

# 유·무선 망에서의 오버레이 멀티캐스트 프로토콜 통합 방안

고보정<sup>o</sup>, 안소연, 김남훈, 이영희  
 {bjko, syahn, nhkim, yhlee}@icu.ac.kr  
 한국정보통신대학교

## An Integration Scheme of Overlay Multicast protocol for wired and wireless Ad hoc Networks

Bojung Ko<sup>o</sup>, Soyeon Ahn, Namhoon Kim, Younghee Lee  
 Information and Communication University

### 요약

유선 네트워크와 애드 혹 무선 네트워크의 기본적인 차이점인 제한적 대역폭, 파워 등으로 인해 두 네트워크 사이에 멀티캐스트를 하고자 할 때, 한 멀티캐스트 프로토콜을 다른 네트워크에 적용 시키는 것은 비효율적이다. 서로 다른 네트워크 환경의 멀티캐스트를 통합하기 위한 방안으로 몇 가지 멀티캐스트 게이트웨이가 연구되었다. 기존의 멀티캐스트 게이트웨이는 멀티캐스트 그룹에 참여하기를 원하는 노드가 다른 환경의 멀티캐스트 그룹에 참여할 때마다 컨트롤 메시지의 전환이나, 패킷 헤더의 변경을 요구한다. 이와 달리, 본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 게이트웨이는 애드 혹 노드가 유선 네트워크의 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 할 때에는 애드 혹 수신자 노드의 대리 송신자 역할을 하며, 반대로 유선 네트워크 노드가 애드 혹 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 할 때에는 유선 네트워크 수신자 노드의 대리 송신자 역할을 담당한다. 따라서 애드 혹 무선 네트워크의 노드가 직접 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여할 때 또는 오버레이 네트워크의 노드가 직접 애드 혹 멀티캐스트 그룹에 참여할 때 복잡한 멀티캐스트 프로토콜의 전환 과정을 생략할 수 있고, 투명성을 제공할 수 있다.

### 1. 서 론

IP 멀티캐스트의 보급에 대한 한계점 때문에 유선망에서 멀티캐스트 서비스를 위한 새로운 방법으로써 오버레이 멀티캐스트가 제안되었다[1][8]. 오버레이 멀티캐스트는 단말 호스트가 멀티캐스트 기능을 가지고 있기 때문에 확장성이 좋고, 사용자와 네트워크 관리, 흐름제어, 오류제어, 혼잡제어를 용이하게 할 수 있다. 유선 환경에서의 오버레이 네트워크는 토폴로지가 안정적이며, 충분한 대역폭을 사용할 수 있다. 따라서 노드들이 갖고 있는 전체적인 링크 상태나 거리 벡터 정보를 유지하고 교환하는 것이 큰 문제가 되지 않는다.

애드 혹 환경에서도 여러 가지 멀티캐스트 프로토콜들이 제안되었으나[2][3], IP 멀티캐스트 프로토콜과 같은 보급의 한계점을 가지고 있다. 무선 애드 혹 네트워크와 유선 오버레이 네트워크 간의 제한적인 대역폭과 노드의 이동성으로 인하여 트리의 재구성이 빈번하기 때문에, 기존의 유선 오버레이 멀티캐스트 프로토콜을 무선 애드 혹 네트워크에 그대로 적용하는 것은 비효율적이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 애드 혹 네트워크를 위한 오버레이 멀티캐스트가 제안되었다[4]. 제안된 애드 혹 오버레이 멀티캐스트에서는 그룹 멤버 간에만 가상 메시가 형성하여, 단순 전달 노드에 대한 상태 정보를 유지할 필요가 없기 때문에 전체적인 오버헤드를 줄일 수 있고 토폴로지의 강인성(robustness)도 향상시킬 수 있다.

본 논문에서는 나라다(Narada) 유선 오버레이 멀티캐스트 프로토콜과 PAST-DM 무선 애드 혹 멀티캐스트 프로토콜을 사용하는 환경을 가정하고(그림 1), 유선 오버레이 네트워크와 무선 애드 혹 네트워크 사이에서의 효율적인 오버레이 멀티캐스트 서비스가 가능하도록 멀티캐스트 게이트웨이라는 특별한 노드를 제안한다. 두 네트워크 사이에 멀티캐스트 게이트웨이가 존재함으로써 번거로운 프로토콜의 전환을 생략할 수 있고, 사용자가 네트워크 특성을 고려하지 않고 오버레이 멀티캐스트 서비스를 받을 수 있다.

