

## MANET 환경에서의 도메인 네임 시스템

윤형기<sup>0</sup> 안상현

서울시립대학교 컴퓨터통계학과  
{harris<sup>0</sup>, ahn}@venus.uos.ac.kr

### Domain Name System in a MANET Environment

Hyung-gi Yun Sang-hyun Ahn

Dept. of Computer Science & Statistics, University of Seoul

#### 요 약

애드 혹 네트워크는 기지국과 같은 통신 인프라가 없는 환경에서 이동 노드들 간에 통신이 가능한 망을 말한다. 최근 애드 혹 네트워크의 데이터 전송에 관한 연구가 활발히 이루어지면서 다양한 영역에 대한 연구들이 제안되고 있다. 그중 네임 서비스는 서비스를 이용하는 사용자가 IP 주소를 기억하기 어려움으로 인해 제안되었고 유선망에서는 DNS를 통해 네임 서비스를 제공하고 있다. 하지만, 애드 혹 네트워크에서는 노드들이 이동하고 임의로 만들어지는 특성으로 인해서 유선망과 같은 DNS 서버를 통해서 네임 서비스를 제공하기 어렵다. 본 논문은 애드 혹 네트워크의 특성을 고려한 명시적인 MDNS(MANET Domain Name System) 서버를 이용하는 방법을 도입함으로써 애드 혹 네트워크에서 효율적인 네임 서비스를 제안하고자 한다.

#### 1. 서 론

애드 혹 네트워크는 이동성을 가진 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크로서 기지국과 같은 기반 망 없이 데이터 통신을 가능하게 해주는 망이다. 지금까지의 연구는 주로 경로 설정 방법에 대해 이루어졌으며, 실제 사용자가 무선 이동통신 망을 이용하여 전자 메일, 웹 브라우징, 파일 전송과 같은 서비스를 제공하고 그 서비스를 이용하기 위해서는 이용하려는 사람이 해당 서버의 IP 주소를 대신하여 기억하기 쉽고 의미 있는 도메인 네임으로 노드의 식별이 가능하도록 네임 서비스가 필요하다.

네임 서비스는 네임과 IP 주소와의 바인딩 테이블을 네임 서버의 데이터베이스에 저장하고 리졸버의 요청에 따라 해당 네임을 IP 주소로 변환해주는 역할을 수행한다. 네임 서비스를 위하여 유선 환경에서는 DNS(Domain Name Service)가 사용되고 있다. 반면 애드 혹 네트워크는 임시로 형성될 수 있는 망이므로 유선 환경과 같은 고정된 DNS 서버를 사용하기에는 부적합하다. 뿐만 아니라 노드의 이동성으로 인하여 망의 분할 및 병합이 수시로 일어날 수 있는 환경이기 때문에 애드 혹 네트워크 환경에 맞는 네임 서비스 시스템이 요구된다.

본 논문에서는 애드 혹 네트워크의 특성을 고려하면서 네임 서비스의 특성에 맞고 네임 할당 및 관리 부분에 있어서 효율적인 명시적인 네임 서버를 도입하여 네임 서비스를 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 앞서 얘기한 관련 연구들을 살펴보고, 3장에서는 네임서비스의 특성을 분석하여보며, 4장에서는 제안한 방법의 네임서비스의 동작 방법을 기술하며, 5장에서는 모의실험을 통해서 성능을 평가하고, 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

#### 2. 관련 연구

##### 2.1 ANARCH(Autonomous Name Resolution Scheme) [1]

ANARCH는 각 노드에서 네임을 자동으로 생성하고 ANNAI List에 다른 노드들의 네임 정보를 저장한다. ANARCH의 네임 정보 교환은 Core-region(1-hop) 과 X-region (multi-hop)으로 구분하여 실행한다. 이를 위해 각 노드는 Name Management 모듈과 Name Conservation 모듈을 실행한다. Name

Management 모듈은 해당 노드에 대한 네임을 자동으로 부여해주고 제어 메시지인 Hello 메시지와 LIST REQUEST, LIST REPLY를 사용해서 자신의 이웃과 멀티 홉 노드들에 대한 네임 정보를 교환한다. Name Conservation 모듈에서는 사용자 프로그램이 네임을 사용할 수 있도록 하는 역할을 담당한다.

