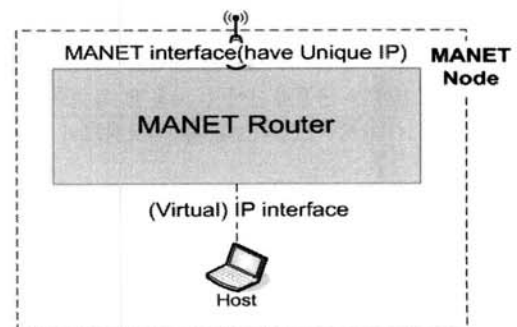
[2] 등이 있다. AODV 기반의 경로 설정 기법의 동작은 다음과 같다. 전송할 트래픽을 가지고 있는 소스 노드가 목적지 노드까지의 경로를 가지고 있지 않은 경우에는 RREQ(Route Request) 메시지를 브로드캐스트한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드는 자신이 동일한 메시지를 이전에 수신한 적이 있는지를 확인하여 만일 있으면 버리고, 그렇지 않은 경우에는 다시 그 메시지를 브로드캐스트한다. 이와 같은 방법으로 RREQ 메시지는 MANET 내에서 브로드캐스트되어 목적지 노드에게로 전달된다. RREQ 메시지를 수신한 목적지 노드는 소스 노드로 RREP(Route Reply) 메시지를 유니캐스트 방식으로 전송하며, 중간 노드들은 RREP 메시지를 전달함으로써 경로를 설정한다. 이와 같은 MANET에서의 경로 설정 방법은 MANET 노드들에게 이미 IP 주소가 설정되어 있다고 가정했다. 그러나 전쟁 상황이나 화재와 같은 ad-hoc 환경에서는 노드들이 스스로 동적으로 주소를 설정할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

MANET은 standalone MANET과 connected MANET으로 구분할 수 있다 [3]. Standalone MANET은 인터넷과 접속되지 않고 독립적으로 망이 구성되어 있는 형태를 나타내며, 이를 위한 여러 가지 주소 자동 설정 기법들이 제안되었다 [4-6]. 반면 connected MANET은 MANET이 MBR(MANET Border Router)이라고 하는 게이트웨이를 이용하여 인터넷과 연결되어 있는 형태를 나타낸다. 여기에서 트래픽을 교환하는 한 쪽은 MANET 내의 하나의 노드이며, 또 다른 한 쪽은 MANET 내의 또 다른 노드 또는 인터넷에 접속되어 있는 임의의 호스트(CN: Correspondent Node)일 수 있다. 이 경우 MANET을 구성하고 있는 노드들에게는 인터넷 토폴로지에 적합한 전역(global) IP 주소가 설정되어야 한다. Connected MANET에서 주소 설정을 위한 여러 가지 기법들이 제안되었다 [7-9]. Perkins 등은 connected MANET에서의 인터넷 연결 기법을 제안하였다 [10]. 이 기법에서 MANET 노드는 프리픽스를 얻기 위한 요구 메시지를 브로드캐스트하고, MBR은 요구에 대한 응답 메시지를 노드에게 전송하며, 노드는 응답 메시지 내에 있는 네트워크 프리픽스와 자신의 MAC 주소를 이용하여 IPv6 주소를 만들어 인터페이스에 설정한다. 또한 MBR로부터 전송되는 응답 메시지를 이용하여 MANET 노드는 자신의 라우팅 테이블 엔트리에 MBR을 기본 게이트웨이로 설정하고 또한 MBR에 대한 경로를 설정한다. 그런 후에 소스 노드가 목적지 노드에게 패킷을 전달하기 위해서는 소스 노드가 먼저 목적지 노드에 대한 라우팅 테이블 엔트리를 검색하여 만일 엔트리가 있으면 해당 경로를 이용하여 패킷을 전달한다. 만일 엔트리가 기본(default) 게이트웨이로 검색되면, 소스 노드는 목적지 노드로의 경로 결정을 위하여 RREQ 메시지를 브로드캐스트한다. 만일 소스 노드가 RREP 메시지를 수신하면, 소스 노드는 라우팅 테이블 엔트리를 수정한 후에 목적지 노드에게로 패킷을 전송한다. 만일 소스 노드가 RREP 메시지를 수신하지 못하면, 소스 노드는 이 패킷을 기본 게이트웨이로 설정되어 있는 MBR에게로 전송한다.

