

# 이동 네트워크를 위한 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

장문정<sup>0</sup> 이미정  
한국정보과학회 사무국  
{mjchang<sup>0</sup>, lmj}@ewha.ac.kr

## Multicast Routing Protocol for Mobile Network

Moon-Jeong Chang<sup>0</sup> Mee-Jeong Lee  
Dept. of Communication Network, Ewha Womans University

### 요 약

차세대 인터넷은 유·무선이 혼합된 초고속의 네트워크 구조에서 사용자가 시간과 장소에 관계없이 실시간 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있는 환경으로 변화될 것이다. 이 변화에 잘 대응하기 위해서는 이동하는 사용자에게 효율적으로 멀티캐스팅을 지원할 필요가 있다. Mobile IP 기반의 이동 네트워크 환경에서 멀티캐스팅을 지원하기 위한 연구는 크게 HA(Home Agent)기반 방식과 FA(Foreign Agent)기반 방식으로 연구되어 왔다. HA기반 방식은 데이터 전송 경로의 비최적화, 비효율적인 데이터 중복 전송의 문제를 가지고, FA기반 방식은 빈번한 멀티캐스트 전송 트리의 재구성으로 인한 오버헤드의 문제를 내포하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 MH(Mobile Host)의 잦은 핸드오프(handoff) 문제를 해결하고, 멀티캐스트 전송 트리의 재구성으로 인한 오버헤드를 줄이는 방법을 제안한다. 이 방법은 계층적 트리 구조의 도메인을 구성하고 MFA(Multicast Forwarding Agent)와 홉 카운터로 정의된 MFA의 서비스 범위를 사용한다. 또한, MFA를 Root FA들 중에서 선택함으로써 멀티캐스트 전송 트리 재구성의 회수를 줄여 Mobile IP를 이용하는 MH에게 효과적인 멀티캐스팅을 제공한다.

### 1. 서 론

이동 네트워크 환경의 IP 네트워크에서 이동 호스트에게 멀티캐스트를 지원하기 어려운 이유는 다음과 같다. 첫째, 현재의 멀티캐스트 프로토콜은 유선 환경에서 고정된 호스트를 가정하고 있다[2]. 둘째, 이동 환경에서 멀티캐스트 프로토콜은 유동적인 그룹 멤버십 뿐만 아니라 유동적인 멤버의 위치변화도 고려해야 한다[3]. 셋째, IETF Mobile IP는 이동 호스트에게 유니캐스트 전송만을 주로 고려하고 있다[3]. 따라서 IETF Mobile IP에 효율적으로 멀티캐스트를 지원하기 위한 새로운 방법이 추가되어야 한다.

현재의 Mobile IP를 이용하여 이동 네트워크 환경에서 멀티캐스트를 지원하기 위한 접근방법은 크게 두 가지로 구분된다. HA(Home Agent)와 FA(Foreign Agent) 중 누가 그룹 멤버십을 관리하고 조인(Join) 연산을 수행하는가에 따라서 HA기반 방식(Bi-directional tunneling)과 FA기반 방식(Remote subscription)으로 나뉜다[5]. HA가 MR(Multicast Router)의 역할을 담당하는 HA기반 방식은 HA를 기준으로 멀티캐스트 전송 트리가 구성되며, MH(Mobile Host)가 이동하는 경우에는 터널링(Tunneling)을 통해 해당 FA로 멀티캐스트 패킷을 중계한다[1]. 이 방식은 메시지가 항상 HA를 경유하므로 메시지 전송 경로가 최적화되지 못하며(Triangle Routing), HA가 MH에게 메시지를 일일이 복사해서 터널링해야 하므로 확장성(Scalability)이 낮다. 뿐만 아니라, 만약 하나의 FA에 서로 다른 HA로부터 같은 멀티캐스트 그룹을 수신하는 MH가 여러 개라면, 이 MH(Mobile Hosts)는 중복된 터널링을 받게 된다(Tunnel Convergence). 이 문제는 낮은 대역폭을 갖는 이동