ANARCH는 Hello 메시지를 통해 주기적으로 이웃간의 네임 정보를 교환하는 오버헤드가 있다. 뿐만 아니라 멀티 홉 노드들은 LIST REQUEST를 보내고 LIST REPLY를 받아오는 과정에서 많은 양의 네트워크 트래픽을 유발한다.

##### 2.2 ANS (Ad Hoc Name Service System) [2]

ANS는 MAODV를 기반으로 하여 각각의 노드에서 EUI-64 방식으로 네임을 생성하고 생성된 네임으로 이루어진 RR(Resource Record)을 각 노드의 존 테이블에 관리한다. 각 노드는 mnr-sender, mnr-responder 데몬을 실행하며, mnr-api가 사용자 프로그램과의 인터페이스 역할을 담당하여 mnr-sender를 호출함으로써 멀티캐스트 그룹에 대해 네임 질의를 한다. 멀티캐스트 그룹에 참여하는 노드들은 질의를 받고 해당 네임이 자신의 zone table에 있으면 mnr-responder를 통해 질의에 대한 응답을 한다.

ANS는 EUI-64 방식으로 네임을 자동 생성하기 때문에 네임 중복생성의 가능성을 낮춰주지만 사용자가 자동으로 생성된 네임을 기억하기 어렵다는 단점이 있다. 또한 네임 질의를 그룹 내 모든 구성원에게 멀티캐스트를 하는 오버헤드가 있으며, 네임 충돌이 생겼을 경우 이를 해결하기 위해 DUR (Dynamic Update Request) 과정을 따로 수행해야 한다.

##### 2.3 Name resolution in on-demand MANET [3]

Name resolution in on-demand MANET에서는 reactive 라우팅 프로토콜의 제어 패킷을 이용하여 네임 서비스를 한다. NREQ, NREP 메시지를 사용하고 reactive 라우팅 프로토콜중 하나인 AODV의 제어 패킷인 RREQ와 RREP에 네임 정보 획득을 위해 NREQ, NREP 메시지를 피기백 한다. 즉, 라우팅과 네임 서비스를 동시에 수행한다. 그러나 기존의 reactive 라우팅 프로토콜을 수정해야 하고 라우팅 패킷의 크기가 증가하며 또한 네임 충돌이 발생할 경우의 해결 방안이 필요하다.

3. MANET 환경에서의 네임 서비스

3.1 라우팅 테이블과 네임 - IP 주소간 바인딩의 비교

라우팅 프로토콜은 데이터 전송을 위해 목적지로의 다음 홉 정보를 라우팅 테이블에 저장하는 기능을 수행한다. 애드 혹 네트워크의 라우팅 프로토콜은 라우팅 정보의 유지 방법에 따라서 proactive와 reactive 방식으로 구분된다. 라우팅 프로토콜은 노드가 이동을 하여 수시로 변경이 되더라도 목적지 노드로 가기 위한 경로 정보를 찾고 데이터가 올바르게 전송되도록 하는데 그 목적이 있다. 즉, 애드 혹 네트워크에서는 목적지 노드로 가는 다음 홉 정보가 수시로 변하게 된다. 그러나 노드의 네임과 IP 주소의 바인딩 정보는 단말 노드의 이동에 영향을 받지 않는다. 따라서 네임과 IP주소간의 바인딩 정보를 관리하는 것은 애드 혹 네트워크에서의 라우팅 정보 관리와는 근본적인 차이가 있다.

3.2 네임 서버의 위치에 따른 효과의 비교

관련 연구에서 살펴본 세 가지 네임 서비스 기법은 네임 서버의 기능을 각 노드로 분산하는 방법들이다. 네임 서버의 기능이 각 노드에 분산되어 있을 경우의 장점은 네임 서버의 움직임에 대해 효율적으로 대처할 수 있다는 것이다. 즉, 각 노드는 네임 서비스를 위하여 네임 서버를 찾는 오버헤드를 줄일 수 있다. 그러나 네임의 생성 및 관리가 복잡하고, 네임 할당 및 충돌 문제를 해결하는데 따른 오버헤드가 많으며 네임 정보 획득을 위해서 브로드캐스트를 해야 하는 단점이 있다.

