

# 이동 IP 환경에서의 효율적인 멀티캐스트 지원 방안

강정화, 임철수  
서경대학교 컴퓨터공학과

## An Efficient Multicast Supporting Scheme for Mobile IP

Junghwa Kang, Cheolsu Lim  
Dept. of Computer Engineering , Seokyeong University

### 요 약

본 논문에서는 Mobile IP상에서 멀티캐스트를 지원하기 위하여 IETF 표준에 제시된 원격가입과 양방향 터널링 기법의 단점을 보완하는 통합 모델을 제시한다. 제안된 모델의 특징은 이동호스트(MH)가 다른 네트워크로 이동할 경우 외부 에이전트(FA)의 멀티캐스트 그룹가입 여부에 따라서 홈 에이전트(HA)를 통한 양방향 터널링 또는 FA의 멀티캐스트 그룹에 재가입하는 방법을 이용한다. 이에 따라, 패킷의 손실을 최소화하면서 패킷에 대한 최적의 경로를 제공할 수 있도록 상황에 따라 두 방법이 상호보완적으로 동작하게 된다.

### 1. 서론

최근 웹 이용이 폭발적으로 증가하면서 인터넷 프로토콜(IP: Internet Protocol)이 실질적인 국제 데이터 통신망 서비스 표준으로 자리를 굳히고 있다. 그리고 단말기의 배터리 용량의 증가와 크기의 소형화로 인하여 노트북과 같은 휴대용 컴퓨터의 이동성이 증가하면서 이들 두 가지 서비스의 결합, 즉 이동 IP 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다.

IETF(Internet Engineering Task Force)를 중심으로 이동성을 지원하는 인터넷 프로토콜에 관한 연구가 진행되어 이동 인터넷 프로토콜(Mobile IP) 표준안이 제안되었다 [1,2,3,4].

이동 인터넷 프로토콜은 고정 IP를 가지는 단말에게 이동성을 부여하여 어느 서브 넷에 위치하더라도 사용자에게 투명하게 계속적인 서비스를 제공하는 것을

목표로 한다. 한편 인터넷 사용자 수의 급격한 증가와 인터넷서비스 보급의 대중화로 인해, 인터넷 멀티캐스트 기술은 높은 부가가치를 지니는 다양한 응용 서비스(원격 교육, 화상회의, 주문형 비디오, 네트워크 게임 등)에 널리 사용되고 있다. 인터넷 멀티캐스트는 하나의 호스트에서 같은 패킷의 복사본을 여러 수신호스트에게 전송하여 네트워크 효율과 컴퓨터의 처리율 측면에서 많은 장점을 제공하는 기술이다. 고정 IP 망에서는 멀티캐스트를 지원하기 위하여 IGMP(Internet Group Management Protocol)와 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이 사용되고 있다 [4].

따라서 이동 단말에서도 고정 IP망에서와 같이 멀티캐스트 기술이 요구되고 있다. 인터넷 멀티캐스트에 이동성을 제공하기 위해서는 수신 호스트들이 복수라는 것과 라우팅 경로를 설정하는 데 있어서 목적지 주소 대신에 근원지 주소가 사용된다는 점을 인터넷

프로토콜과 다르게 고려해야 한다.

본 논문에서는 이동 IP환경에서 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 새로운 방안을 제안한다. 기존에 IETF Mobile IP 표준에 제시된 양방향 터널링(Bidirectional Tunneling)과 원격 가입(Remote Subscription) 방법이 통합된 모델을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이동 IP와 이동 IP상에서 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위한 기존의 두 가지 방법에 대해서 알아보고, 3장에서는 제안한 방식의 동작과 기존 방법과의 차이점을 살펴보고 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

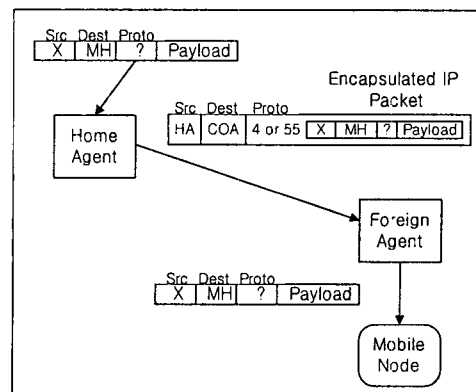
### 2.1 이동 IP

기존 IP상에서 호스트에게 이동성을 부가하여 여러 서브 넷을 거치며 이동하는 경우에도 기존에 고정 IP 망에서 받던 서비스를 그대로 제공받을 수 있게 하는 연구가 진행되었고 그 결과물로 IETF의 Mobile IP(RFC 2002) 표준이 제안되었다 [1,5].