네트워크 환경에서 네트워크의 대역폭의 낭비를 초래한다. HA기반 방식의 대표적인 프로토콜로 MoM 프로토콜[4]이 있다. 이 프로토콜은 HA 중 하나 또는 여러 개를 DMSP(Designated Multicast Service Provider)로 선택하여 HA기반 방식의 문제점인 터널 집중 문제를 해결하였으나, MH가 다른 FN(Foreign Network)으로 이동함에 따라 DMSP를 다시 선택해야 하는 DMSP 핸드오프 문제를 가지고 있다.

반면, FA가 MR의 역할을 담당하는 FA기반 방식은 멀티캐스트 데이터그램이 HA를 경유하지 않고, FA를 통해 MH에게 직접 전달된다. 이 방식은 FA를 기준으로 항상 최적의 멀티캐스트 전송 트리가 설정되어 네트워크 자원의 이용 효율이 높다. 그러나 MH가 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹으로의 가입/탈퇴가 반복되어 처리 비용이 증가한다. 뿐만 아니라, 새로운 전송 트리가 구성되는 동안에 데이터 전송 지연과 메시지 손실 문제가 발생한다. 만약 MH의 이동성이 크다면 더욱 문제는 심각해진다.

그러므로 본 논문에서는 제시된 문제들의 해결방안으로 계층적 트리 구조를 가지는 도메인을 정의하고, MFA(Multicast Forwarding Agent)와 홉 카운터로 정의하는 MFA의 서비스 범위를 사용하였다. 이는 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행하는 MFA를 Root FA들 중에서 선택함으로써 멀티캐스트 전송 트리 재구성의 횟수를 줄이며, Mobile IP기반의 지역적 등록 방법을 이용하여 네트워크 대역폭의 효율을 높이는 효과적인 멀티캐스팅을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 현재의 Mobile IP의 지역적 등록 방법을 이용한 이동 멀티캐스트의 접근방법과 RBMoM 프로토콜의 장단점을 살펴보았다. 3장에서는 계층적 트리 구조로 구성된 도메인에 기반한 효율적인 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 제안하였고, 4장에서는 결론 및

본 연구는 학술진흥재단의 2001년도 BK21 사업지원으로 수행되었음

앞으로의 연구 방향을 제시하였다.

2. 관련 연구

2.1 계층적 지역 등록 방법에 기반한 멀티캐스팅[6]

이 접근법은 MH(Mobile Host)에게 효율적인 멀티캐스팅을 제공하기 위해서 Mobile IP 기반의 지역적 등록 방법을 사용하여 HA(Home Agent)에게 MH의 등록 횟수를 줄임으로써 네트워크 대역폭의 효율성을 높이고, Root FA가 MH를 대신하여 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행함으로써 도메인 내에서 MH가 이동할 경우에는 멀티캐스트 전송 트리의 재구성 없이 멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법이다.

MH는 특정한 멀티캐스트 그룹의 데이터를 받기 위해서 현재 FA(Foreign Agent)에게 멤버십 레포트를 전송한다. 이 레포트를 받은 FA는 자신이 저장하고 있는 정보 중에서 요청된 멀티캐스트 그룹의 정보가 있는지를 비교한다. 요청된 멀티캐스트 그룹의 정보가 존재하지 않는다면, 자신의 상위 레벨에 있는 부모 FA에게 레포트를 전송한다. 이렇게 이 레포트는 MH가 원하는 멀티캐스트 그룹의 정보를 가지고 있는 FA를 만날 때까지 계속 상위 레벨의 부모 FA로 전송되며, 더 이상 상위 레벨이 없는 Root FA에게 전송되면 MH를 대신하여 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행한다. MH가 요청한 멀티캐스트 그룹의 정보를 가지고 있는 FA를 만나면, 더 이상 레포트를 상위 레벨의 부모 FA에게 전송하지 않고 바로 새로운 멀티캐스트 전송 경로로 MH에게 멀티캐스트 데이터그램을 전송한다.

