

IPv6 기반 MANET 환경에서의 주소 할당 및 인터넷 연결성 지원

안상현, 이영주, 김영민(서울시립대학교)

1. 서론

MANET(Mobile Ad-hoc Network)은 노드들이 이동 가능할 뿐만 아니라 중단 호스트 및 라우터로서의 역할을 동시에 수행하고 노드들 간 멀티홉(multi-hop) 무선 통신이 가능한 네트워크이다. MANET은 기존 유선망에 접속되어 있지 않을 (즉, stand-alone) 수도 있으며, 이 경우 MANET 내에서만 사용 가능한 주소를 각 노드가 자동으로 설정해야 한다. 그러나 자동 설정된 주소의 경우 다른 노드에서도 동일한 주소를 사용하고 있을 수 있기 때문에 다른 MANET 노드들에게 제어 메시지를 보내서 주소의 중복성 여부를 검사해야만 한다. 또는 인터넷 게이트웨이(Internet gateway)를 통해서 기존 유선망에 MANET이 접속될 수도 있으며, 이 경우 인터넷 연결성(Internet connectivity) 지원을 위해 인터넷 게이트웨이는 MANET 노드에게 글로벌 주소 prefix를 할당해주고 MANET 노드는 이를 기반으로 글로벌 주소를 설정한다^[1].

MANET에서는 노드가 이동하기 때문에 토폴로지가 빈번하게 바뀔 수 있으며, 따라서 기존 유선망의 라우팅 프로토콜을 그대로 적용할 경

우 토폴로지 변화로 인해 오버헤드가 커질 수 있다. MANET에서 유니캐스트 통신이 가능하도록 제안된 라우팅 프로토콜들로는 AODV(Ad Hoc On Demand Distance Vector)^[2], DSR (Dynamic Source Routing)^[3], OLSR(Optimized Link-State Routing)^[4], TBRPF(Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding)^[5], DYMO (Dynamic MANET On-demand)^[6] 등이 있으며, 이들은 크게 proactive 방식과 reactive 방식으로 분류된다. Proactive 방식의 경우, 각 MANET 노드는 주기적으로 자신의 라우팅 정보를 MANET 망으로 브로드캐스트하며 이 정보를 기반으로 각 노드는 MANET 내 다른 모든 노드의 라우팅 정보를 설정한다. 주기적인 라우팅 정보 교환으로 인한 오버헤드를 줄이기 위해 proactive 방식에서는 라우팅 정보의 포워딩에 참여하는 노드 수를 제한하고 라우팅 정보의 양도 줄인다. Proactive 방식에 속하는 대표적인 라우팅 프로토콜로는 OLSR, TBRPF 등이 있다. 한편, reactive 방식은 데이터 전송이 필요할 때 목적지로의 경로를 설정하며, 따라서 데이터 전송 전에 라우팅 설정을 위한 오버헤드가 존재하는 단점이 있다. Reactive 방식의 대표적인 라우

팅 프로토콜로는 AODV, DYMO, DSR 등이 있다.

라우팅이 정상적으로 동작하기 위해서는 각 노드의 주소가 유일하게 설정되어야 하며, 이를 위해 주소 자동 설정시 주소의 중복성 검사가 수행된다. 그러나 MANET의 경우 노드의 이동성으로 인해 망이 분할(partition) 또는 병합(merge)될 수 있으며, 따라서 충돌 없이(즉, 유일하게) 사용되던 주소가 망의 병합으로 인해 중복되는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 라우팅 프로토콜마다 그에 적합한 주소 자동 설정 기법들이 제안되었으며, 이로 인해 호환성 문제가 제기되었고 이들을 효율적이면서도 통합적으로 관리할 수 있는 체계적인 프레임워크의 필요성이 대두되었다. 이러한 요구를 수용하기 위해서 IETF에서는 AUTOCONF 워킹그룹^[7]을 형성하여 관련 표준화 작업을 진행하고 있다.

본 고에서는 MANET 주소 자동 설정 및 인터넷 연결성 지원 기술에 대해서 살펴본다. 제 II절에서는 MANET 환경에서의 주소 자동 설정의 필요성 및 그 기법들에 대해서 설명하고, 제 III절에서는 인터넷 연결성 지원의 필요성 및 그 해결 방안으로 제시된 것들에 대해서 살펴본다. 제 IV절에서는 IETF AUTOCONF 워킹그룹의 표준화 동향을 기술하고, 제 V절에서 결론을 맺는다.

II. IPv6 기반 MANET 환경에서의 주소 자동 설정

1. 주소 할당 및 관리

주소 할당 기법은 크게 주소 정보를 유지하는 (stateful) 기법과 주소 정보를 유지하지 않는

(stateless) 기법으로 구분된다. 기존 유선망에서 사용되는 대표적인 주소 할당 방식으로는 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)가 있으며, DHCP는 주소 정보를 유지하는 기법을 사용한다. 즉, DHCP는 서버가 노드에게 주소를 할당하고, 주소를 할당해준 노드의 인터페이스 정보와 주소를 중앙 집중식으로 관리하기 때문에 주소 충돌이 발생하지 않는다. 그러나 노드의 이동성이 있는 MANET 환경에서는 노드가 특정 DHCP 서버에 지속적으로 연결하기 어렵기 때문에 분산 방식으로 주소를 관리하는 것이 바람직하다.