기존에 MANET은 하나의 서브네트워크로 간주되어 MANET 내의 모든 노드들은 동일한 서브넷 프리픽스를 할

당받았다. 그런데 비록 소스 노드와 목적지 노드가 동일한 MANET 내에 있다 하더라도 목적지 노드가 소스 노드의 전과 범위에 있지 않은 경우에는 주위의 다른 노드의 도움을 받아 다중-홉으로 통신해야 한다. 다시 말하면, 소스 노드는 주위의 다른 노드의 도움을 받아 동일한 서브넷 프리픽스를 갖는 다른 목적지 노드로 패킷을 전송해야 한다. 이 경우에는 하나의 서브넷이 여러 개의 링크로 구성되는 다중-링크 서브넷(multi-link subnet) 구조가 된다. 최근에 다중-링크 서브넷에서 발생할 수 있는 이슈를 고려한 문서가 표준화되었다 [11]. 이 문서에 따르면 다중-링크 서브넷 모델은 (1) 하나의 서브넷 프리픽스가 하나의 링크에 할당되는 기존의 IP 링크 모델을 따르지 않으며, 또한 (2) IP 헤더 내에 있는 TTL/Hop Limit 값이 1로 설정되는 IP 패킷을 MANET 노드가 수신하는 경우에는 TTL/Hop Limit 값을 1만큼 감소하지 않아야 하기 때문에 이로 인한 망의 루프 발생 가능성 등의 문제를 가지고 있다. 따라서 이 문서에서는 IP 링크 모델로 (1) 다중-액세스 링크 모델과 (2) 점-대-점 링크 모델의 두 가지 모델 중의 하나만 사용하도록 권고했으며, 다중-링크 서브넷 모델은 사용하지 않도록 권고했다. 이러한 권고에 따라서 MANET 노드는 (그림 1)에 나타나 있는 것과 같이 1개 이상의 MANET 라우터(MR: MANET router)와 0개 이상의 호스트로 구성된다고 정의한 수정된 MANET 구조가 표준화 중에 있다 [12]. 즉, MANET은 여러 개의 MR들의 연결로 이루어진 네트워크로 정의된다. MR은 MANET 인터페이스와 IP 인터페이스의 두 가지 형태의 인터페이스를 가지며, MANET 인터페이스는 다른 MR과 통신하기 위하여 사용되고 IP 인터페이스는 호스트와 접속되어 있다. 하나의 MR에 접속되어 있는 MANET 인터페이스와 IP 인터페이스에는 서로 다른 네트워크 프리픽스가 설정되어야 한다. 또한 MANET 인터페이스에 할당된 네트워크 프리픽스는 MR마다 달라야 하며, IP 인터페이스에 할당된 네트워크 프리픽스 역시 MR마다 달라야 한다. (그림 2)는 수정된 MANET 구조를 적용한 MANET에서의 주소 설정의 예를 보여준다.

앞에서 언급한 것과 같이, 기존의 MANET은 하나의 서브넷으로 간주되었다. 따라서 connected MANET에서 정의된 기존 방법들을 수정된 MANET 구조에 그대로 적용할 수는 없다. 예를 들어, 앞에서 언급한 Perkins 등의 방법을



(그림 1) 수정된 MANET 노드의 구조

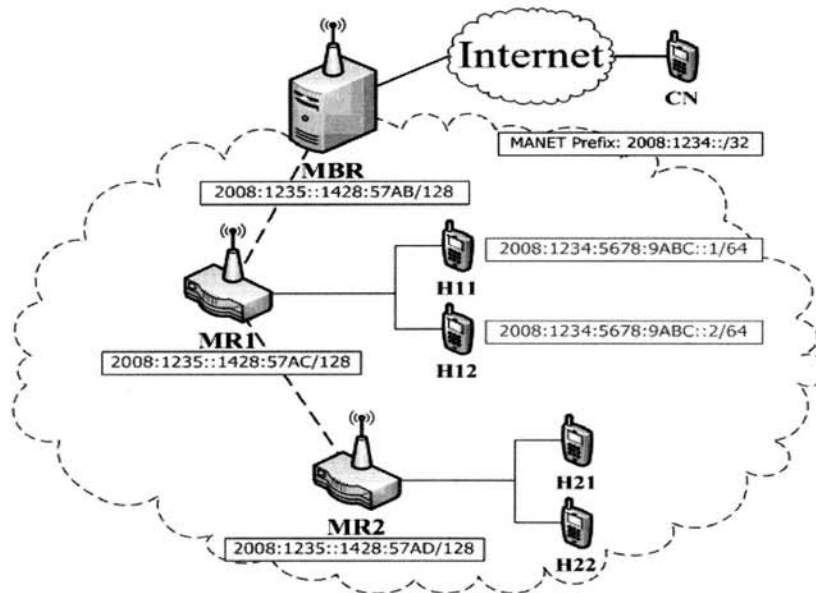
이용하면 MANET 노드를 구성하는 MANET 라우터의 MANET 인터페이스에는 주소를 설정할 수 있지만 호스트에는 주소를 설정하기 위한 방법이 정의되어 있지 않다. 또한 이 기법에서 소스 노드는 목적지 노드가 MANET 내에 있는지 아니면 인터넷과 같은 외부 네트워크에 위치하고 있는지를 결정할 수가 없으며 따라서 브로드캐스트로 인하여 성능 저하가 발생할 수 있다.

