

Large-scale MANET에서의 동적 주소 할당에 관한 연구

현정조^o 황진옥 민성기
고려대학교 컴퓨터학과 고속통신 연구실
{laitto^o, withmind, sgmin}@korea.ac.kr

A Study on Dynamic Address Autoconfiguration for Large-scale MANET

Jungjo Hyun^o Jinok Hwang, Sunggi Min
High-speed Communications Lab. Dept of Computer Science & Engineering, Korea University

요 약

Mobile Ad hoc Network (MANET)는 자율적으로 작동할 수 있는 멀티 홉 무선 네트워크로서 토폴로지 변화가 자주 일어나며 예측할 수 없는 특성을 갖는다. 특히 scale이 큰 MANET 환경에서는 더욱더 예측할 수 없는 특성을 갖게 된다. 최근 MANET에서의 라우팅을 하기 위한 주소 할당에 관심이 모아지고 있는 상황에서 각 노드는 DHCP 같은 서버의 역할 없이 주소를 할당할 수 있는 기능을 가져야 하며, 이동 단말들이 모두 IP stack을 지원하는 것을 감안해서 IP 주소를 사용해야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 scale이 큰 MANET 환경에서 동적으로 IP 주소를 할당하는 방법을 제안한다.

1. 서 론

Mobile Ad Hoc Network (MANET)는 고정된 기간망 (infrastructure)과의 연결 없이 자율적으로 작동할 수 있는 멀티 홉 무선 네트워크로서, 동일한 무선 이동 단말들로 구성된다. 이동 단말들은 자신이 하나의 노드이자 라우터의 기능을 가진다. MANET에 구성된 노드는 자신의 통신 범위 내에 있는 노드들과는 직접적으로 통신하게 되고, 통신 범위 밖에 있는 노드들과는 자신과 인접한 또 다른 노드들을 통해서 멀티 홉 경로로 통신할 수 있게 된다. 이러한 멀티 홉 경로는 네트워크의 토폴로지와 함께 변할 수 있고 사용하는 routing 프로토콜 [1] (예, AODV, OLSRP, ZRP, 기타 등등)에 따라 결정될 수도 있다.

전형적인 MANET에서의 routing은 하나의 주소를 노드 식별자로서 사용하기 때문에 이동 노드들은 서로 통신을 하기 위해서 유일한 주소가 필요하다. 사실상 이동 노드들이 MANET 안에서 통신을 하기 위해서 하드웨어 주소인 MAC 등의 주소를 사용하는 것도 가능하다. 그러나 대부분의 이동 단말들이 IP stack을 지원하기 때문에 IP 주소를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 MANET의 노드들이 인터넷 호스트들과 통신을 원한다면, 전역적으로 routing 할 수 있는 IP주소가 필요하게 될 것이다. 따라서, MANET의 노드들은 IP주소를 할당하고 할당 받을 수 있는 기능을 가지는 것이 중요하다.

IP기반 네트워크에서는 이동 노드들에게 IP 주소를 할당하는 것이 가장 핵심적인 네트워크 구성 요소 중에 하

나이다. 지금까지의 MANET에 관한 연구는 노드들이 이미 구성되어 있다는 가정하에 MANET의 특징인 제한된 파워와 통신범위, 노드의 이동성 등을 잘 만족하도록 고려한 routing 프로토콜 중심의 연구가 되어 왔다. 최근에 routing 프로토콜이 표준화가 되면서 이제는 routing을 하기 위한 동적 주소 할당에 관심이 모아지고 있다. 기존의 유선망이나 무선망 등에서 사용하는 동적 주소 할당 방식인 DHCP [2]는 중앙 집중적인 방식으로 주소를 할당하기 때문에 large-scale MANET과 같은 특수한 상황에서는 적합하지가 않다. 따라서 MANET의 노드에 대한 동적 주소 할당은 최대한 분산된 방식으로 이루어져야 할 것이며 이를 이루기 위해서는 새로운 메커니즘이 필요할 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련연구로서 현재 MANET 환경에서 동적 주소 자동 할당에 관한 연구들을 살펴볼 것이고, 3장은 MANET에서 동적 IP 주소를 자동 할당하는데 있어서의 고려해야 할 사항과 문제점을 설명하고, 할당 방법을 제안한다. 마지막 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대해서 논의한다.