MANET에서 분산 방식의 주소 관리 기법은 conflict-detection, conflict-free, best-effort 등의 세 종류로 구분될 수 있다^[8]. Conflict-detection 방식은 각 노드가 개별적으로 주소를 관리하는 기법이며, conflict-free 방식은 특정 노드가 주소 공간을 가지고 있다가 주소 할당 요청이 있을 때 해당 노드에게 자신이 소유하고 있는 주소 공간의 일부를 할당해주는 기법이다. Best-effort 방식은 노드 자신의 상태 정보를 바탕으로 특정 함수(예, 해쉬(hash) 함수)를 사용해서 주변 노드에게 주소를 할당해주는 방법이다.

MANET을 위한 분산 방식의 주소 할당 기법에 대해서 살펴보기 전에 IPv6 주소 체계 및 주소 할당 방식에 대해서 살펴보면 다음과 같다. IPv6 주소 체계는 현재 사용하고 있는 IPv4 주소 체계의 주소 공간을 확장하여 IETF가 표준화한 차세대 인터넷 주소 체계로서, 일반적으로 IPv6 주소 체계를 사용하는 유선 노드는 링크 로컬 주소와 글로벌 주소를 가지고 있다. 링크 로컬 주소는 1 홉 범위의 노드들과 통신할 때 사용하는 주소로 주로 관리 및 내부 통신을 목적으로 활용되며, 특정 prefix(fe80::/64)와 자신의 인터페이

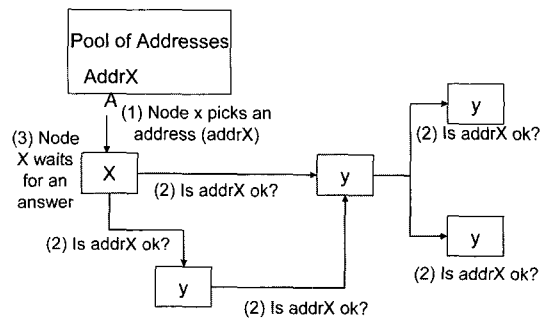
스 주소를 이용하여 EUI-64 방식으로 자동 설정된다. 노드는 링크 로컬 주소를 자신의 인터페이스에 할당하기 전에 해당 주소의 중복성 여부를 확인하기 위해 DupAddrDetectTransmits NS(Neighbor Solicitation) 메시지를 1홉 범위의 노드에게 브로드캐스트하며, 해당 메시지를 수신하여 중복 주소 사용을 감지한 노드는 NA(Neighbor Advertisement) 메시지를 요청한 노드에게 유니캐스트 방식으로 전달하여 중복 주소 사용을 미연에 방지한다⁹⁾. 글로벌 주소는 외부의 네트워크와 통신할 때 사용하는 주소로, 다음 방법들 중 하나를 사용해서 설정된다.

- ▷ 네트워크 관리자 또는 사용자가 자신이 사용할 주소를 수동으로 할당한다.
- ▷ 주소를 할당하는 별도의 서버가 망 내의 노드들에게 주소를 할당한다.
- ▷ 별도의 주소 관리 시스템 없이 노드가 RS(Router Solicitation) 메시지와, RA(Router Advertisement) 메시지를 이용하여 해당 네트워크의 prefix 정보를 주변의 라우터로부터 획득해서 EUI-64 방식으로 자신이 사용할 주소를 자동 설정한다.

2. 분산 방식의 MANET 주소 할당 기법

MANET 망에서 주소 할당시 발생할 수 있는 주소 충돌 문제를 해결하기 위해서 제안된 분산 방식의 주소 할당 기법들은 크게 conflict-detection, conflict-free, best-effort 방식으로 구분된다.

Conflict-detection 주소 할당 방식의 대표적인 예로서 MANET DAD 또는 strong DAD¹⁰⁾가 있다. 이 방식은 reactive 방식의 라우팅 프로