이 논문에서는 수정된 MANET 구조에 적합한 주소 자동 설정 및 경로 결정 기법을 제안하고자 한다. 제안된 기법을 이용하면 AODV와 같은 반응형 프로토콜에서 정의된 제어 메시지의 브로드캐스트로 인한 성능 저하를 방지할 수 있으며, 따라서 MANET의 성능을 향상시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 본 논문에서 제안하는 기법의 동작에 대해서 자세하게 설명한다. 그리고 3절에서 제안 기법의 성능을 시뮬레이션을 통해서 분석하고, 4절에서 결론을 맺는다.

2. 수정된 MANET 구조를 위한 주소 자동 설정 및 경로 결정 방법

이 논문에서 제안된 기법의 동작은 (그림 2)에 나타나 있는 것과 같은 IPv6 기반 망 구조의 예를 이용하여 설명하고자 한다. MANET은 MBR을 이용하여 인터넷과 연결되어 있다. 본 논문에서는 MBR이 보내는 ICMP 라우터 광고(Router Advertisement: RA) 메시지가 중복 수신 문제없이 다중-홉을 통하여 전달될 수 있도록 하기 위하여 (그림 3)에 나타나 있는 것과 같이 ICMP RA 메시지를 확장하며, 이를 Scope-Extended RA(Scope-Extended Router Advertisement) 메시지라고 한다. MBR은 Scope-Extended RA 메시지를 주기적으로 브로드캐스트한다. Scope-Extended RA 메시지에는 네트워크 프리픽스 및 프리픽스 길이, 그리고 MBR 주소가 포함된다. (그림 2)의 예에서 MBR이 광고하는 네트워크 프리픽스는 2008:1235::1428:57AB/64이다.



(그림 2) 수정된 MANET 구조에 따른 MANET 내 주소 설정의 예

0										1										2										3									
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9										0 1 2 3 4 5 6 7 8 9										0 1 2 3 4 5 6 7 8 9										0 1 2 3 4 5 6 7 8 9									
Type					Code					Checksum					Sequence Number					Prefix Length					Reserved														
Current Hop Limit					M	O	Reserved					Router Lifetime					Reachable Time																						
Retransmission Timer										IP address of MBR's MANET interface (16 octets)																													

(그림 3) Scope-Extended RA 메시지 형식

Scope-Extended RA 메시지에는 순서번호(SN: Sequence Number)가 포함되며, MBR은 Scope-Extended RA 메시지를 전송할 때마다 SN 값을 1만큼 증가시킨다. MBR은 Current Hop Limit의 초기 값으로 255를 설정하며, 중간 MR에서 Current Hop Limit을 1씩 감소시킨다.

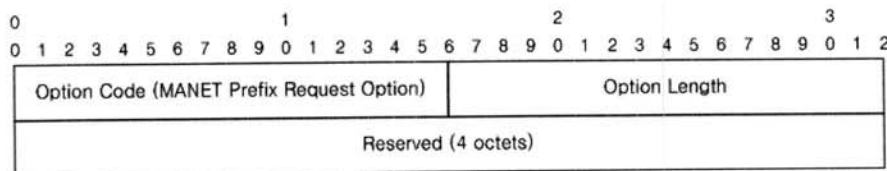
MANET 노드(MN: MANET Node)는 MANET 라우터(MR: MANET router)와 호스트(H: Host)로 구성된다. (그림 2)의 예에서 MNn은 MRn과 Hnm으로 구성된다고 가정한다. MR1이 처음 MANET에 접속하면 MBR로부터 광고되는 Scope-Extended RA 메시지를 수신할 때까지 기다린 후, 수신한 Scope-Extended RA 메시지에 포함되어 있는 네트워크 프리픽스와 MANET 인터페이스의 MAC 주소를 기반으로 비 상태 주소 자동 설정 기법을 이용하여 자신의 MANET 인터페이스에 IPv6 주소를 설정하고 네트워크 프리픽스를 /128로 설정한다. 이렇게 하면 서로 다른 MR의 MANET 인터페이스에는 서로 다른 네트워크 프리픽스를 가지는 IPv6 주소가 설정되게 된다. 그런 후에 MANET 라우터는 MBR을 기본 게이트웨이로 설정하며, 또한 수신한 Scope-Extended RA 메시지를 포함하는 IP 패킷의 소스 IP 주소를 MBR로의 다음-홉(next-hop) 주소로 설정한다.