이 접근법의 문제점은 MH가 정의된 도메인의 경계 주위를 자주 이동하게 되면 HA의 등록 횟수와 멀티캐스트 트리의 재구성의 횟수를 줄일 수 없다는 것이다. 또한 정의된 도메인 영역은 실제적인 지형과 무관하기 때문에 MH가 도메인의 경계 주위를 이동하는 경우는 빈번히 발생한다.

2.2 RBMoM(Range-Based Mobile Multicast)[7]

이 프로토콜은 MHA(Multicast Home Agent)와 홉 카운터로 정의된 MHA의 서비스 범위를 사용함으로써 최단에 가까운 메시지 전송 경로를 선택하고, 멀티캐스트 전송 트리의 재구성 횟수도 줄이는 방법이다.

MHA는 현재 MH가 위치하고 있는 FA에게 멀티캐스트 데이터그램을 터널링하는 책임을 지고 있는 에이전트로 HA나 FA가 될 수 있다. 선택된 MHA는 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행하며, MH가 자신의 범위 내에서 이동하는 동안은 멀티캐스트 데이터그램을 MH가 위치한 FA에게 터널링한다. MH가 MHA의 서비스 범위를 벗어나는 경우는 처음 방문 받은 FA가 자신을 MHA로 선택하고 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행한 후, 자신의 범위만큼 또 다시 MH에게 터널링을 해 주게 된다.

이 프로토콜에서는 MH가 이동할 때마다 HA에게 등록을 해야 하기 때문에 낮은 대역폭을 가지고 있는 이동 네트워크 환경에서는 추가적인 부담이 된다. 또한 거리계산과 MHA의 재설정하는 과정에서 데이터 손실이 발생할 수 있다.

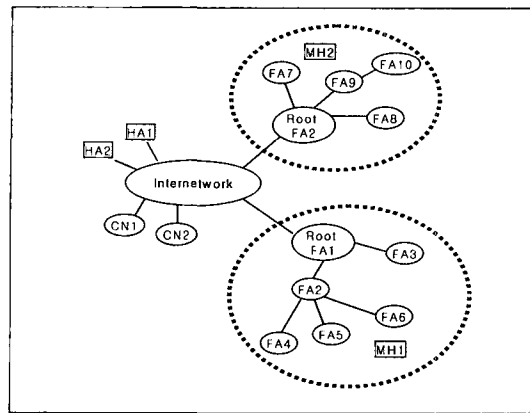
3. 제안된 프로토콜

3.1 아이디어 및 네트워크 모델

계층적 지역 등록 방법에 기반한 기존 연구의 문제점인 MH가 도메인 사이를 이동할 때 나타나는 비효율적인 멀티캐스팅을 줄이기 위해서 MFA(Multicast Forwarding Agent)와 홉 카운터로 정의하는 MFA의 서비스 범위를 사용하는 방안을 제안한다. 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행하는 MFA는 자신의 서비스 범위 내에 있는 MH가 위치한 도메인의 Root FA에게 멀티캐스트 데이터그램을 터널링하는 책임을 가지는 Root FA

로, Root FA들 중에서 선택된다. MFA의 서비스 범위는 홉 카운터를 사용하여 MFA가 MH에게 멀티캐스트 데이터그램을 터널링할 수 있는 범위를 나타낸다. 따라서, MH가 도메인의 경계를 이동 할 때마다 멀티캐스트 전송 트리를 재구성하는 것이 아니라 MFA의 서비스 범위를 벗어날 경우에만 멀티캐스트 전송 트리를 재구성하기 때문에 좀 더 효율적인 멀티캐스팅이 가능하다.

본 논문에서 고려하는 네트워크 모델은 (그림 1)과 같이 계층적 트리 구조를 가진 도메인을 구성하고 Mobile IP를 기반으로 한 지역적 등록 방법을 사용하는 유·무선이 혼합된 네트워크이다.