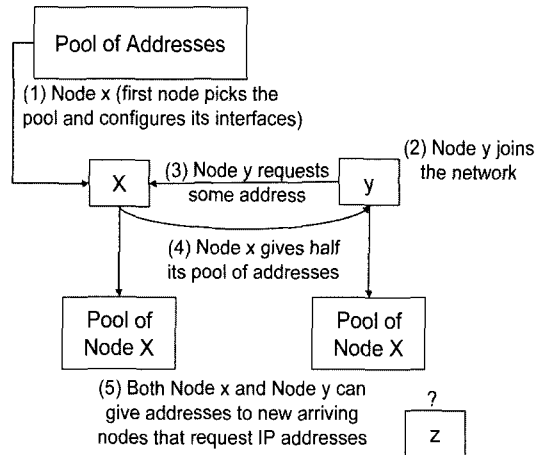
〈그림 1〉 Conflict-detection 주소 할당 방식

토콜인 AODV를 기반으로 제안되었다. 그림 1에 strong DAD의 동작 과정이 나타나 있다. 아직 자신의 주소를 설정하지 않은 노드는 무작위로 주소를 설정한 후, 이 주소의 중복성 여부를 검사하기 위해 AREQ(Address Request) 메시지에 사용하고자 하는 주소를 삽입하여 이웃 노드에게 브로드캐스트한다. AREQ 메시지를 수신한 노드는 자신의 라우팅 테이블을 참조하여, 수신한 메시지 내의 요청된 주소가 이미 망에서 사용되고 있는지를 판단하여, 사용되고 있지 않으면 해당 메시지를 다시 이웃 노드에게 브로드캐스트하거나, 또는 이미 사용되고 있을 경우 요청한 노드에게 역경로를 통해 AREP(Address Reply) 메시지를 유니캐스트 방식으로 전달한다. AREQ 메시지를 전송한 노드가 일정시간 동안 AREP 메시지를 수신하지 않으면 해당 주소를 자신의 인터페이스에 할당한다.

Strong DAD에서는 망에 새로 진입한 노드가 주소를 자동 설정할 때 망의 크기를 예측할 수 없기 때문에 AREP 메시지를 수신 대기하는데 필요한 시간을 예측하기 어려우며, 또한 망의 분할과 병합에 따른 주소 충돌 문제를 해결하지 못한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 Vaidya 등은 weak DAD 방식을 제안했다¹¹⁾. 이 방식에서

각 노드는 주소를 설정하기 이전에 MAC 주소 기반의 키 값을 미리 생성한다. 주소 자동 설정 이후 라우팅 테이블에 <주소, 키> 쌍을 저장하며, 라우팅 제어 메시지를 송신할 때 그 메시지 내에 자신의 키 값을 포함시킨다. 라우팅 제어 메시지를 수신하면 발신 노드의 주소와 키 값을 비교하여, 주소는 같지만 키 값이 다른 경우 주소 충돌임을 감지한다. Weak DAD는 proactive 방식 및 reactive 방식의 라우팅 프로토콜에 모두 적용 가능하다.

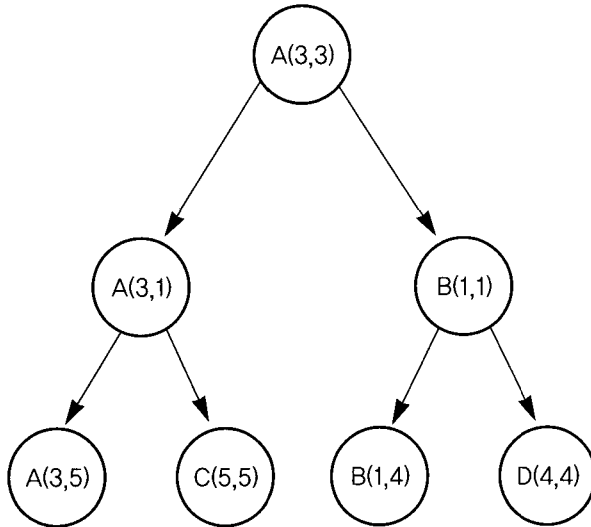
Conflict-free 주소 할당 방식의 대표적인 예로는 binary split 개념 기반의 기법이 있다^[12]. [12]에서는 망의 첫 번째 노드를 리더 노드로 하고, 리더 노드가 망에 새로 진입한 주변 노드에게 주소를 할당해주며 망 내의 모든 주소 공간을 관리한다. 이때, 새로운 노드가 망에 진입해서 특정 제어 메시지를 이용하여 주변의 노드들에게 자신의 주소를 요청하면, 이 메시지를 수신한 리더 노드는 이 메시지를 송신한 노드에게 자신이 가진 주소 공간 중 현재 사용하지 않는 주소 한 개를 할당하고 자신이 관리하고 있는 주소 공간의 절반을 위임한다. 이후 새로운 주소 공간을 할당 받은 노드는 리더 노드와 마찬가지로 주변 노드에게 주소를 할당할 수 있으며, 또한 자신의 주소 공간 일부를 할당할 수 있다 <그림 2>. 이 방식은 망이 분할될 경우 분할된 노드들에게 할당해준 주소 공간을 사용할 수 없게 되는 주소 공간 유출(IP address leak) 문제가 있다. 이 문제를 해결하기 위해서 리더 노드는 주기적으로 망에 제어 메시지를 브로드캐스트하여 자신이 주소 공간을 할당해준 노드가 현재 망에 남아 있는지 여부를 판단하여 만약 노드가 망에 없을 경우 할당된 주소 공간을 다시 회수한다. 또한 이 방식은 망이 병합될 경우 주소 충돌 문제가 생길 수



<그림 2> Conflict-free 주소 할당 방식

있으며, 이를 해결하기 위해 리더 노드는 특정한 ID를 생성하고 유지하며 망이 병합될 경우 노드들 간 메시지 송수신시 망의 ID를 비교하여 그 중 한 개의 ID만을 채택하여 사용하고 나머지 ID를 갖는 모든 노드는 채택된 ID를 가진 노드들에게 새로운 주소를 할당받는다. 이 방식은 주소 충돌을 미연에 방지할 수 있지만 리더 노드가 망을 떠날 경우 치명적인 문제를 야기할 수 있고, 새로운 리더 노드를 선출하기 위해 많은 네트워크 자원을 소모하는 문제가 있다.