그러나 MANET 내부에 명시적인 네임 서버를 둔다면 위에서 언급한 분산된 네임 서버의 단점인 네임의 생성 및 관리, 할당 및 충돌에 따른 문제를 명시적인 네임 서버를 통하여 효과적으로 해결할 수 있다. 뿐만 아니라 네임 정보를 획득함에 있어 각 노드와 네임 서버 간에 유니캐스트를 통해 네임 서비스가 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이 경우에는 네임서버가 이동하더라도 네임 서버에 대한 연결을 보장해 주어야 하며 모든 노드가 네임 서버를 참조할 수 있어야 한다. 다음 장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 명시적인 MDNS (MANET Domain Name System) 서버를 MANET 내부에 두고 이를 모든 노드가 연결할 수 있도록 하는 네임 서비스에 대해서 살펴본다.

4. 명시적인 MDNS 서버를 도입한 네임 서비스

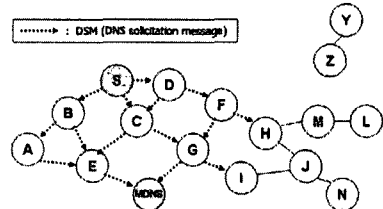
4.1 MDNS 서버의 선출 및 MDNS 서버의 IP 주소 탐색

MDNS는 MANET 내부에 명시적인 MDNS 서버를 두는 네임서비스이다. 따라서 MDNS 서버의 IP 주소를 모르는 노드는 MDNS 서버 탐색 과정을 통해 MDNS 서버의 IP 주소를 알고 있어야 한다.

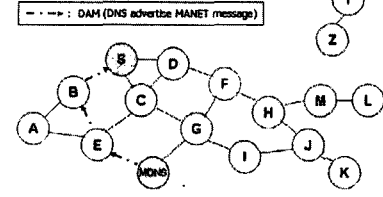
서버 탐색 과정은 제어 메시지인 DSM(DNS server Solicitation Message)과 DAM(DNS server Advertise MANET Message)의 교환을 통해서 이루어진다. MDNS 서버의 IP 주소를 알고자 하는 노드는 DSM을 플러딩하여 MDNS 서버의 IP 주소를 요청하고 MDNS 서버의 DAM을 받음으로서 MDNS 서버의 IP 주소를 획득한다. 만일 DSM을 보낸 노드가 MDNS 서버로부터 지정된 시간동안 응답을 받지 못할 경우 현재 MANET망에 MDNS 서버가 없는 것으로 간주하여 자신을 MDNS 서버로 설정하고 DAM을 플러딩한다.

하나의 MANET망에 두개 이상의 MDNS 서버가 존재하는 것을 막기 위해 MDNS 서버는 주기적으로 자신의 IP 주소를 담은 DAM을 플러딩한다.

그림 1~3은 MDNS 서버의 IP 주소 획득과 새로운 MDNS 서버의 선출 과정을 보여준다.



(a) DSM을 통한 MDNS 서버의 IP 주소 요청



(b) DAM을 통한 MDNS 서버의 IP 주소 획득

그림 1. MDNS 서버 주소의 탐색 과정

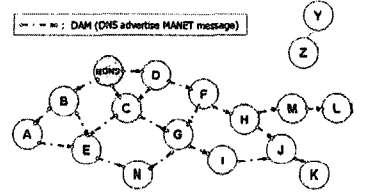


그림 2. 새로운 서버 선출 후 DAM 플러딩

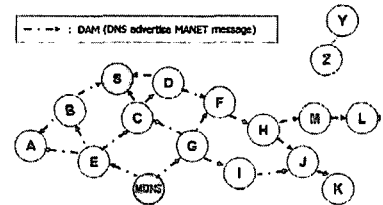


그림 3. MDNS 서버의 주기적인 플러딩

4.2 네임 등록 및 네임 정보의 획득

네임을 사용하려는 노드는 제어 메시지인 DRM(DNS Register Message)을 통하여 MDNS 서버에 자신이 원하는 네임을 등록한다. MDNS 서버는 새로 등록하는 네임이 이전에 등록된 네임과 중복되는지 여부를 감지할 수 있고 이를 통해 네임 충돌을 회피할 수 있다. 등록 과정을 마친 네임은 MDNS 서버의 DNT(DNS Name Table)에 저장되고 이를 이용하려는 노드의 요청이 왔을 때 DNT의 정보를 해당 노드에게 보내주어 네임 정보 교환이 가능하다.