2장에서는 관련 연구, 3장에서는 멀티캐스트 게이트웨이의 역할과 서로 다른 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 할 경우의 동작 과정을 기술하고, 마지막으로 4장에서는 결론과 향후과제에 관해 서술한다.

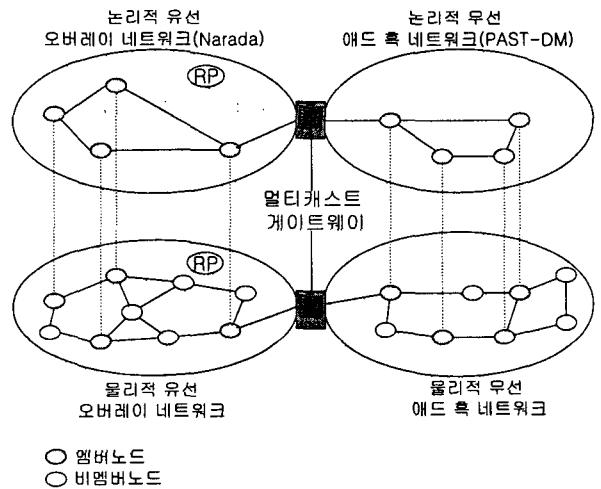


그림 1 유선 오버레이 네트워크와 애드 혹 오버레이 네트워크

### 2. 관련 연구

#### 2.1 애드 혹 네트워크 환경을 위한 오버레이 멀티캐스트

PAST-DM은 AMRoute 멀티캐스트 프로토콜이 공유 트리를 사용함에 따라 발생하는 비효율성 문제를 해결하기 위해 제안되었다. 이를 해결하기 위해 PAST-DM은 소스 기반 스테이너 트리 알고리즘을 제안하여, 애드 혹 노드의 이동성으로 인한 빈번한 토폴로지 변화에 적용할 수 있는 트리를 구성

\* 이 논문은 한국 과학 재단 특정기초 사업(R01-2003-000-10562-0)으로부터 지원 받았음.

한다.

새로운 노드가 애드 혹 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여하기 위해서 Group\_REQ, Group\_REP 메시지와 확장 링 탐색(Expanded Ring Search)을 이용하여 인접한 그룹 멤버를 찾는다. 멀티캐스트 그룹에 참여한 새 멤버는 주기적으로 링크 상태 테이블을 교환한다. 그룹에서 탈퇴할 때는 Group\_LV 메시지를 가상 이웃들에게 전달한다[4].

2.2 유선 오버레이 멀티캐스트

나라다 오버레이 멀티캐스트 프로토콜은 소스 기반 트리를 구성하기 위해 메쉬를 만든 후, 거리 벡터 라우팅 알고리즘을 이용하여 각 소스마다 최적의 트리를 구성한다. 새로운 노드가 메쉬의 멤버가 되기 위해서는 RP(Rendezvous Point)로부터 현재의 모든 그룹 멤버들의 리스트를 받아서, 그 리스트 중 임의의 그룹 멤버에게 참여 요청을 하고, 해당 멤버 노드로부터 응답이 올 때까지 이 과정을 반복한다. 메쉬에 참여한 멤버 노드들은 이웃 노드들과 주기적으로 리프레쉬(refresh) 메시지를 주고 받으며, 이 메시지가 이웃으로부터 전달되지 않으면 프로브(probe) 메시지를 보내보고, 그 멤버는 죽은 것으로 간주한다. 이 정보는 모든 그룹 멤버들에게 전달된다. 그룹 멤버가 자발적으로 탈퇴하고자 할 때는 다른 멤버들에게 탈퇴 메시지를 통해 정보를 전달한다[5].

2.3 IP 멀티캐스트와 애드 혹 멀티캐스트 통합

IP 멀티캐스트와 애드 혹 멀티캐스트는 그룹 관리 방식과 트리 형성 방식이 틀리기 때문에 둘 사이에 멀티캐스트를 하려고 할 때 문제가 발생한다.

이런 문제를 해결하기 위해 [6]에서는 MOSPF의 IGMP 그룹 참여 메시지와 MAODV의 RREQ 메시지 간에 변환이 가능하도록 해주는 멀티캐스트 게이트웨이를 제안하였다.