대표적인 best-effort 주소 할당 방식으로는 prophet address allocation 기법^[6]이 있으며, 이 방식은 망에 새로 진입한 노드에게 자신의 상태 함수 $f(n)$ 을 이용하여 주소를 할당해준다. 그림 3에서, 각 노드는 주소와 상태 함수 $f(n)$ 정보를 가지고 있다. $f(n)$ 은 $(\text{주소 상태 } 11) \bmod 7$ 이고 할당할 수 있는 주소 공간은 $[1, 6]$ 이다. 노드 A는 MANET의 첫 번째 노드이며, 무작위 숫자 3을 만들어 자신의 주소를 3으로 설정하고 자신의 상태를 3으로 설정한다. 이때 노드 B가 망에 진입하여 노드 A에게 새로운 주소를 요청하면,



1 라운드
 (노드 A의 주소 자동 설정)
 A는 자신의 주소를 3으로 설정
 상태 정보는 3

2 라운드
 (노드 A가 B에게 주소 할당)
 A는 B에게 주소 1을 할당
 A, B의 상태 정보는 1

3 라운드
 (노드 A가 C에게, 노드 B가 D에게 주소 할당)
 A는 C에게 주소 5를 할당
 A, C의 상태 정보는 5
 B는 D에게 주소 4를 할당
 B, D의 상태정보는 4

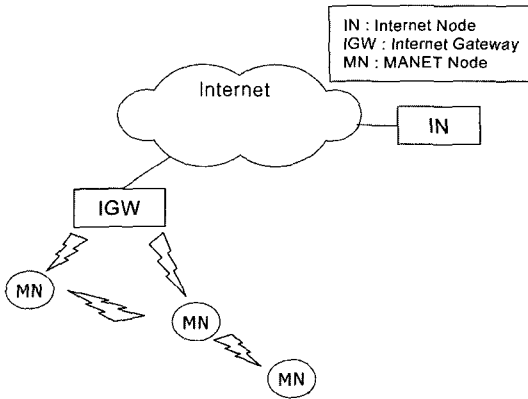
〈그림 3〉 Best-effort 주소 할당 방식

자신의 상태 정보 3을 이용하여 노드 B에게 주소 $1 = (3 \times 3 \times 11) \bmod 7$ 을 할당한다. 이후 노드 A, B의 상태는 1이 된다. 그후 노드 C, D가 망에 진입하여 노드 C는 노드 A에게, 노드 D는 노드 B에게 주소를 요청한다. 노드 A는 노드 D에게 자신의 상태 정보 1을 이용하여 노드 C에게 주소 $5 = (3 \times 1 \times 11) \bmod 7$ 를 할당하고, 노드 B는 자신의 상태 정보 1을 이용하여 노드 D에게 주소 $4 = (1 \times 1 \times 11) \bmod 7$ 를 할당한다. 그러면 노드 A, C의 상태는 5, 노드 B, D의 상태는 4로 바뀐다. 3라운드까지의 주소 할당 과정을 살펴보면 6개의 주소 공간에서 4개의 주소가 충돌 없이 할당되었다. 다음 라운드에서는 주소 공간의 부족으로 주소 충돌이 발생한다. 이 방식에서 가장 중요한 것은 상태 함수 $f(n)$ 을 설계하는 것으로, best-effort 방식은 상태 함수에 의해 성능이 좌우된다는 것과 비록 낮은 확률이지만 주소 충돌이 발생할 수 있다는 문제가 있다.

III. IPv6 기반 MANET 환경에서 인터넷 연결성 지원

1. 인터넷 게이트웨이를 이용한 MANET과 글로벌 인터넷 간의 통신

MANET 노드들 간의 통신뿐만 아니라 MANET 노드와 글로벌 인터넷 노드 간의 통신도 지원되어야 하며, 이를 위해 인터넷 게이트웨이가 사용된다(그림 4). 인터넷 게이트웨이는 MANET 노드의 글로벌 주소 설정을 위한 prefix 정보를 제공해주며, 이와 관련해서 다양한 이슈 및 해결 방안들이 제시되었다. 인터넷 연결성 지원을 위해 인터넷 게이트웨이가 MANET 노드에게 글로벌 주소의 prefix 정보를 광고해주는 방식들 및 이 정보를 이용하여 MANET 노드가 글로벌 주소를 자동 설정하는 과정, MANET 노드가 유지하는 인터넷 게이트웨이로의 경로 정보를 저장하는 방식, 그리고 둘 이상의 인터넷 게이



〈그림 4〉 인터넷 게이트웨이를 이용한 MANET과 글로벌 인터넷의 연결

트웨이로부터 광고 메시지를 수신하여 글로벌 주소를 자동 설정할 경우 MANET 노드가 최적의 인터넷 통신을 위해 인터넷 게이트웨이를 선택하는 방법에 대해서 살펴보면 <그림 4>와 같다.