MANET 인터페이스에 IP 주소가 설정된 MANET 라우터는 자신에게 접속된 호스트에게 주소를 할당하기 위하여 Prefix Delegation 옵션을 포함하는 DHCP Request 메시지를 전송한다. 이 논문에서는 DHCP Request 메시지가 MANET 노드로부터 전송된 것임을 서버에게 알리기 위하여 (그림 4)에 나타나 있는 것과 같은 MANET Prefix Request 옵션이라고 하는 새로운 DHCP 옵션을 정의한다. DHCP Request 메시지를 포함하는 IP 패킷의 소스 주소는 MANET 라우터의 MANET 인터페이스에 설정된 주소이며 목적지 주소는 MBR의 주소이다. MR1으로부터 전송된

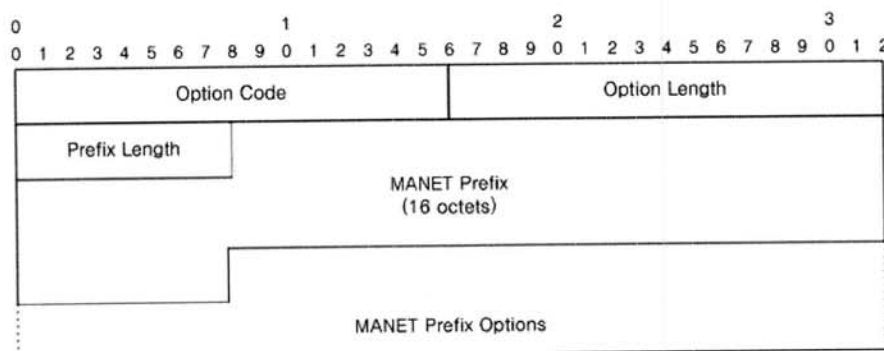
DHCP Request 메시지를 수신한 MBR은 릴레이 에이전트(relay agen)로서의 역할을 하여 이 메시지를 DHCP 서버에게 전송한다. DHCP Request 메시지를 수신한 DHCP 서버는 MANET 라우터에게 위임하는 프리픽스를 갖는 Prefix Delegation 옵션이 포함된 DHCP Reply 메시지를 전송한다. 이 논문에서는 (그림 5)에 나타나 있는 것과 같은 MANET에 할당되는 프리픽스인 MANET Prefix 옵션을 새로 정의하며, 이 옵션이 DHCP Reply 메시지에 포함된다. (그림 2)의 예를 들면, DHCP 서버로부터 주소를 요청한 MR1에게 전송되는 DHCP Reply 메시지 내의 MANET Prefix 옵션에는 2008:1234::/32가 설정되며, Prefix Delegation 옵션에는 2008:1234:5678:9ABC::/64가 설정된다. 이 메시지는 DHCP 서버로부터 MBR로 전송되며, MBR은 relay agent로서의 역할을 수행해서 이 메시지를 해당 MANET 라우터에게 전송한다.

DHCP 서버로부터 DHCP Reply 메시지를 수신한 MANET 라우터는 위임된 프리픽스에 속하는 하나의 IPv6 주소를 호스트에게 할당한다. 그런 후에 MANET 라우터는 (그림 6)에 나타나 있는 수정된 라우팅 모듈의 절차에 따라 자신에게 연결된 소스 호스트로부터 목적지 호스트로의 경로 결정을 한다. 이 이후부터 MANET 라우터에 접속되어 있는 호스트는 다른 MANET 라우터에 접속되어 있는 호스트 또는 외부 인터넷 망에 접속되어 있는 호스트와 통신할 수 있다.