네임 정보를 이용하려는 노드는 자신의 LNT(Local Name Table)에 저장되어 있는 네임을 탐색한 후 자신의 LNT에 원하는 네임에 대한 정보가 없을 경우 MDNS 서버와 DNQ(DNS Name Query), DNR(DNS Name Response)을 교환함으로써 네임 정보를 획득할 수 있다. DNQ를 받은 MDNS 서버는 자신의 DNT 정보를 DNR을 통해 네임 정보를 요청한 노드에게 전송한다. MDNS는 명시적인 MDNS 서버를 사용하기 때문에 DNQ와 DNR을 교환할 때 브로드캐스트의 과정 없이 유니캐스트로써 네임 정보 교환이 가능하다. DNR을 받은 노드는 해당 네임정보를 얻은 후 자신의 LNT 정보를 갱신하며 갱신된 LNT를 통해 네임 정보를 참조할 수 있다.

그림 4~5는 노드들이 MDNS 서버에 등록된 네임 정보를 획득

특하는 과정을 보여준다.

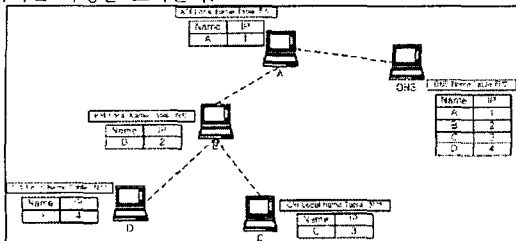


그림 4. 각 노드의 네임 정보가 MDNS 서버에 등록된 상태

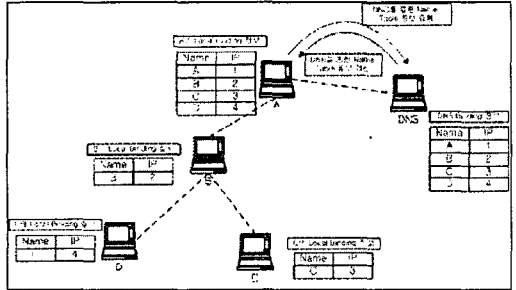


그림 5. DNQ와 DNR를 이용한 노드 A의 네임 정보 획득 과정

### 4.3 네임 변경 및 해지

MDNS 서버에 자신의 네임을 등록한 노드가 네임을 변경하기를 원하거나 MANET 망을 떠나고자 하는 노드가 있을 경우 MDNS의 DNT 정보를 변경해야 한다. 만약 변경되었거나 MANET을 떠난 노드의 네임이 MDNS 서버의 DNT에 존재하면 그 네임을 참조하는 노드들은 잘못된 네임 정보로 인해 데이터 전송을 실패할 수 있고, 새로 망에 들어오는 노드들은 DNT에 남아있는 잘못된 네임으로 인해 그 네임을 할당받을 수 없게 된다. 이를 위해 MDNS에서는 제어 메시지인 NCM(Name Change Message)과 NRM(Name Release Message)을 사용해서 네임의 변경 및 해지를 할 수 있다.

링크 오류 등의 원인으로 인해 명시적으로 노드가 망을 탈퇴하지 못하는 경우 다른 노드들은 MDNS 서버로부터 잘못된 네임 정보를 획득하게 된다. 잘못된 네임 정보로 인해 네임에 대한 연결이 안 될 경우 노드는 MDNS 서버에게 NERR(Name Error Message)을 보내서 해당 네임 정보가 잘못되었음을 알린다. NERR을 받은 MDNS 서버는 DNT에 해당 네임이 연결이 안 됨을 표기하고 지정된 횟수 이상의 NERR을 받을 경우 해당 네임에 대한 정보를 DNT에서 삭제한다.

### 4.4 MANET 병합 및 분할

MANET이 분할되어서 노드가 MDNS 서버로부터 응답을 받지 못하게 되면 새로운 MDNS 서버를 선출한다. 선출 과정은 4.1에서 명시한 순서로 이루어진다.