2. 인터넷 게이트웨이 발견 기법

MANET 노드가 인터넷 게이트웨이를 발견하는 기법은 크게 proactive, reactive, hybrid 기법으로 나눌 수 있다. Proactive 발견 기법^[13]에서는 모든 인터넷 게이트웨이가 주기적으로 자신의 글로벌 주소에 대한 prefix 정보를 망에 브로드캐스트한다. 이 기법은 주기적인 브로드캐스트로 인해 제어 트래픽의 양이 가장 많지만, MANET 노드들이 인터넷 게이트웨이에 대한 정보를 미리 확보할 수 있다는 장점이 있다. Reactive 발견 기법^[13]의 경우, MANET 노드들은 인터넷 게이트웨이 요청(solicitation) 메시지를 IGW_MCAST(Internet Gateway Multicast) 주소로 브로드캐스트하며, 요청 메시지를 수신한 인터넷 게이트웨이는 요청한 MANET 노드에게 인터넷 게이트웨이의 글로벌 주소에 대한

prefix 정보를 유니캐스트 방식으로 전송한다. 이 기법은 필요한 경우에만 인터넷 게이트웨이를 찾기 때문에 제어 트래픽의 양은 적지만 경로 설정에 오랜 시간이 걸리는 문제가 있다. Hybrid 발견 기법^[14]의 경우, 인터넷 게이트웨이의 주기적인 광고 메시지의 전달 범위가 제한되며, 광고 메시지를 수신하지 못한 MANET 노드들은 reactive 발견 기법을 이용해서 인터넷 게이트웨이의 글로벌 주소에 대한 prefix 정보를 수신한다.

MANET 노드의 이동이 빈번한 망에서 reactive 발견 기법을 사용하면 최적의 인터넷 게이트웨이를 신속하게 발견하기 위해서 모든 MANET 노드들이 빈번하게 인터넷 게이트웨이 요청 메시지를 전달하게 되고, 이로 인해 대량의 브로드캐스트 메시지가 생성되게 된다. Proactive 발견 기법에서는 인터넷 게이트웨이를 찾기 위해 인터넷 게이트웨이들만이 브로드캐스트 메시지를 전송하기 때문에, MANET 노드의 이동이 빈번한 망에서는 proactive 발견 기법이 reactive 발견 기법보다 적합하다^{[15][16]}.

3. 글로벌 주소 자동 설정 및 중복 주소 감지

MANET 노드는 인터넷 게이트웨이로부터 광고 메시지를 수신하면, 광고 메시지에 포함된 글로벌 주소에 대한 prefix(64 bits) 정보와 자신의 인터페이스 정보를 이용해서 EUI-64 방식으로 자신의 글로벌 주소를 자동 설정한 후 인터넷 게이트웨이 목록과 인터넷 게이트웨이 prefix 목록을 유지한다. 그러나 이렇게 설정된 글로벌 주소 역시 망이 병합하는 과정에서 충돌될 수 있으며, 따라서 중복 주소를 감지하고 해결하는 방안이 필요하다^[13].

4. 인터넷 게이트웨이에 대한 경로 설정 방식

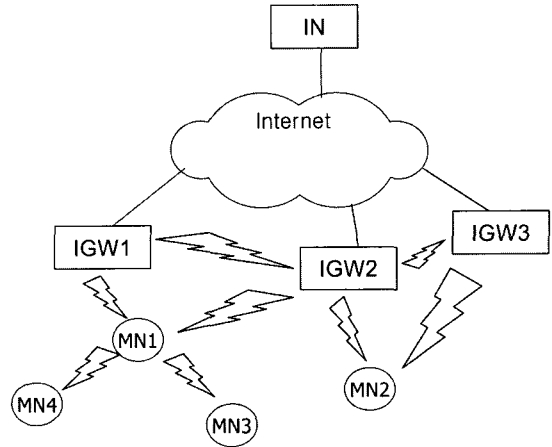
인터넷 게이트웨이에 대한 경로 설정 방식으로, [13]에서는 MANET 노드가 인터넷 경로에 대한 디폴트 경로로 인터넷 게이트웨이의 글로벌 주소를 설정하고, 호스트 경로로서 인터넷 게이트웨이에 대한 다음 홉 주소를 설정한다.

[17]에서는 인터넷 게이트웨이에 대한 경로로서 인터넷 게이트웨이로의 상향(upstream) 이웃 노드의 ID와 인터넷 게이트웨이로의 홉 수를 저장한다. 이 방식에서는 proactive 발견 기법을 사용해서 인터넷 게이트웨이를 광고하며, 인터넷 게이트웨이는 링크 로컬 주소를 이용하여 인터넷 게이트웨이 광고 메시지를 자신의 1 홉 범위의 이웃에게 브로드캐스트한다. 이를 처음 수신한 MANET 노드는 인터넷 게이트웨이에 대한 ID와 홉 수(1)를 저장하고, 수신한 광고 메시지의 ID를 자신의 ID로 교체한 후 홉 수를 1 증가시켜 이웃 노드들에게 브로드캐스트한다. 이 광고 메시지를 수신한 MANET 노드는 위의 과정을 반복한다. 결국 MANET 노드들은 인터넷 게이트웨이에 대한 경로로서 상향 이웃 노드의 ID와 인터넷 게이트웨이로의 홉 수를 저장한다.