2. 관련연구

2.1 IP Address Autoconfiguration for MANET [3]

이 방식은 인터넷 draft로서 Perkins, Malinen, Wakikawa, Royer, Sun에 의해서 제안된 것으로 새로운

노드는 MANET에 참여하려고 할 때, MANET에서 사용하는 주소 중에서 하나의 IP 주소를 임의적으로 선택하게 된다. 그리고 선택한 IP 주소의 사용에 대한 동의를 얻기 위해서 MANET안에 이미 구성되어 있는 모든 노드들에게 동의 요청을 한다. 만약 같은 IP 주소를 사용하고 있는 노드가 있다면, IP 주소가 중복되지 않을 때까지 이와 같은 과정을 반복한다. MANET에서 사용하는 주소로서 IPv4는 169.254/16을 사용하고, IPv6는 프리픽스 MANET_INITIAL_PREFIX 주소를 사용한다. 또한 이 방식은 Address Request (AREQ)와 Address Reply (AREP) 메시지를 사용하기 때문에 이와 유사한 Route request와 Route reply 메시지를 사용하는 reactive 라우팅 프로토콜(예, AODV)을 사용할 수 있도록 고안되었다. 그러나 MANET이 분할되거나 서로 다른 MANET이 합병되는 특수한 상황을 고려하지는 않았다.

2.2 MANETconf[4]

이 방식은 MANET의 어떠한 노드라도 새로 참여하는 노드에게 IP 주소를 할당해 줄 수 있는 방식이다. 또한 IP 주소의 할당과 동시에, 새로운 노드는 자신의 IP 주소와 같은 IP 주소를 사용하는 노드에 의해서 주소 충돌이 있는지를 감지하는 충돌감지 단계를 거치게 된다. 즉, 새로운 노드가 MANET에 참여할 때 그 이웃 노드가 쓰이지 않은 임의의 IP 주소를 선택하게 되고, 이 IP 주소의 사용을 이미 구성되어 있는 다른 노드들에게 승인을 받으면 새로운 노드에게 할당되는 것이다. 만약 같은 IP 주소를 사용하고 있는 노드에 의해서 충돌이 발생하면, 또 다른 IP 주소가 선택되게 되고 위와 같은 과정을 반복하게 된다.

새로 MANET에 참여하는 노드 i가 주소 할당 요청을 보내고, 그 이웃 노드 j가 이 요청에 대한 승인을 모든 노에게 받아서 노드 i에게 주소를 할당해주는 방식이다. MANET의 모든 노드들은 할당된 주소 집합을 가지고 있고 할당 과정에서는 주소 집합 목록에 없는 임의의 주소를 선택해서 할당하게 된다. 다른 노드에게 승인을 받을 때, 단 하나의 노드라도 승인 메시지를 받지 못하면 주소 할당이 진행되지 않기 때문에, 주소 할당 보다 승인 메시지 처리에 대한 지연이 커질 수 있다는 단점이 있다.

3. Large-scale MANET에서의 동적 주소 할당

Large-scale MANET 이라고 하면 상대적으로 노드와 노드 사이가 멀기 때문에 상대 노드가 통신범위 밖으로 나갔다 들어오기를 반복할 수 있게 되고, 파워 소비도 커지므로 결국엔 연결이 끊기는 문제도 발생할 수 있을 것이다. 이처럼 Large-scale MANET의 특수한 경우를 고려

하여 동적으로 주소를 할당하고자 할 때 몇 가지 경우를 생각해 볼 수 있다.