이동 IP에서는 이동 호스트에 홈 주소(Home Address :HA)로서 할당된 고정 IP와 이동할 때마다 동적으로 변화되는 임시적인 IP주소가 이용된다. 이동 호스트의 IP주소가 HA의 IP 주소 앞자리와 일치하는 네트워크를 홈 네트워크(Home Network)라 정의하고 HN을 제외한 곳에 있을 경우 이를 외부 네트워크(Foreign Network)이라고 한다. 이동 호스트가 외부 네트워크로 이동했을 때 가지는 임시적인 주소를 COA(care-of-address)라 한다.

각각의 네트워크에는 라우터에 에이전트 기능을 부여하고 이를 홈 에이전트(Home Agent: HA), 외부 에이전트(Foreign Agent: FA)라 지칭하고 HA 또는 FA를 이동 에이전트(Mobility Agent: MA)라 한다. MA는 주기적으로 에이전트 알림(Agent Advertisement) 메시지를 자신의 네트워크에 브로드캐스트 함으로써 자신의 존재를 알린다. 외부 네트워크로 이동한 이동 호스트는 이 메시지를 통해 FA를 발견하고 그로부터 새로운 COA를 받는다. COA는 FA에 할당이 된 주소를 이용하거나(foreign agent

care-of-address) 이동 호스트 자신이 능동적으로 생성할 수 있다(co-located care-of-address) [6]. COA를 획득한 이동 호스트는 자신의 HA에 등록하기 위하여 등록 요청 메시지를 보낸다. 요청 메시지를 받은 HA는 승낙 또는 거부 메시지를 통해 응답한다. 등록 과정이 이루어진 후 HA는 이동 호스트로 전송되는 모든 패킷을 가로채어 COA로 터널링을 이용하여 MN에게 전달한다 [그림 1]. 여기서 터널링이란 목적지로 데이터를 전송하기 위해 중간에 IP 데이터그램의 주소를 일시적으로 재 지정하는 방식을 뜻한다 [2,3]. 이동 IP의 경우 새로운 IP 주소로써 COA가 사용된다.



[그림 1] 이동 IP에서의 터널링 동작

반대로 이동호스트가 패킷을 전송 할 때는 터널링 없이 표준 IP 라우팅을 이용하여 목적지에 전달한다. 이 때 FA는 이동 호스트의 기본 라우터로서 동작한다.

### 2.2 이동 IP 멀티캐스트

인터넷 멀티캐스트에 이동성을 제공하기 위한 연구는 멀티캐스트 패킷에 대한 신뢰성을 고려한 연구와 신뢰성을 고려하지 않은 네트워크 계층에서의 연구 결과로 나눌 수 있다 [7,8]. 본 논문에서는 네트워크 계층에서 이동성을 지원하는 연구에 초점을 둔다.

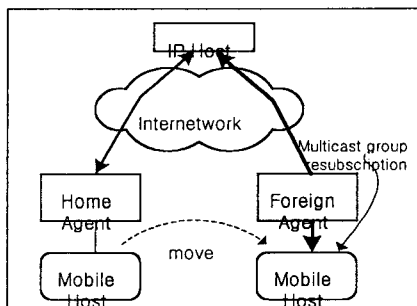
신뢰성을 고려하지 않은 연구는 인터넷 멀티캐스트와 같이 최선의 멀티캐스트 서비스를 제공하는 것을

목표로 신뢰성 문제는 상위 프로토콜에 위임하기 때문에 주로 네트워크 계층에서 이동성을 지원하게 된다. 이러한 연구분야에 속하는 것으로 IETF Mobile IP Multicast가 제시되어 있다.