또 다른 방법으로, [7]에서는 유선망과 무선 애드 혹 망으로의 두 개의 인터페이스를 가지고 있는 멀티캐스트 게이트웨이를 제안하였다. 그 멀티캐스트 게이트웨이는 두 개의 서로 다른 망의 멀티캐스트 그룹 멤버로서 참여하고 있으면서, 패킷이 멀티캐스트 게이트웨이에 도착했을 때, 패킷헤더의 소스 주소, 목적지 주소, TTL 값을 바꿔 해당 네트워크로 포워딩한다.

IP 인터넷환경과 애드 혹 환경 간의 멀티캐스트를 통합하기 위한 [6], [7]의 방법은 약간의 차이가 있으나, 두 개의 서로 다른 네트워크 간에 멀티캐스트를 지원해주기 위해서 중간에 위치한 멀티캐스트 게이트웨이가 메시지를 변환하거나 패킷의 헤더를 변경하는 프로토콜 전환(translation)을 수행한다.

3. 유선 오버레이 멀티캐스트와 무선 애드 혹 오버레이 멀티캐스트의 통합

본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 게이트웨이는 유선 오버레이 네트워크 노드이면서 무선 애드 혹 네트워크와 연결해 줄 수 있는 노드이다. 멀티캐스트 게이트웨이는 유선 오버레이 멀티캐스트 그룹이 하나 이상의 애드 혹 멤버를 포함하고 있을 때, 해당 애드 혹 멤버들을 위한 대리 송신자 역할을 한다. 반대로 무선 애드 혹 오버레이 멀티캐스트 그룹이 하나 이상의 유선 네트워크 멤버를 포함하고 있을 때, 유선 오버레이 멀티캐스트 멤버들을 위한 대리 송신자 역할을 한다.

멀티캐스트 게이트웨이가 위와 같은 기능을 가지게 되면 [6], [7]에서처럼 한 노드가 다른 환경의 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여할 때마다 필요한 컨트롤 메시지를 전환이 요구되지 않는다. 다른 환경에 존재하는 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 하는 첫 번째 멤버가 참여 요청 메시지를 보내면, 제안된 멀티캐스트 게이트웨이는 해당 멀티캐스트 그룹에 그 첫 번째

멤버를 대신하여 해당 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여 요청을 보낸다. 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 하는 두 번째 노드들부터는 참여 요청 메시지는 해당 멀티캐스트 그룹에 보내지 않아도 된다. 즉, 이 방법은 해당 오버레이 멀티캐스트 그룹에 한번의 참여 과정만 필요하다. 또한, 멀티캐스트 게이트웨이가 대리 송신자 역할을 하기 때문에, 사용자는 다른 환경의 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여하는 경우에라도 해당 네트워크 환경에 무관하게 자신의 환경에 적합한 오버레이 멀티캐스트 프로토콜을 사용하여 해당 서비스를 지원 받는다.

3.1 참여(Join) 과정

우선, 유선 오버레이 네트워크와 무선 애드 혹 네트워크 모두에 그룹 멤버가 없다고 가정한다. 참여 과정은 어떤 네트워크에 그룹 멤버가 처음 생성되느냐의 여부에 따라 달라진다. 각 네트워크에 이미 참여하고 있는 멤버 노드가 하나라도 있으면, 그 이후에 참여하고자 하는 노드는 해당 네트워크의 오버레이 프로토콜 참여 과정에 따라 참여할 수 있다.

3.1.1 무선 애드 혹 네트워크에 첫 멤버가 생성될 경우

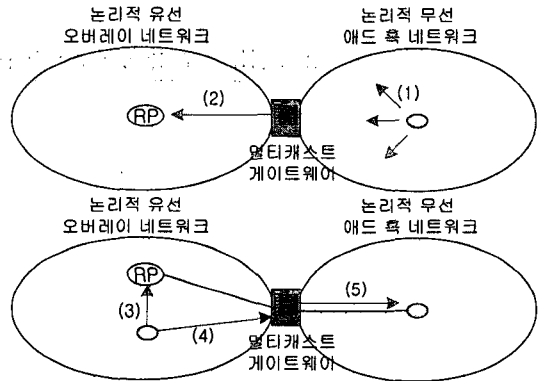


그림 2 무선 애드 혹 네트워크에 첫 멤버가 생성될 경우

처음으로 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 하는 노드가 무선 애드 혹 네트워크에서 나타나면, (1)무선 애드 혹 노드는 Group\_REQ 메시지를 브로드캐스트한다. (2)게이트웨이가 Group\_REQ 메시지를 받으면 유선 오버레이 멀티캐스트 영역 그룹 멤버로서 RP(Rendezvous Point)에 등록한다.