Case 1 : 새로운 노드의 참여와 기존 노드의 탈퇴

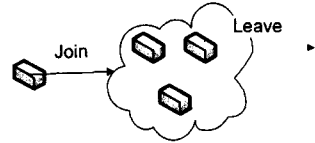


그림 1 노드의 참여와 탈퇴

Case 1은 새로운 노드가 MANET에 참여하려고 할 때 이미 구성되어 있는 노드 중에 한 노드가 새로운 노드에게 IP 주소를 할당하게 된다. 그리고 이미 구성되어 있는 노드 중에 한 노드가 MANET을 탈퇴하려고 할 때는 나중에 IP 주소가 다시 사용될 수 있도록 하기 위해서 자신에게 할당된 주소를 반납하고 MANET을 탈퇴하는 경우이다. 이 경우는 타임아웃을 두어 반납하지 않고 탈퇴 하더라도 일정기간 응답이 없으면 탈퇴로 간주하고 IP 주소를 회수하게 된다.

Case 2 : 한 MANET이 분할된 후에 다시 합병된 경우

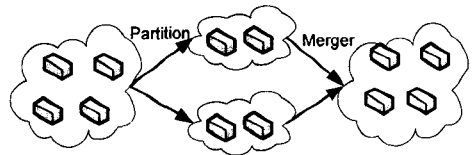


그림 2 한 MANET의 partition 과 merger

Case 2는 이미 구성되어 있는 MANET이 어떤 이유로 인해서 분할되는 경우이다. 이럴 경우 한 MANET이 두 MANET으로 분리되는 것이기 때문에, 각 MANET의 IP 주소는 중복되지 않는다. 하지만 분할된 두 MANET에 각각 새로운 노드가 참여를 원할 경우 중복된 주소가 발생할 수 있다.

Case 3 : 독립적인 서로 다른 두 MANET의 merger

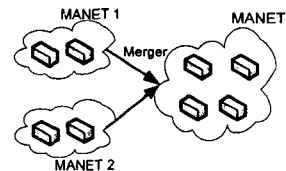


그림 3 두 MANET의 merger

Case 3은 MANET에서 동적 주소를 할당하는데 있어서 가장 해결하기 어려운 문제이다. 독립적인 서로 다른 MANET이 합병 됐을 경우, 각 MANET에서 사용한 IP 주소가 거의 중복될 수 있기 때문에 잘못된 routing이 발생할 수 있기 때문이다.

본 논문은 위에서 언급한 세가지 고려사항을 해결할 수 있도록 하는 방안을 제안한다. MANET의 노드들은 IP 주소를 할당 할 수 있고 할당 받을 수 있는 기능을 가져야 한다. 그리고 모든 노드는 MANET안에서 사용하는 주소와 현재 할당 중인 주소를 구별해서 관리하게 된다.

MANET에 처음 참여하는 노드를 i 라고 할 때, 노드 i 는 자신의 MAC 주소를 담은 Neighbor_Discovery 메시지를 원 홉(one hop) 브로드캐스트 한다. 이에 대한 응답을 정해진 시간 안에 받지 못하면, 노드 i 는 MANET을 구성하는 첫 번째 노드로서 자기 자신에게 IP 주소를 할당한다.

이미 구성되어 있는 MANET에 노드 i 가 참여하는 것이라면, 노드 i 의 Neighbor_Discovery 메시지를 받은 노드는 여러 개가 될 수 있으며 각각 자신의 IP 주소를 출발지 주소로 해서 노드 i 에게 유니캐스트로 Neighbor_Reply를 보낸다. 하나 이상의 Neighbor_Reply 메시지를 받은 노드 i 는 제일 먼저 도착한 응답을 선택하고 나중에 도착한 응답은 무시해야 한다. 첫 번째 응답을 보낸 노드를 j 라고 할 때, 노드 i 는 노드 j 에게 Initiator_Request를 보내고, 이 메시지를 받은 노드 j 는 임의의 IP 주소를 선택해서 노드 i 에게 Initiator_ACK를 보냄으로써 주소를 할당한다. 이 메시지를 받은 노드 i 는 다른 노드들에게 자신의 IP 주소를 알리기 위해서 Address_Inform 메시지를 플러딩 한다. 플러딩 메시지를 받은 모든 노드는 MANET에서 사용하는 주소 집합을 업데이트 한다. 이렇게 함으로써 새로 MANET에 참여하는 노드에 대한 IP주소 할당이 끝나게 된다.