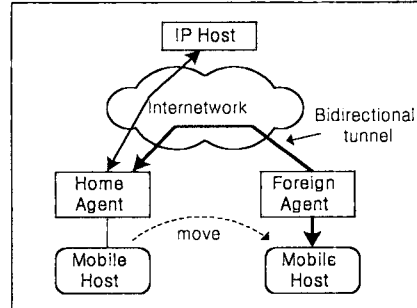
IETF Mobile IP에서는 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위하여 원격가입과 양방향 터널링 방법을 선택사항으로 권고하고 있다.

원격 가입은 패킷에 대한 최적의 경로를 제공하기 위하여 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹에 가입하여 IHA를 경유하지 않고 직접 패킷을 송수신하는 방법이다 [그림 2]. 이 방법은 최적화된 라우팅 경로를 제공하지만 멀티캐스팅 트리의 재구성으로 인한 패킷 손실의 가능성과 함께 다시 홈 네트워크로 돌아갔을 때 기존의 멀티캐스트 그룹에 다시 가입해야 하는 번거로움이 발생한다. 이 방법은 FN에 멀티캐스트 라우터가 존재한다는 전제하에 이루어질 수 있다.

양방향 터널링에 의한 방법은 이동 호스트가 HA와 양방향 터널을 설정하여 IGMP 메시지를 포함한 모든 패킷을 HA를 경유하여 송수신하는 방법으로 HA가 멀티캐스트 라우터임을 가정한다 [그림 3]. 이 경우에는 서로 다른 네트워크에서 같은 그룹에 가입되어 있던 이동 호스트들이 같은 FN으로 이동하였을 경우 중복된 패킷이 여러 터널을 통하여 전송되는 터널 집중화(Tunnel Convergence)현상이 발생한다. 터널 집중화 문제는 네트워크 부하를 과중시키고 효율적인 멀티캐스트 기능을 제공하지 못한다. 또한 라우팅에 있어서 삼각 라우팅이 되어 최적화된 라우팅을 제공하지 못하는 단점을 가지고 있다.



[그림 2] 원격 가입(Remote Subscription)



[그림 3] 양방향 터널링(Bidirectional Tunneling)

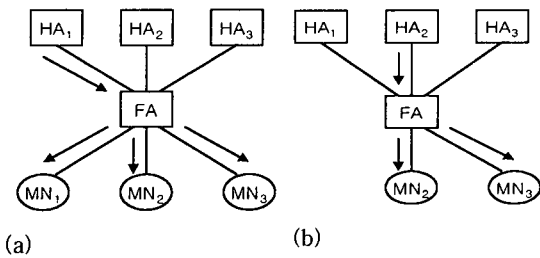
### 3. 제안한 방식

Mobile IP Multicast 표준에 제시되어있는 원격가입과 양방향 터널링은 IHA 또는 FA의 한곳에서만 멀티캐스트 라우팅 기능이 이루어지도록 설정되어 있다. 즉 양방향 터널링은 IHA에서, 원격가입은 FA에서 멀티캐스트 서비스가 이루어진다.

그러나 본 논문에서 제시한 모델은 IHA, FA 모두에 멀티캐스트 라우팅 기능이 지원될 수 있도록 하여 어느 쪽에서도 멀티캐스트 서비스가 가능하도록 구성한다. IHA를 통한 양방향 터널링에 의한 방법은 서로 다른 네트워크에 분산되어 있던 MH들이 한 네트워크로 이동하면 복수의 IHA들로부터 하나의 FA로 터널의 끝점이 집중된다. 이 결과로 FA는 복수의 IHA들로부터 패킷을 수신하여 이동 호스트들에 전달하므로 FA는 물론 MH들도 중복된 패킷을 수신하게 되는 터널 집중화 현상이 발생한다. 이 문제점을 해결하기 위해 Mobile Multicast(MoM) 프로토콜에서는 DMSP(Designated Multicast Service Provider)가 제안되었다 [9]. 그러나 이 방법에서는 복수의 IHA중 DMSP로서 하나의 IHA를 지정하는 알고리즘을 필요로 한다. 본 논문에서 제시한 모델에서도 위의 방법과 유사하나 IHA를 지정하는데 있어 특별한 알고리즘이 요구되지 않는다는 장점을 가지고 있다. 즉, 제안된 모델에서는 FA가 같은 그룹을 갖는 모든 호스트들 중에서 맨 처음 그룹보고 메시지를 보낸 호스트의 IHA에만 양방향 터널을 생성하여 다른 호스트들은 자

신들의 HA를 거치지 않고 FA에서 직접 처리될 수 있도록 한다.

