

HA 라우팅 기반의 개선된 멀티캐스트 제공 방안¹

김인경^{0*} 하정락^{**} 현은희^{**} 김상하^{*}

충남대학교 컴퓨터학과^{*}
한국전자통신연구원^{**}

(ikkim, shkim)@cclab.cnu.ac.kr (jlha, ehhyun)@etri.re.kr^{**}

Enhanced IP Multicast Provisioning Scheme Based on HA Routing

In-Kyeong Kim^{0*} Jeong-Lak Ha^{**} Eun-Hee Hyun^{**} Sang-Ha Kim^{*}

Department of Computer Science, Chungnam National University^{*}
Electronics and Telecommunication Research Institute^{**}

요 약

IETF Mobile IP는 이동 컴퓨팅 환경에서 IP 멀티캐스트를 지원하기 위한 메커니즘으로 HA 기반 라우팅과 FA 기반 라우팅을 간략히 언급하고 있다. FA 기반 라우팅의 경우, 단말기 이동 시 멀티캐스트 트리를 재구성하는 오버헤드가 존재하는 단점이 있다. 반면, HA 기반 라우팅의 경우, 단말기 이동 시 경로 최적화가 이루어지지 않는 단점에도 불구하고, 멀티캐스트 트리 수정에 대한 오버헤드가 존재하지 않은 장점이 있다. 이러한 장점은 망의 안정성을 높일 수 있기 때문에 많은 연구에서 HA 기반 라우팅을 채택하고 있다. 하지만, 기존의 HA 기반 라우팅 방법에서 가장 큰 장애 요소는 터널링 집중화 현상이며, 이를 해결하기 위해 Mobile Multicast(MoM) 등에서 정성적인 방법을 제안하고 있지만, 구체적인 프로토콜이 없으며 모든 HA들이 관여하는 복잡도로 인해 실제로 망에 배치되는 데 한계성을 가진다. 본 논문에서는 현재의 Mobile IP 메시지의 간단한 확장과 FA에 멀티캐스팅을 위한 기능을 추가하여, 터널링 집중화 현상을 해결하는 프로토콜을 제안하고자 한다. 제안되는 프로토콜은 현재의 모든 IP 멀티캐스트를 수용하고, Mobile IP와의 호환성을 유지한다.

1. 서 론

현재 이동 컴퓨팅 환경에서 이동 단말기의 위치 변화에 따른 접속 지점에 관계없이 IP 멀티캐스트 서비스를 지속적으로 제공하기 위한 연구가 IETF의 Mobile IP(MIP) Working Group에 의해서 논의되고 있으며, 크게 HA 기반 라우팅 방법과 FA 기반 라우팅 방법으로 나누어진다[1].

FA 기반 라우팅 방법은 이동 단말기가 이동한 새로운 FA가 직접 해당 멀티캐스트 그룹에 참가함으로써 멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법이다. 이 방법은 이동 단말기의 이동 시 멀티캐스트 트리가 재구성됨에 따라 멀티캐스트 패킷의 전송 경로가 최적화된다. 하지만, 멀티캐스트 트리의 재구성은 단말기의 잦은 핸드오프가 발생할 경우, 멀티캐스트 트리의 재구성의 오버헤드는 실제 망의 적용에 있어 확장성 문제를 갖게 된다.

반면, HA 기반 라우팅 방법은 이동 단말기와 HA 사이에 양방향 터널링을 설정함으로써, 이동 단말기로 보내어지는 모든 데이터 패킷이 항상 HA를 경유하여 현재 이동 단말기가 접속하고 있는 FA까지 전송되는 방법이다. 이 방법은 기존의 멀티캐스트 그룹에 해당하는 트리를 재구성하는 오버헤드 없이 그대로 유지한다. 그러나, 이동 단말기의 이동에도 불구하고, 기존의 멀티캐스트 트리를 그대로 유지함에 따라 멀티캐스트 데

이터의 전송 경로가 최적화되지 못할 뿐만 아니라, 이동 단말기 이동 시, 모든 멀티캐스트 패킷에 대해 IP 유니캐스트와 같은 터널링을 적용함으로써 전송 지연이 발생하게 된다. 그럼에도 불구하고, FA 기반 라우팅 경우에 비해 이동 단말기의 이동 시 새로 멀티캐스트 트리를 구성할 필요가 없기 때문에, 실제로 망에 적용될 가능성이 높다.