IP 주소 재사용을 위해서 MANET을 떠나는 노드는 자신의 IP 주소를 포함한 Address_Release 메시지를 플러딩 해야 한다. 노드의 갑작스런 탈퇴로 인해서 연결이 끊긴다면 Address_Release 메시지를 보내지 못하기 때문에 그 노드가 사용했던 IP 주소는 다른 노드에게 할당될 수 없게 된다. 이 같은 문제를 막기 위해서 타임아웃을 두어 일정시간 응답이 없는 노드가 가진 IP 주소는 삭제된다. 그러나 잠시 연결이 끊겼다가 다시 연결되는 상황도 종종 발생하게 되므로 적절한 타임아웃을 정하는 것이 중요한 문제이고, MANET을 떠났던 노드가 다시 참여하는 경우도 있으므로 가급적 과거에 할당 받았던 IP 주소를 다시 할당 받는 문제도 생각해 볼 수 있다.

하나의 MANET이 두 개로 분할 된 경우, 각 MANET에서의 중복 주소는 없게 되고 일정 시간 응답이 없는 노드

가 가진 IP 주소는 삭제가 되므로 문제가 발생하지 않는다. 하지만 분할된 상태에서 각각 독립적으로 새로 참여하는 노드가 있을 수 있고, 이러한 노드에게 각각 같은 IP 주소를 할당한 후에 두 MANET이 합병 된다면 중복 주소가 발생할 수 있을 것이다. 이런 중복 주소를 감지한 노드는 중복된 주소를 MANET에 플러딩 하게 되고, 그 중복된 주소를 할당한 노드가 다시 임의의 주소를 선택해서 다시 할당하게 된다.

서로 다른 독립적인 두 MANET이 합병됐을 경우 가장 많은 중복 주소를 가질 확률이 높기 때문에 합병을 감지하는 것과 중복 주소를 해결하는 것이 해결 과제이다. 이것은 MANET을 구성하는 첫 번째 노드가 임의의 번호를 사용하여 네트워크 ID (NID)를 만들고 새로운 노드에게 주소를 할당할 때 알려준다. 즉, NID는 임의의 수로 선택됨으로 그 수가 충분히 크다면 충돌이 발생하지 않을 것이고 이웃하는 노드 사이의 Hello 메시지에 피기백 된다면 주기적인 체크가 가능하게 되므로 MANET의 합병을 감지할 수 있게 된다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문은 토폴로지 변화가 심한 scale이 큰 MANET 환경에서 동적으로 IP 주소를 할당하는 방법을 제안했다. 특히 DHCP 서버가 없는 상황에서 MANET 노드에게 IP 주소를 할당하는 문제를 해결하는 방안을 제시하고, 할당 과정에서 오버헤드와 지연을 줄이는데 초점을 맞췄다. 향후 시뮬레이션을 통해 좀 더 다이내믹 한 Large-scale MANET에 맞는 환경을 조성해서 주소 할당에 걸리는 시간 복잡도를 낮추고 메시지 지연을 줄일 수 있도록 하는 방식에 대한 연구를 할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] Elizabeth M. Royer, " A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks" , IEEE Personal Communications, April 1999
- [2] R. Droms, " Dynamic Host Configuration Protocol" , Network Working Group - RFC 2131, March 1997
- [3] C.Perkins, J. Malinen, R. Wakikawa, E. Belding-Royer, and Y. Sun, " IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks" , draft-ietf-manet-autoconf-01.txt, November 2001
- [4] S. Nesargi and R. Prakash, " MANETconf: Configuration of Hosts in a Mobile Ad Hoc Network" , infoCom 2002, June 2002