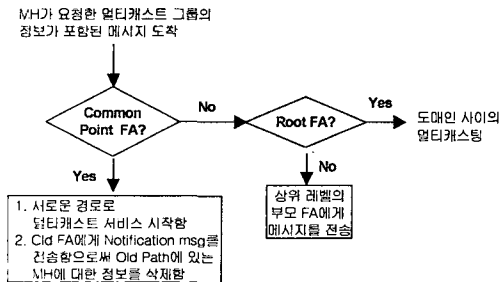


(그림 1) 제안된 네트워크 모델

3.2 제안된 프로토콜의 동작

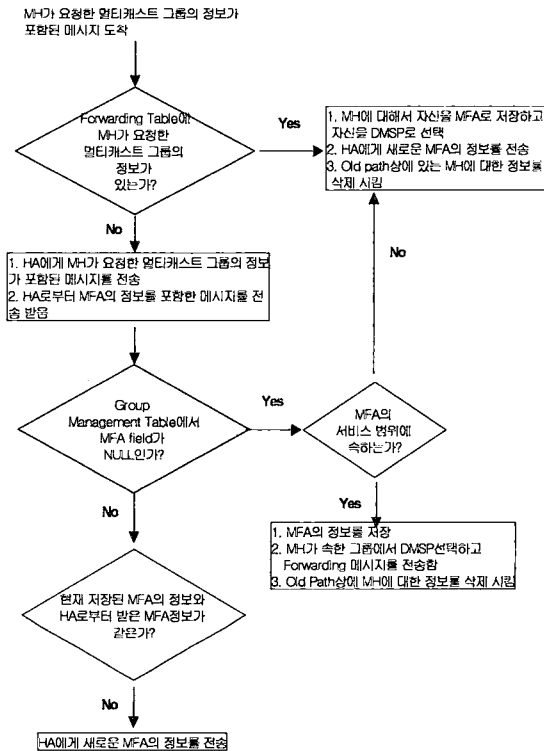
3.2.1 MH가 도메인 내에서 이동할 경우

MH(Mobile Hosts)는 지역적 등록 방법을 사용함으로써 Common FA를 발견하고, 이 FA를 향하여 등록요청메시지를 전송하는 것과 병행하여 가입하고자 하는 멀티캐스트 그룹의 정보가 포함된 메시지를 현재 자신이 위치하고 있는 FA에게 전송한다. 본 논문에서의 Common FA는 MH가 요청한 멀티캐스트 그룹의 정보를 이미 가지고 있는 FA를 의미한다. 이 FA는 이전의 멀티캐스트 전송 경로에서 새로운 멀티캐스트 전송 경로로 변경해 주는 역할을 하며, 중간 FA나 Root FA가 될 수 있다. 계층적 트리 구조로 구성된 도메인 내의 FA들은 (그림 2)처럼 동작한다.



(그림 2) 도메인 내에서의 FA 동작 과정

3.2.2 MH가 도메인 사이클 이동할 경우

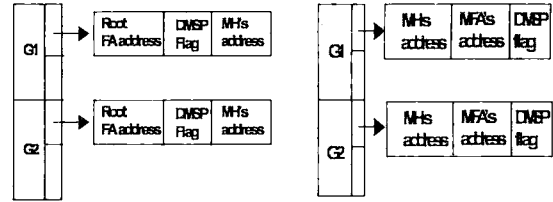


(그림 3) Root FA의 동작 과정

MH(Mobile Hosts)가 새로운 도메인으로 이동을 하면, HA (Home Agent)에게 등록 요청하는 과정과 병행하여 멀티캐스트 데이터그램을 받기 위한 절차가 수행된다. 각 MH에 대해서 초기에 MFA(Multicast Forwarding Agent)는 HA로 선택되어 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행하고 MH가 자신의 범위 내에 있을 동안 멀티캐스트 데이터그램을 터널링 해 준다. MH가 이동을 하여 MFA의 서비스 범위를 벗어나면, 방문 한 새로운 도메인의 Root FA가 자신을 MFA로 선택하고 멀티캐스트 그룹에 조인을 수행한 후, 또 다시 자신의 서비스 범위만큼 MH에게 터널링을 해 주게 된다. 또한 MH가 이동한 새로운 도메인의 Root FA가 자신이 이미 MH가 요청한 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있다면, 이 MH가 MFA의 서비스 범위 안에 포함될 지라도 자신을 MFA로 정보를 갱신한다. Root FA들의 동작과정은 (그림 3)과 같다.