MANET 병합은 주기적인 DAM을 통하여 알 수 있다. 즉, MDNS 서버는 자신이 보내지 않은 DAM을 받을 경우에 MANET의 병합이 이루어졌거나 MANET 내부에 하나 이상의 MDNS 서버가 있음을 알게 된다. 이때 DAM을 받은 MDNS 서버는 받은 메시지의 송신측 주소와 자신의 IP 주소를 가지고 우선순위를 결정해서 우선순위가 높을 경우 자신의 DAM을 불러들여 다른 MDNS 서버로 하여금 MDNS 서버의 역할을 멈추게 한다. 낮은 우선순위의 MDNS 서버는 DRM을 통해 자신의 DNT를 우선순위가 높은 MDNS 서버에게 전달하고 더 이상 MDNS 서버의 역할을 수행하지 않는다.

### 5. 성능 평가 및 결론

MANET 환경에서의 도메인 네임 시스템을 실험하기 위해 NSv2 시뮬레이터를 사용하였다. 실험 환경은 1500m X 1500m 크기의 공간을 사용하였고, 각 노드의 전송 반경은 250m, 채널 용량은 2Mbps, 노드의 수는 5개 10개, 15개, 20개, 25개, 30개로 들어가면서 무작위로 배치하였다. 각 노드는 임의의 방향으로의 이동성을 갖고 있으며 이동 속도는 10m/s로 하였다. 실험은 각 노드에 분산된 네임 서버를 이용한 네임 서비스와 명시적인 MDNS 서버가 있는 경우의 네임 서비스 환경에서 임의의 한 노드에서 다른 임의의 노드에 대한 네임 정보를 탐색하는데 걸리는 응답시간과 제어 패킷의 변화를 측정하였다. 실험은 각각의 경우에 대하여 10회씩 실시하여 평균값을 조사하였다.

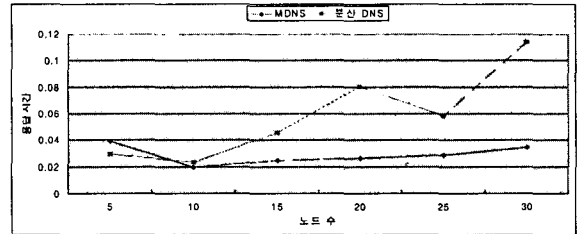


그림 6. 분산된 네임 서버와 명시된 MDNS 서버를 이용한 네임 서비스에서의 네임 정보 응답 시간

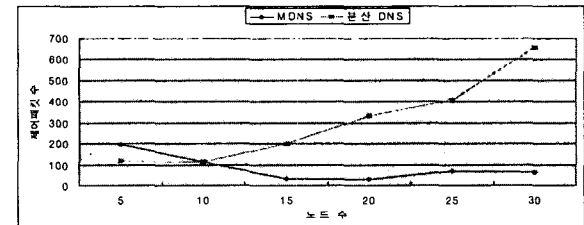


그림 7. 분산된 네임 서버와 명시된 MDNS 서버를 이용한 네임 서비스에서의 제어 패킷의 변화

그림 6과 7에서 노드의 개수가 많아짐에 따라 분산된 네임 서버를 이용한 네임 시스템은 명시된 MDNS 서버를 이용한 네임 시스템에 비해 네임 정보의 응답시간과 제어패킷의 양이 더 커짐을 알 수가 있다. 명시된 MDNS 서버를 이용할 경우 MDNS 서버 탐색 과정에서만 브로드캐스트가 수행되고, 네임정보 탐색 과정에서는 유니캐스트만을 사용하기 때문에 더 좋은 결과가 나오는 것으로 볼 수 있다.

본 논문은 분산된 네임 서버 환경과 명시적인 MDNS 서버 환경을 가정한 시뮬레이션으로 성능을 비교하여 보았으나 네임 서비스를 위한 프로토타입을 구현하여 테스트 해보는 것이 향후 과제로 남아있다.

### 참고문헌

[1] Aoki, M., Saito, M., Aida, H., Tokuda, H., "ANARCH: a name resolution scheme for mobile ad hoc networks", Advanced Information Networking and Applications, 2003. AINA 2003. 17th International Conference on, 27-29 March 2003.

[2] Jaehoon Jeong, Jungsoo Park, Hyungjun Kim, "Name service in IPv6 mobile ad-hoc network connected to the internet" Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2003. PIMRC 2003. 14th IEEE Proceedings on, Volume: 2, Sept. 7-10, 2003.

[3] Engelstad, P., Van Thanh, D., Jonvik, T.E., "Name resolution in mobile ad-hoc networks", Telecommunications, 2003. ICT 2003. 10th International Conference on, Volume: 1, 23 Feb.-1 March 2003.