만약 터널을 생성하였던 호스트가 다른 네트워크로 이동하게 되면 FA는 남은 호스트들 중에서 먼저 그룹보고 메시지를 보낸 호스트의 HA와 터널을 생성한다 [그림 4]. 단, 다른 네트워크로 이동하는 호스트는 터널을 제거하기 전에 FA에 알려야만 한다. 또한 기존의 HN에 그룹보고 메시지를 보내지 않는 호스트는 가입되어 있던 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴가 될 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 HA에 IGMP 대리인을 두어 MN을 대신해 그룹보고 메시지를 보내도록 한다. 그리고 이동한 호스트의 그룹이 이미 FA에 가입되어 있다면 원격가입 방법처럼 FA를 통해서 직접 그룹에 가입하여 멀티캐스트 서비스를 받을 수 있다. IETF 표준에 제시된 원격가입 방법은 새로운 네트워크로 이동할 때마다 그룹에 재 가입하므로 멀티캐스트 트리 재구성으로 인한 패킷 손실의 우려가 발생한다. 그러나 제안한 모델에서는 FA에 등록되어 있지 않은 그룹에 대해서는 HA를 통해서 서비스 받을 수 있으므로, 트리 재구성의 빈도수가 줄어들어 패킷 손실을 최소화시킬 수 있다.



[그림 4] (a) MN<sub>1</sub>의 HA<sub>1</sub>로 양방향 터널 생성  
(b) MN<sub>1</sub>이 떠나고 MN<sub>2</sub>의 HA<sub>2</sub>로 양방향

#### 4. 결론

본 논문에서는 최근 많은 연구가 되고있는 이동 IP의 개념과 이동 IP상에서 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위하여 IETF에 제안된 양방향 터널링과 원격가

입 방법에 대한 설명과 문제점에 대하여 논의하였다. 또한 양방향 터널링 기법에서의 터널 집중화 문제를 해결하고, 원격가입 방법에서의 멀티캐스트 트리 재구성의 빈도수를 줄임으로써 좀더 효율적으로 멀티캐스트 서비스를 제공하는 통합적 모델을 제시하였다. 이 기법은 HA와 FA 모두에 멀티캐스트 라우팅 기능이 존재한다는 가정 하에 이루어진다.

향후 연구과제로는 본 논문에서 제시한 모델을 Linux 시스템 상에서 Design/CPN(Coloured Petri Nets) 시뮬레이션 Tool을 이용하여 멀티캐스트 서비스 효율성에 대한 성능평가 및 검증에 대한 연구를 수행하고자 한다.

#### [참고문헌]

- [1] C. Perkins, "IP mobility support", IETF RFC 2002, IBM, October 1996.
- [2] C. Perkins, "IP encapsulation within IP", IETF RFC 2003, IBM., corp October 1996
- [3] C. Perkins, "Minimal Encapsulation within IP", IETF RFC 2004, IBM., corp October 1996
- [4] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", RFC 1112, August 1989
- [5] C. Perkins, "Mobile IP", IEEE Communications Magazine, May 1997.
- [6] Solomon D. James, "MOBILE IP: The Internet Unplugged", pp.104-106,55-56, Prentice-Hall, 1998
- [7] Goerge Xylomenos and George C. Polyzos, "IP Multicast for Mobile Hosts", IEEE Communications Magazine, January 1997.
- [8] Chunhung Richard Lin and Kai-Min Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks", 1998
- [9] T.G. Harrison, C.L. Williamson, W.L. Mackrell, and R.B. Bunt, "Mobile Multicast(MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts", Proceedings of ACM/IEEE MOBICOM '97, September 1997.