(2) 과정 후에, 멀티캐스트 그룹의 두 번째 멤버가 되고자 하는 노드가, 무선 애드 혹 네트워크에 추가될 때에는 PAST-DM 프로토콜의 참여과정을 따르면 되지만, 오버레이 네트워크에 나타나면 다음 과정을 거친다.

(3)유선 오버레이 네트워크에 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 하는 첫 노드가 나타나면, 그 노드는 RP로부터 그룹 멤버 리스트를 받는다. 이 경우 유선 오버레이 네트워크 노드는 이웃노드로 멀티캐스트 게이트웨이가 있음을 알 수 있다. (4)유선 오버레이 네트워크 노드는 멀티캐스트 게이트웨이에게 참여 요청을 한다. (5) 멀티캐스트 게이트웨이는 Group\_REQ를 보내, 무선 애드 혹 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여한다(그림 2).

3.1.2 유선 오버레이 네트워크에 첫 멤버가 생성될 경우

유선 오버레이 네트워크에서 멀티캐스트 그룹에 참여하고자 하는 첫 노드가 나타나면, (1)그 노드는 RP에 그룹 멤버로서 등록을 한다.

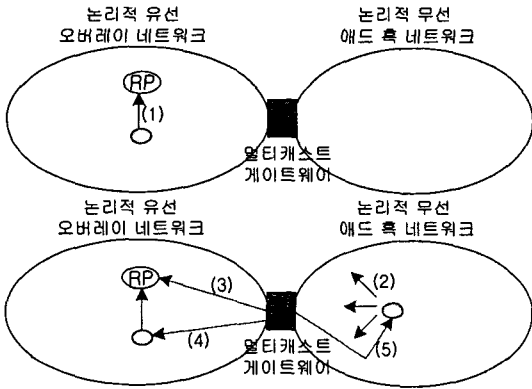


그림 3 무선 애드 혹 네트워크에 첫 멤버가 생성될 경우

유선 오버레이 네트워크에 멀티캐스트 그룹의 두 번째 멤버가 되고자 하는 노드가 있으면 (1) 과정 후에 나라다 프로토콜의 참여 과정에 따라 그룹에 참여한다. 그러나, 무선 애드 혹 네트워크에 멀티캐스트 그룹에 참여하고 싶은 두 번째 노드가 있으면 다음 과정을 거쳐야 한다.

(2) 무선 애드 혹 노드는 JOIN\_REQ 메시지를 브로드캐스트한다. (3) 멀티캐스트 게이트웨이가 JOIN\_REQ 메시지를 받으면, 유선 오버레이 네트워크의 RP에 자신을 등록한다. (4) 멀티캐스트 게이트웨이는 RP로부터 그룹 멤버 리스트를 받아 참여 요청을 한다. (5) 마지막으로, 멀티캐스트 게이트웨이는 무선 애드 혹 노드에게 Group\_REP 메시지를 보낸다(그림 3).

### 3.2 탈퇴(Leave) 과정

애드 혹 네트워크의 수신자가 더 이상 오버레이 멀티캐스트 서비스를 받고 싶지 않을 경우, 이웃 애드 혹 수신자 노드에게 Group\_LV 메시지를 보낸다. 멀티캐스트 게이트웨이가 자신의 모든 자식 수신자 노드들로부터 Group\_LV 메시지를 받으면 멀티캐스트 게이트웨이는 유선 오버레이 네트워크 영역의 그룹 멤버들에게 탈퇴 메시지를 보내고 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴할 수 있다.

유선 오버레이 네트워크의 수신자는 탈퇴 메시지를 이웃 노드에게 보낸다. 이 메시지는 다른 그룹 멤버들에게 메시지를 따라 전달된다. 멀티캐스트 게이트웨이는 나라다 프로토콜에 의해 죽은 멤버들에 대한 리스트를 유지하게 된다. 만약 이 리스트에 멀티캐스트 그룹에 참여하고 있는 오버레이 네트워크의 모든 수신자 멤버 리스트가 있으면, 멀티캐스트 게이트웨이 또한 애드 혹 멀티캐스트 그룹에 Group\_LV 메시지를 보내고 탈퇴할 수 있다.