5. 다중 인터넷 게이트웨이 환경

그림 5와 같은 환경에서는 MANET 노드 MN1이 인터넷 게이트웨이 IGW1, IGW2와 연결될 수 있고, 이들 인터넷 게이트웨이로부터 광고 메시지를 수신해서 두 개의 글로벌 주소를 자동 설정할 수 있다.

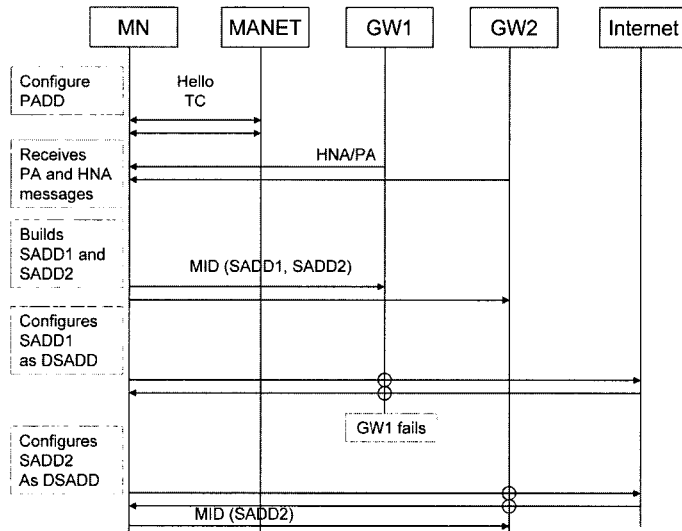
[17]에서는 둘 이상의 인터넷 게이트웨이로부터 광고 메시지를 수신하여 글로벌 주소를 자동



〈그림 5〉 둘 이상의 인터넷 게이트웨이를 통해 글로벌 인터넷과 연결된 MANET

설정하고, 인터넷 게이트웨이로의 홉 메트릭을 비교하여 이중 한 개의 인터넷 게이트웨이를 선택하여 인터넷과 통신하는 방식을 제시했다. 인터넷 게이트웨이에 대한 상향 노드로부터 광고 메시지를 수신한 MANET 노드는 자신의 글로벌 주소를 자동 설정한다. 이후 새로운 인터넷 게이트웨이로부터 광고 메시지를 수신하면, 일단 해당 광고 메시지를 이용하여 자신의 글로벌 주소를 설정한 후 기존에 존재하는 인터넷 게이트웨이로의 홉 수와 새로운 게이트웨이로의 홉 수를 비교하여 홉 수가 작은 인터넷 게이트웨이를 선택해서 인터넷과 통신한다.

[18]에서는 proactive 라우팅 프로토콜인 OLSR(Optimized Link State Routing Protocol)에서 MANET 노드가 인터넷 게이트웨이로부터 광고 메시지를 수신하여 글로벌 주소를 자동 설정하고 인터넷 게이트웨이를 통하여 인터넷과 통신할 때 생기는 문제점을 제기했으며, 그에 대한 해결 방안을 제시했다. 인터넷 게이트웨이는 MANET 노드이면서 이동성으로 인해 언제든지 자유롭게 MANET 망을 떠날 수 있다. 인



〈그림 6〉 인터넷 게이트웨이에 문제 발생시 다른 게이트웨이로의 신속한 전환

터넷 게이트웨이가 MANET 망을 떠날 경우 해당 게이트웨이를 이용해서 외부 인터넷과 통신하고 있던 MANET 노드는 새로운 게이트웨이에 대한 정보를 획득한 후 글로벌 주소를 다시 설정해야 하며, 이 시간 동안 외부 인터넷과의 통신이 두절된다. 또한 MANET 노드의 빈번한 이동으로 인해 토폴로지가 변해서 토폴로지가 바뀌기 이전에 선택한 인터넷 게이트웨이보다 주변에 가까운 인터넷 게이트웨이가 존재할 수도 있다. 그림 6에서 MANET 노드는 망에 진입하는 순간 자신의 MANET 로컬 주소 PADD (Primary Address)를 자동 설정하고 OLSR 라우팅을 수행한다. 이후 인터넷 게이트웨이로부터 PA(Prefix Advertisement) 메시지를 수신하면, PA 메시지에 포함된 prefix를 이용하여 인터넷 통신에 사용할 출발지 주소 DSADD(Designated Secondary Address)가 될 수 있는 후보 주소 SADD(Secondary Address)를 자동 설정한다. 여기서서는 두 개의 SADD를 자동 설정하며, 이들 중 홉 메트릭이 작은 GW1로부터 수신한 PA를

이용해 자동 설정한 SADD1을 DSADD로 설정하고, GW1을 통해 인터넷 통신을 수행한다. 그러나 GW1에 문제가 생기게 되면 라우팅 제어 메시지를 이용해서 신속하게 GW2로 전환한다.