MANET 라우터에서의 경로 결정 방법은 다음의 예를 이용하여 설명하고자 한다. 소스 호스트 H11이 목적지 호스트 H21과 통신하고자 하는 경우에, H11은 IP 패킷을 만들어 자신이 접속되어 있는 MR1에게 전송한다. MR1은 수신한 IP 패킷의 목적지 주소에 대한 라우팅 테이블 엔트리가 있는지를 확인하여 만일 있으면 해당 경로를 통하여 패킷을 전송한다. 만일 없으면, MR1은 소스 호스



(그림 4) MANET Prefix Request 옵션



(그림 5) MANET Prefix 옵션

```

p := data_packet;
hostaddr := host_address;
destaddr := destination_address;
route := rte_lookup(destaddr);
if (route == null) {
    wait_for_MBR();
    route := rte_lookup(destaddr);
    if (route == null) {
        drop_packet();
        return();
    }
}
if (route == default) {
    host_prefix := MANET_prefix_submask(hostaddr);
    dest_prefix := MANET_prefix_submask(destaddr);
    if (host_prefix == dest_prefix) {
        route := route_discovery(destaddr);
    } else {
        encapsulate_packet(p);
    }
    send_packet(p, route);
}
else {
    send_packet(p, route);
}

```

(그림 6) 수정된 라우팅 모듈

트인 H11의 IP 주소를 MANET 프리픽스와 서브넷 마스크한 결과와 목적지 호스트인 H21의 주소를 MANET 프리픽스와 서브넷 마스크한 결과와 비교하여 만일 결과가 동일하면 MR1은 H21이 동일한 MANET에 있다고 가정하고 목적지 IP 주소를 포함하는 RREQ 메시지를 브로드캐스트한다. MR1으로부터 브로드캐스트된 RREQ 메시지를 수신한 MR2는 자신의 IP 인터페이스에 설정된 네트워크 프리픽스를 포함하는 RREP 메시지를 MR1에게로 전송한다. RREP 메시지를 수신한 MR1은 자신의 라우팅 테이블 엔트리를 수정한 후에 해당 경로를 이용하여 IP 패킷을 H21에게로 전송한다. 만일 H11이 인터넷에 접속되어 있는 CN에게 IP 패킷을 전송하고자 하는 경우, MR1은 소스 IP 주소를 서브넷 마스크한 결과와 목적지 IP 주소를 서브넷 마스크한 결과가 다르기 때문에 CN이 외부 네트워크에 접속되어 있다고 간주하고 수신한 IP 패킷에 하나의 외부 IP 헤더를 덧붙인 후에 수정된 IP 패킷을 MBR에게로 전송한다. 수정된 IP 패킷의 외부 헤더의 소스 IP 주소는 MR1의 MANET 인터페이스에 설정된 주소이며 목적지 주소는 MBR의 주소이다. 수정된 IP 패킷을 수신한 MBR은 외부 헤더를 제거한 후에 원래의 IP 패킷을 CN에게 전송한다. 또한 CN으로부터 H11에게

로 전송되는 IP 패킷은 먼저 MBR을 통해서 전송되며, 만일 MBR이 H11로의 경로 정보를 갖고 있지 않으면 AODV와 같은 MANET 유니캐스트 라우팅 프로토콜을 사용해서 H11으로의 경로를 설정한 후 그 경로를 통해 H11에게 IP 패킷을 전송한다.

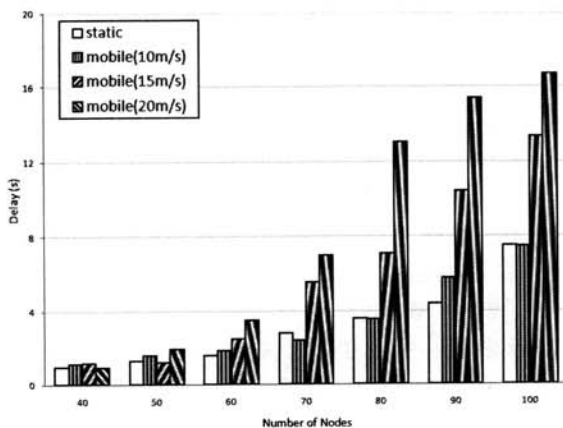
자신의 MANET 인터페이스에 IP 주소를 설정한 MR이 다른 이웃 노드로부터 Scope-Extended RA 메시지를 수신하면, MR은 이 메시지 내에 있는 SN 값이 자신이 가지고 있는 값보다 크지 않은 경우에는 이 메시지를 버린다. 그렇지 않은 경우, MR은 수신한 메시지의 Current Hop Limit 값을 1 만큼 감소시킨 후 감소된 값이 0보다 크면 이 메시지를 다시 브로드캐스트한다. 또한 MR은 수신한 Scope-Extended RA 메시지를 포함하는 IP 패킷의 소스 IP 주소가 이미 자신의 라우팅 테이블 엔트리에 MBR을 위한 다음-홉으로 설정되어 있는 경우, 수신한 Scope-Extended RA 메시지의 거리 값으로 255에서 이 메시지의 Current Hop Limit 값을 뺀 값으로 계산한 후 라우팅 테이블 엔트리의 거리 값을 이 메시지의 거리 값으로 변경한다. 만일 IP 패킷의 소스 주소가 MBR을 위한 다음-홉 주소와 다른 경우에는, MR은 메시지의 거리 값과 라우팅 테이블 엔트리에 있는 거리 값을 비교하여