그러나, HA 기반 라우팅 방법을 실제 망에 적용하는 데 있어 해결해야 할 가장 큰 문제점은 터널링 집중화 현상이다. 터널링 집중화 현상이란, 같은 FA에 접속해 있는 이동 단말기의 HA가 다른 경우, 서로 다른 HA에서 같은 멀티캐스트 패킷을 FA로 전송하는 경우를 말한다. 이 경우, 중복된 멀티캐스트 패킷에 대한 필터링을 통해 중복된 수신을 막을 수 있지만, 자원의 효율적 사용이라는 멀티캐스트 전송 기법의 장점이 손실된다. 따라서, HA 기반 라우팅 방법을 실제 망에 적용하기 위해서는 터널링 집중화 현상을 해결할 수 있는 메커니즘이 정의되어야 한다. HA 기반 라우팅의 대표적인 방법으로 Mobile Multicast(MoM) [2]이 제안되었다. MoM의 경우, 터널링 집중화 현상을 방지하기 위하여 해당 그룹에 대해 FA에서 각 HA들 중 하나를 Designated Multicast Service Provider(DMSP)로 설정함으로써, DMSP로 설정된 HA만이 FA로 패킷을 터널링할 수 있도록 구성하였다. 하지만, 이러한 DMSP를 설정하는데 필요한 구체적인 방법을 결정해야 하고, 각각의 HA간에 DMSP를 선정하기 위한 동일한 프로토콜이 탑재되어야 하는 오버헤드가 존재한다.

¹ 이 연구는 한국전자통신연구원의 위탁과제로 수행되었습니다.

본 논문은 MoM과 같이 HA 기반 라우팅 방법의 터널링 집중화 현상을 해결할 수 있는 메커니즘을 제안하고자 한다. 터널링 집중화 현상은 각각의 FA가 HA에게 멀티캐스트 바인딩을 전송함으로써 발생하게 된다. 따라서, FA로부터 해당 멀티캐스트 그룹에 관련된 하나의 멀티캐스트 바인딩 정보만이 HA로 전송되게 된다면 이러한 터널링 집중화 현상을 방지할 수 있다. 제안 메커니즘의 경우, MIP의 제어 메시지의 확장 FA의 멀티캐스트 기능의 탑재만으로 터널링 집중화 현상을 방지할 수 있도록 한다. 즉, 처음으로 FA에 접속한 이동 단말기만이 멀티캐스트 바인딩 정보를 HA로 전송하게 되고, 이후에 접속한 이동 단말기들은 멀티캐스트 바인딩이 아닌 유니캐스트 바인딩을 사용함으로써 터널링 집중화 현상을 방지한다. 따라서, MoM과 같이 추가적으로 요구되는 오버헤드를 상당히 줄일 수 있고, MIP와 호환성 측면에서도 뛰어나게 된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 현재 제안되고 있는 이동 컴퓨팅 환경에서의 멀티캐스트 기법과 연구 방향을 설명한 서론에 이어, 2장에서는 제안하고자 하는 메커니즘에 대해 설명한다. 마지막으로 3장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 제안 메커니즘

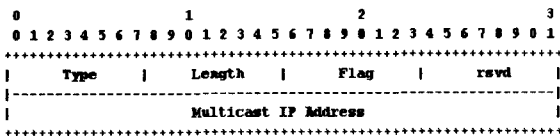
HA기반의 라우팅 방법의 터널링 집중화 현상을 방지하기 위하여 제안된 메커니즘은 특정 멀티캐스트 세션에 대해 오직 한번의 멀티캐스트 바인딩을 사용하게 된다. 즉, 이후에 도착하는 이동 단말기의 HA로는 멀티캐스트 바인딩 정보를 포함하지 않는 등록 메시지를 전송하게 된다. 본 메커니즘을 적용하기 위해서는 다음의 동작 과정에 대한 설명이 필요하다.

- 1) 새로 추가되어야 하는 메시지 형식
- 2) 멀티캐스트 바인딩 수행 절차
- 3) 바인딩 정보를 유지하는 HA의 변경시 절차

본 장에서는 위의 대한 수행 절차를 차례로 설명한다.