IV. IETF AUTOCONF 워킹그룹의 표준화 동향

IPv6 기반 MANET 환경에서 주소 자동 설정 및 인터넷 연결성 지원에 대한 표준화는 처음에 IETF MANET 워킹그룹 내에서 진행되었으나 MANET 워킹그룹에서의 주요 이슈가 MANET에서의 라우팅에 대한 것이었기 때문에, 2005년 11월에 열린 제 64차 IETF 회의에서 AUTOCONF 워킹그룹⁷⁾을 형성하여 MANET 주소 자동 설정 및 인터넷 연결성 지원에 대한 표준화를 진행하고 있다.

AUTOCONF 워킹그룹의 주 목표는 MANET 노드들에게 주소 충돌이 발생하지 않는 유일한 로컬 및 글로벌 주소를 할당하는 것이

다. 주소가 설정된 후 노드들은 MANET 라우팅 프로토콜을 사용해서 멀티 홉 통신을 할 수 있으며, 주소 설정 과정은 특정 MANET 라우팅 프로토콜에 종속되지 않아야 한다. 이러한 주 목표를 만족시키기 위해서 AUTOCONF 워킹그룹은 다음의 항목들을 중심으로 표준화를 진행하고 있다.

▷ MANET 구조

- IP 망이나 인터넷과 연결된 MANET의 구조 정의

▷ 용어 및 문제점 정의

- AUTOCONF를 위한 문제점들과 목표 정의

▷ IPv6 주소 자동 설정 기법

- MANET 내의 통신을 위한 유일한 로컬 주소, 또는 인터넷 연결이 가능한 환경에서 유일한 글로벌 주소를 설정하기 위한 기법 정의

▷ MANET 병합시 IPv6 주소의 충돌 감지 및 해결

- 유일한 주소를 가진 이동 노드들로 구성된 MANET이 다른 MANET과 병합될 경우 발생할 수 있는 충돌의 감지 및 해결 기법 정의

현재 AUTOCONF 워킹그룹과 관련해서 총 15개의 유효 개인 드래프트가 제출되어 있으며, 이들에 대해서 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

지난 수년간 다양한 종류의 주소 자동 설정 기법들이 제안되어 왔으며, AUTOCONF 워킹그룹에서는 주소 자동 설정을 위한 일반적인 프레임워크를 정의하고 있다^[19]. [19]에서는 MANET 구조와 관련된 개념 및 용어, MANET과 인터넷과의 연관성, 그리고 MANET에서 인터넷 프로토콜을 개발하는데 있어서 영향을 줄 수 있는 여러 가지 특성들(즉, MANET 노드, 무선 인터페이스, 멀티홉 무선망의 특성들 등)에 대해서 정의하고 있다.

하나의 게이트웨이만을 이용하여 인터넷 연결성을 지원하는 MANET의 경우 MANET 노드들에 의한 글로벌 주소 설정 과정은 비교적 단순하다. 그러나 여러 개의 인터넷 게이트웨이를 이용할 수 있는 MANET에서는 어떤 게이트웨이의 prefix를 이용해서 주소를 설정할지를 결정해야 한다. AUTOCONF 워킹그룹에서는 다중 인터넷 게이트웨이를 갖는 MANET에서 글로벌 주소를 어떻게 설정할 것인지에 대한 논의들^{[18][20]}이 진행되고 있다.

다중 인터넷 게이트웨이를 사용하는 MANET에서의 주요 이슈들은 다음과 같으며, 이에 대한 논의도 향후 활발히 이루어질 것으로 예상된다.

- ▷ 인터넷 게이트웨이들이 동일한 prefix를 광고할 것인지 또는 서로 다른 prefix를 광고할 것인지에 대한 이슈
- ▷ 인터넷 연결성 지원을 위한 게이트웨이 변경시 기존 세션 유지 방안
- ▷ 인터넷 게이트웨이들이 서로 다른 prefix를 광고할 경우 게이트웨이 선택 방법
 - 항상 디폴트 게이트웨이에서 보내는 prefix만을 선택
 - 메트릭이 가장 좋은 게이트웨이에서 보내는 prefix를 선택 (게이트웨이 변경 가능)

V. 결론

MANET은 초기에 군사 목적으로 연구가 시작되었으며 향후 다양한 응용 분야에 적용될 것으로 예상된다. 예를 들어, 홈 네트워크 시스템을 구축할 때 모든 가전기기에 무선 인터페이스를 장착하여 멀티홉으로 홈 네트워크의 중앙 제어 시스템에 이들 가전기기를 연결함으로써 MANET을 구축함으로써 사용자가 편리하게 가전기기를 제어할 수 있게 할 수도 있다. 그러나 MANET 기술이 실생활에 적용되기 위해서는 라우팅 프로토콜뿐만 아니라 무선 접속 기술부터 응용 계층 기술에 이르기까지 많은 분야에 대한 연구가 요구된다. 최근 stand-alone 형태의 MANET 구조와 더불어 글로벌 인터넷과 같은 기존 네트워크와의 연동을 고려하는 MANET 구조, 그리고 시간에 따라 stand-alone 형태의 구조를 가지면서 가끔씩 인터넷에 접근할 수 있는 하이브리드(hybrid) 구조의 MANET을 지원할 수 있는 프로토콜들에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다¹¹. 본 고에서는 IPv6 기반의 MANET 환경에서 MANET 로컬 주소를 자동 설정하는 방법과 이에 따른 주소 충돌 문제를 해결하는 방안에 대해서 살펴보았으며, 인터넷 연결성을 지원하기 위해 인터넷 게이트웨이 및 MANET 노드에서의 동작 방식에 대해서 살펴보았다. 또한 MANET 주소 자동 설정 및 인터넷 연결성 지원과 관련한 표준화를 진행하고 있는 IETF AUTOCON 워킹그룹의 표준화 동향에 대해서도 살펴보았다.