만일 메시지 내에 있는 값이 작으면 MBR을 위한 다음-
 홉 주소를 새로운 주소와 해당 메시지의 거리 값으로 변경하고, 그렇지 않으면 테이블 엔트리를 그대로 둔다.

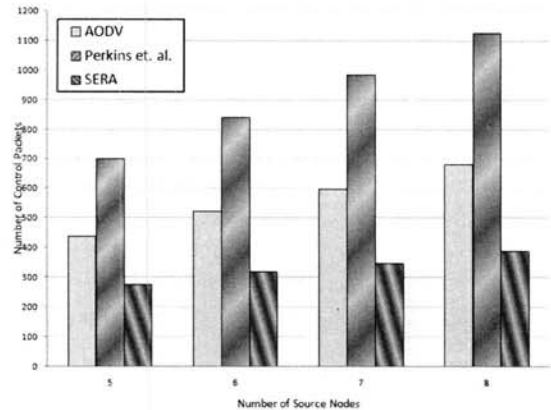
3. 성능분석

본 논문에서 제안한 수정된 MANET 구조에 적합한 주소 자동 설정 기법과 경로 설정 기법의 성능 평가를 위하여 NS-2[13]를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 환경은 1000m X 1000m 영역의 중앙인 좌표 (500, 500)에 하나의 MBR을 위치시켰으며, 40~100개의 MANET 노드들을 배치했다. 각각의 MANET 노드는 하나의 MR과 하나의 호스트로 구성되며, 각 노드의 전송 반경은 250m로 설정하고 또한 간섭 범위는 500m로 설정했다. MAC 계층의 인터페이스는 2Mbps의 전송 대역을 가지는 IEEE 802.11로 가정하였다. 전파(propagation) 모델로 Two Ray Ground 모델을 사용했으며, 유니캐스트 라우팅 프로토콜로는 AODV를 사용했다. 소스 노드는 5개에서 8개까지 증가시키면서 실험했고 전체 시뮬레이션 시간은 200초로 설정했다.

(그림 7)은 노드들이 정지된 환경과 10~20m/s의 속도로 이동하는 환경에서 노드의 개수를 증가시키면서 모든 노드가 MBR과 DHCP 메시지를 이용해서 자신의 MANET 인터페이스의 주소와 호스트를 위한 네트워크 프리픽스를 설정하는데 걸리는 총 시간을 측정된 결과를 보여 준다. 이 그림에서 볼 수 있듯이 노드의 개수가 증가함에 따라 모든 노드가 주소를 설정하는 데 걸리는 시간은 증가한다. 그 이유는 노드들이 MBR로부터 호스트를 위한 네트워크 프리픽스를 얻어오기 위해 주고받는 DHCP 메시지들이 유니캐스트로 전송되고 따라서 노드 수가 증가함에 따라 이 메시지들의 발생 횟수도 증가하기 때문이다. 즉, MBR이 노드들로부터 이 메시지를 받아서 처리하는 시간이 증가하게 되기 때문에 모든 노드의 주소를 자동 설정하기 위한 총 시간도 증가하게 된다. 또한 이 메시지들의 발생 횟수가 증가함에 따라 패킷 충돌 가능성도 증가하게 되어 시간이 더 걸리는 현상도 발생



(그림 7) 노드 수에 따른 총 주소 설정 시간



(그림 8) 소스 노드 수에 따른 총 제어 패킷 수

함을 볼 수 있었다. 노드의 이동성이 증가하면 주소 설정 시간도 증가하며, 그 이유는 DHCP 메시지가 노드의 이동성에 의해 손실될 확률이 증가하기 때문에 이 메시지의 재전송 횟수가 커지기 때문이다.