### 3.3 전송(delivery) 과정

멀티캐스트 그룹의 송신자가 유선 오버레이 네트워크 영역에 있을 경우에는, 참여 과정에서 애드 혹 네트워크의 멀티캐스트 그룹 멤버 간에 메시지를 형성한 후, 멀티캐스트 게이트웨이가 애드 혹 수신자들의 대리 송신자가 되어 소스 트리트를 형성한다. 멀티캐스트 게이트웨이가 오버레이 멀티캐스트 그룹에 참여한 후 데이터를 받으면 애드 혹 수신자들에게 대리 송신자로서 데이터를 포워딩 한다.

반면에, 멀티캐스트 그룹의 송신자가 무선 애드 혹 네트워크

영역에 있을 경우에는, 멀티캐스트 게이트웨이는 애드 혹 노드의 수신자 역할을 한다. 뿐만 아니라, 게이트웨이는 오버레이 네트워크의 수신자들에게는 대리 송신자의 역할을 담당하게 된다. 참여 과정을 통해 메시지가 형성되고, 각각 전송 트리가 만들어지고 난 후에 멀티캐스트 게이트웨이는 애드 혹 송신자로부터 데이터를 받아 오버레이 네트워크의 수신자들에게 대리 송신자로서 데이터를 포워딩한다.

## 4. 결론

본 논문에서는 인프라 구조를 가지고 있는 유선 오버레이 네트워크와 노드들의 이동성 때문에 토폴로지가 불안정한 무선 애드 혹 네트워크 사이의 오버레이 멀티캐스트를 고려하였다. 멀티캐스트 게이트웨이는 해당 오버레이 멀티캐스트의 대리 송신자 역할을 함으로써, 한 노드가 다른 환경의 네트워크에 형성된 멀티캐스트 세션에 참여하기 위해 프로토콜을 전환하는 과정이 필요하지 않게 해준다. 또한, 서로의 프로토콜의 그룹 관리, 트리 형성 방법이 다른 것에 관계없이 서로 다른 두 네트워크 사이의 효율적인 통합된 멀티캐스트가 가능하다.

본 논문에서는 나라다와 PAST-DM로 한정하였지만, 향후에는 서로 다른 네트워크에서 사용되는 보다 다양한 멀티캐스트 프로토콜들의 통합에 대한 연구가 필요할 것이다. 뿐만 아니라, 오버레이 네트워크와 애드 혹 네트워크의 대역폭 차이, 파워 문제 등을 좀 더 세심하게 고려한 통합 방법이 요구된다.

## 5. 참고문헌

- [1] S. Banerjee and B. Bhattacharjee, "A comparative study of application layer multicast protocols," manuscript, Dept. of Computer Science, U. of Maryland, April 2003.
- [2] S. Lee, M. Gerla and C. Chiang, "On-Demand Multicast Routing Protocol," In Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference(WCNC), September 1999.
- [3] C. Cordeiro, H. Gossain and D. Agrawa, "Multicast over Wireless Mobile Ad Hoc Networks: Present and Future Directions," In Proc. of IEEE Network, Vol.17, No.1, January 2003.
- [4] C. Gui and P. Mohapatra, "Efficient Overlay Multicast for Mobile Ad Hoc Networks," In Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference(WCNC), 2003.
- [5] Y. Chu, S. Rao, and H. Zhang, "A Case for End System Multicast," In Proc. of ACM SIGMETRICS, June 2000.
- [6] J. McGee, M. Karir and J. Baras, "Implementing Ad Hoc to Terrestrial Network Gateways," In Proc. of Wired/Wireless Internet Communications(WWIC), 132-142, 2004.
- [7] W. Ding, "Multicast Routing in Fixed Infrastructure and Mobile Ad Hoc Wireless Networks with a Multicast Gateway," M.Sc. (ISS) Thesis, Carleton University, Ontario, Canada, July 2002.
- [8] C. Abad, W. Yurcik, and R. Campbell, "A survey and comparison of end system overlay multicast solutions suitable for network centric warfare," In Proc. of SPIE(The International Society of Optical Engineering), 2004.