참고문헌

- [1] C. Bernardos and M. Calderon, "Survey of IP Address Autoconfiguration Mechanisms for MANETs", Internet Draft, draft-bernardos-manet-autoconf-survey-00, July 2005.
- [2] C. Perkins, E. Belding-Royer and S. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector(AODV) Routing", IETF RFC 3561, July 2003.
- [3] D. Johnson, D. Maltz and Yih-Chun Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks(DSR)", Internet Draft, draft-ietf-manet-dsr-10, July 2004.
- [4] T. Clausen and P. Jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol(OLSR)", IETF RFC 3626, Oct. 2003.
- [5] R. Ogier, F. Templin and M. Lewis, "Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding (TBRPF)", IETF RFC 3684, Feb. 2004.
- [6] I. Chakeres and C. Perkins, "Dynamic MANET On-demand(DYMO) Routing", Internet Draft, draft-ietf-manet-dymo-05, June 2006.
- [7] <http://www.ietf.org/html.charters/autoconf-charter.html>
- [8] Z. Hongbo, Ni. Lionel M and W. Mutka Matt, "Prophet Address Allocation for Large Scale MANETs", IEEE INFOCOM, 2003.
- [9] S. Thosom and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", IETF RFC 2462, Dec. 1998.
- [10] C. Perkins, R. Wakikawa, J. Malinen, E. Belding-Royer and Y. Suan "IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks", Internet Draft, draft-ietf-manet-autoconf-01, Nov. 2001.
- [11] N. Vaidya, et. al., "Weak Duplicate Address Detection in Mobile Ad Hoc Networks", MOBIHOC 2002, Jan. 2002.
- [12] M. Mohsin and R. Prakash, "IP Address Assignment in a Mobile Ad Hoc Network", MILCOM, 2002.
- [13] R. Wakikawa, J. Malinen, C. Perkins, A. Nilson and A. Tuominen, "Global Connectivity for IPv6 Mobile Ad Hoc Networks", Internet Draft, draft-wakikawa-manet-globalv6-05, March 2006.

[1] C. Bernardos and M. Calderon, "Survey of IP Address Autoconfiguration Mechanisms for MANETs",

- [14] P. Ratanchandani and R. Kravets, "A Hybrid Approach to Internet Connectivity for Mobile Ad Hoc Networks", Proc. IEEE WCNC, 2003.
- [15] M. Ghassemian, et, al., "Performance Analysis of Internet Gateway Discovery Protocols in Ad Hoc Networks," Proc. IEEE WCNC, 2004.
- [16] P. M. Ruiz and A. Gomez-Skarmeta, "Adaptive Gateway Discovery Mechanisms to Enhance Internet Connectivity for Mobile Ad Hoc Networks," Ad Hoc and Sensor Wireless Networks, Vol. 1, No. 1, March 2005.
- [17] C. Jelger, T. Noel and A. Frey, "Gateway and Address Autoconfiguration for IPv6 Ad Hoc Networks", Internet Draft, draft-jelger-manet-gateway-autoconf-v6-02.txt, April 2004.
- [18] S. Ruffino and P. Stupar, "Automatic Configuration of IPv6 Addresses for MANET with Multiple Gateways(AMG)", Internet Draft, draft-ruffino-manet-autoconf-multigw-03, June 2006.
- [19] I. Chakeres, J. Macker and T. Clausen, "Mobile Ad Hoc Network Architecture", Internet Draft, draft-chakeres-manet-arch-00, July 2006.
- [20] K. Mase and Y. Owada, "Gateway Aggregation Protocol(GAP) for Mobile Ad Hoc Networks", Internet Draft, draft-mase-autoconf-gap-00, May 2006.

저자소개



안상현

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1988년 서울대학교 컴퓨터공학과(석사)
 1993년 미네소타대학교 컴퓨터학과(박사)
 1988년-1989년 데이콤(주) 연구원
 1994년-1998년 세종대학교 컴퓨터학과 조교수
 1998년-현 재 서울시립대학교 컴퓨터과학부 부교수
 주관심분야 인터넷, MANET, 센서 네트워크, 라우팅
 프로토콜 등



이영주

2004년 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 학사
 2004년-현 재 서울시립대학교 컴퓨터통계학과
 석사과정
 주관심분야 MANET 라우팅 프로토콜, 무선 센서 네
 트워크



김영민

1999년 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 학사
 2001년 서울시립대학교 컴퓨터통계학과 석사
 2002년-현 재 서울시립대학교 컴퓨터통계학과
 박사과정
 주관심분야 MANET 라우팅 프로토콜, 무선 센서 네
 트워크