(그림 8)은 노드가 70개, 이동 속도가 10m/s인 상황에서 본 논문에서 제안한 경로 결정 기법과 다른 기법들과의 성능을 비교한 것으로, 소스 노드의 개수가 증가함에 따라 데이터 패킷을 보내기 위해 얼마나 많은 제어 패킷이 발생하는가를 측정했다. MANET 내에서 통신하는 소스 노드와 목적지 노드는 각각 하나로 설정했으며, MBR을 통해 외부 인터넷 망에 연결된 호스트와 통신하는 소스 노드는 4개에서 7개로 증가시키면서 실험했다. 각 소스 노드는 CBR 트래픽을 서로 다른 시점에 약 5초 동안 발생시키며, CBR 데이터 패킷의 크기는 512 바이트 그리고 1초당 5개의 데이터 패킷을 생성하도록 했다. 본 논문에서 제안한 기법 (그림 8)에서 'SERA'로 표시)과 기존에 제안되었던 2 가지 방법을 비교했으며, [2]에서 정의된 AODV 기법의 경우 소스가 데이터 패킷을 보낼 때 목적지에 대한 주소가 없으면 RREQ 메시지를 브로드캐스트하고 MR이나 MBR로부터 RREP를 수신함으로써 경로를 설정한 후 데이터 패킷을 전송하기 때문에 RREQ와 RREP 메시지를 한 번씩 교환하게 된다. 반면 [10]에서 정의된 기법에서는 소스가 목적지에 대한 경로 정보가 없으면 우선 MANET내에 RREQ 메시지를 브로드캐스트하고, 일정 시간동안 RREP를 수신하지 못하면 MANET 내에 목적지가 없다고 판단하고 MBR까지의 경로를 찾기 위해 RREQ를 다시 브로드캐스트하여 경로를 설정하는 방법이다. 이 방법에서는 외부 네트워크에 있는 노드와 통신하기 위한 경로를 설정하기 위하여 두 개씩의 RREQ와 RREP 제어 메시지를 교환하며, 따라서 제어 패킷을 가장 많이 발생시킨다. 반면 본 논문에서 제안하는 기법은 MANET Prefix 옵션과 Scope-Extended RA 메시지를 이용해서 MBR을 통해 외부 인터넷 망에 연결된 목적지로 경로 탐색 없이, 즉 제어 패킷의 발생 없이, 바로 보내기 때문에 제어 패킷 오버헤드가 작아지게 되는 장점이 있다.

4. 결 론

MANET은 유선 인프라스트럭처의 도움 없이 노드들 간에 서로 협력하여 다중-홉으로 정보를 전달할 수 있도록 해주는 네트워크이다. 지금까지 MANET은 하나의 서브네트워크로 간주되어 MANET 내의 모든 노드들에게 동일한 서브넷 프리픽스가 할당되었다. 그러나 비록 소스 노드와 목적지 노드가 동일한 MANET 내에 있다 하더라도 목적지 노드가 소스 노드의 전파 범위에 있지 않은 경우에는 주위의 다른 노드의 도움을 받아 다중-홉으로 통신해야 하며, 따라서 MANET은 소스 노드와 목적지 노드의 IP 주소가 동일한 서브넷 프리픽스를 가지고 있어서 이웃 노드로 간주되지만 실제로는 여러 개의 링크를 거쳐 패킷이 전달되는 다중-링크 서브넷 구조를 가지고 있다고 할 수 있다. 이러한 다중-링크 서브넷 모델은 기존의 IP 링크 모델을 따르지 않고, 또한 이웃이 아닌 노드를 이웃으로 간주하는 등의 여러 가지 문제점들 때문에 사용하지 않도록 권고되었다. 이러한 권고에 따라서 수정된 MANET 구조가 최근에 제안되었다[12]. 수정된 MANET 구조에서 MANET 노드는 MANET 라우터와 호스트로 구성되며, MANET 라우터는 MANET 인터페이스와 IP 인터페이스의 두 가지 형태의 인터페이스를 가진다. 각각의 인터페이스는 서로 다른 네트워크 프리픽스로 구성되어야 하며, 또한 서로 다른 MANET 라우터의 인터페이스에 설정된 네트워크 프리픽스 역시 달라야 한다.