제안된 프로토콜을 수행하기 위해 Root FA가 유지해야 하는 데이터 구조는 (그림 4)와 같다. Forwarding Table은 Root FA가 MFA로 역할을 할 때 자신이 터널링을 할 필요가 있는 MH에 대한 정보들을 유지하며, Group Management Table은 모든 Root FA가 자신의 도메인 내에 위치하는 MH에 대한 멀티캐스트 그룹 정보를 유지하고 있다.

이 방법도 Root FA의 입장에서 터널 집중 현상이 발생한다. 즉, 하나의 Root FA에, 서로 다른 MFA로부터 같은 그룹



(그림 4) Root FA가 유지하고 있는 Forwarding Table과 Group Management Table

의 멀티캐스트 데이터그램을 수신하는 MH가 많을 경우 나타난다. DMSP(Designated Multicast Service Provider)를 선택함으로써 이 문제를 해결하였지만 여전히 DMSP 핸드 오프 문제는 남아 있다. 하지만, 제안된 방법은 기존의 프로토콜과는 달리 지역적 등록 방법을 사용하는 도메인을 구성하였기 때문에 해당 멀티캐스트 그룹에서 DMSP가 변경될 때만 DMSP 핸드오프가 일어나기 때문에 발생률은 낮아진다. 또한 MH가 HA에게 등록하는 횟수를 줄이기 때문에 낮은 대역폭을 가지는 이동 네트워크 환경에서 효율적이다.

4. 결론 및 추후연구

본 논문에서는 이동 네트워크 환경에서 멀티캐스팅을 지원하기 위한 여러 연구들에 대한 문제점을 검토하였다. 이러한 환경에서 멀티캐스팅의 효율성을 개선하기 위해서 계층적 트리 구조의 도메인을 구성하여 MFA와 홉 카운터로 정의된 MFA의 서비스 범위를 사용하는 방안을 제시하였다. 이는 기존의 방법에서 나타나는 문제점인 멀티캐스트 전송 트리의 재구성성의 오버헤드를 줄이고 네트워크 대역폭의 효율성도 높인다.

앞으로는 시뮬레이션을 통하여 제안된 프로토콜의 성능을 검증한 후, 기존 연구들의 결과와 타당성 및 효율성을 비교, 분석할 예정이다.

5. 참고 문헌

[1]A. Acharya, A. Bakre, and B.R. Badrinath, "IP Multicast Extensions for Mobile Internetworking", INFOCOM '96, pp.67-79  
 [2]C.K. Miller, Multicast Networking and Applications, Addison Wesley, 1998  
 [3]C. Perkins, IP mobility support, RFC2002  
 [4]T.G. Harrison, C.L. Williamson "Mobile Multicast (MoM) Protocol: Multicast Support For Mobile Hosts", ACM MOBICOM '97, pp.151-160  
 [5]V.Chikarmane, C. L. Williamson "Multicast Support for Mobile Host Using Mobile IP : Design issues and Proposed Architecture", ACM. Baltzer Mobile Networks and Applications, pp.365-379,1998  
 [6]H. Omar, T. Saadawi and M. Lee "Multicast Support for Mobile-IP with the Hierarchical Local Registration Approach", WOWMOM 2000  
 [7]Lin, C. R., Kai-Min Wang "Mobile Multicast Support in IP Network", INFOCOM 2000. Vol3, pp.1664-1672