본 논문에서는 이러한 수정된 MANET 구조 기반의 connected MANET 환경에 적합한 주소 자동 설정 기법을 제안하였다. 제안된 주소 자동 설정 기법의 핵심 기능은 MANET을 위한 하나의 네트워크 프리픽스인 MANET 프리픽스를 할당하고 또한 각각의 MANET 라우터의 IP 인터페이스에 MANET 프리픽스의 일부인 서브넷 프리픽스를 할당함으로써, 소스 호스트가 목적지 호스트와 통신하고자 하는 경우에 소스 호스트에 접속되어 있는 MANET 라우터는 목적지 호스트가 MANET 내에 있는 호스트인지 아닌지를 판단할 수 있도록 한 것이다. 이를 위하여 본 논문에서는 MANET Prefix 옵션이라고 하는 새로운 DHCP 옵션을 정의했다. 또한 MANET 내의 소스 호스트에 접속되어 있는 MANET 라우터는 목적지 호스트가 MANET 내에 있는지를 판단하여, 만일 목적지 호스트가 MANET 내에 있지만 자신의 라우팅 테이블에 해당 호스트에 대한 엔트리가 없는 경우에는 반응형 라우팅 프로토콜을 구동하고, 그렇지 않고 MANET의 외부 네트워크에 접속되어 있는 호스트인 경우에는 MANET과 외부 네트워크를 연결하는 MBR에게 직접 전송할 수 있는 새로운 경로 결정 모듈을 정의했다. 이러한 기능을 이용하면 AODV와 같은 반응형 경로 설정 프로토콜을 이용하는 경우에 발생할 수 있는 제어 메시지의 브로드캐스트로 인한 성능 저하를 방지할 수 있다. 제안된 기법의 성능은 NS-2 기반의 시뮬레이션을 수행함으로써 분석했으며, 분석한 결과에 의하면 제안 기법이 기존 방법에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, *Ad Hoc Networking*, Addison Wesley, 2001.
- [2] C. Perkins, C. Belding-Royer and S. Das, "Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) Routing," RFC 3561, July, 2003.
- [3] I. Chakeres, J. Macker and T. Clausen, "Mobile Ad hoc Network Architecture," Internet draft, work in progress, Nov., 2007.
- [4] C. Perkins, "IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks," Internet draft, work in progress, Nov., 2001.
- [5] N. Vaidya, "Weak Duplicate Address Detection in Mobile Ad Hoc Networks," MOBIHOC'02, 2002.
- [6] A. Tayal and L. Patnaik, "An address assignment for the automatic configuration of mobile ad hoc networks," Personal Ubiquitous Computing, 2004.
- [7] T. Clausen and C. Baccelli, "Simple MANET Address Autoconfiguration," Internet draft, work in progress, Feb. 2005.
- [8] H. Cha, J. Park and H. Kim, "Extended Support for Global Connectivity for IPv6 Mobile Ad Hoc Networks," Internet draft, work in progress, Oct. 2003.
- [9] S. Ruffino and P. Stupar, "Automatic configuration of IPv6 addresses for MANET with multiple gateways (AMG)," Internet draft, work in progress, Feb., 2005.
- [10] C. Perkins, J. Malinen, R. Wakikawa, A. Nilson and A. Tuominen, "Internet connectivity for mobile ad hoc networks," Wireless Commun. and Mobile Computing, Vol.2, No.5, pp.365-482, 2002.
- [11] D. Thaler, "Multi-Link Subnet Issues," RFC 4903, June, 2007.
- [12] I. Chakeres, J. Macker and T. Clausen, "Mobile Ad hoc Network Architecture," Internet draft, work in progress, Nov., 2007.
- [13] The network simulator, ns-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.

이 재 훈

e-mail : jaehoon@dongguk.edu

1985년 2월 한양대학교 전자공학과
(학사)

1987년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자
공학과(석사)

1995년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자
공학과(박사)



1987년 3월~1990년 4월 데이콤 연구원

1990년 9월~1999년 2월 삼성전자 정보통신부문 선임연구원

2000년 3월~2000년 12월 삼성전자 자문교수

1999년 3월~현 재 동국대학교 정보통신공학과 부교수

관심분야: 초고속통신, 다중 액세스 프로토콜, 인터넷 프로토콜,
광 네트워크 프로토콜



안 상 현

e-mail : ahn@venus.uos.ac.kr

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)

1988년 서울대학교 컴퓨터공학과(석사)

1993년 University of Minnesota 컴퓨터학과(박사)

1988년 (주)데이콤 연구원

1994년 세종대학교 컴퓨터학과 전임강사/
조교수

1998년~현 재 서울시립대학교 컴퓨터과학부 교수

관심분야: 애드혹네트워크, 센서네트워크, 홈 네트워크, 이동통신,
라우팅프로토콜



유 현

e-mail : finalyu@venus.uos.ac.kr

2005년 백석대학교 컴퓨터학과(학사)

2007년 서울시립대학교 컴퓨터통계학과(석사)

2007년~현 재 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 박사과정

관심분야: 이동 애드혹 네트워크, 차량 애드혹
네트워크, 홈 네트워크, 이동통신, 라우팅
프로토콜