2.1 메시지 형식

제안 메커니즘에서는 MIP와의 호환성을 유지하기 위하여, 확장이 가능한 기존의 MIP 제어 메시지를 사용한다. 확장된 제어 메시지는 기본적으로 해당 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 포함할 수 있도록 구성된다. 이 때, 이 확장 제어 메시지를 통해서 전송되는 멀티캐스트 세션에 대한 정보는 HA와 FA에서 캐쉬 테이블로 유지하게 된다. [그림 1]은 MIP 제어 메시지의 수정이 가능한 확장 영역에 멀티캐스트 그룹에 대한 정보를 포함하는 메시지 형식을 나타낸다.



[그림 1] 확장 메시지 형식

2.2 멀티캐스트 바인딩 수행 절차

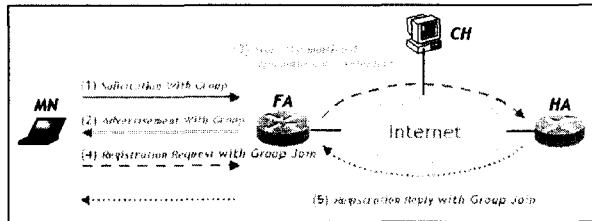
이동 단말기가 새로운 FA로 접속하게 되는 경우, 단말기는 확장 MIP 광고 요청 메시지를 FA에게 전송하게 된다. 이를 통해 단말기는 자신이 서비스 받고자 하는 특정 멀티캐스트 세션에 대한 정보를 확장 메시지에 추가함으로써 FA에게 알리게 된다.

이 메시지를 받은 FA는 메시지를 전송한 각 이동 단말기들의 정보를 캐쉬 테이블로 유지하게 된다. FA는 자신의 캐쉬 테이블을 참조하여 현재 이동 단말기가 요청한 그룹에 대하여 서비스가 이루어지고 있는지를 확인한다. 이후, 서비스가 되고 있는 그룹의 정보를 확장 광고 메시지에 추가한다. 이 메시지는 FA에 의해서 다시 자신의 서브넷으로 전송된다.

FA에 접속되어 있는 이동 단말기들은 FA로부터 전송된 확장 MIP 광고 메시지를 받은 후 자신이 접속되어 있는 FA가 참가되어 있는 멀티캐스트 세션에 대한 정보를 얻게 된다. FA로부터의 확장 광고 메시지에 자신이 참가하고자 하는 그룹 정보가 포함되어 있지 않을 경우, 이동 단말기는 자신이 현재 접속한 FA에서 해당 멀티캐스트 그룹에 참가하고자 하는 첫번째 사용자임을 알게 된다. 따라서, 이동 단말기는 HA와의 멀티캐스트 바인딩을 수행하여 자신의 HA에게 전송되어져 오는 멀티캐스트 패킷에 대하여 자신이 접속해 있는 FA로의 터널링을 요구해야만 한다.

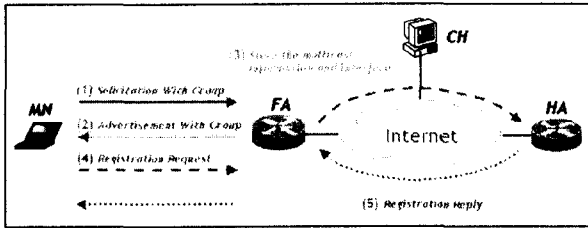
FA로의 터널링을 위해서, 단말기는 자신의 HA에게 멀티캐스트 그룹 정보를 포함한 확장 MIP 등록 요청 메시지를 전송한다. 이 때, 이 메시지를 받은 HA는 멀티캐스트 그룹의 주소와 FA의 주소를 자신의 캐쉬 테이블에 유지하여야 한다. 이 캐쉬 테이블의 매핑 정보는 터널링을 위하여 사용되게 된다. 확장 MIP 등록 요청 메시지를 받은 HA는 위의 과정을 수행한 후에, 이동 단말기에게 등록 완료를 알리기 위해 확장 등록 응답 메시지를 FA에게 전송하게 된다. 이 확장 등록 응답 메시지가 FA에 도착하면, FA는 이 그룹 정보 뿐만 아니라 등록을 요청한 이동 단말기의 주소를 자신의 캐쉬 테이블에 삽입하게 되고, 확장 등록 응답 메시지를 이동 단말기에게 전송한다.

위의 과정을 통해서 제안 메커니즘은 기존의 MIP 제어 메시지의 간단한 확장만으로 MIP와 뛰어난 호환성을 유지하면서 멀티캐스트 서비스를 제공하게 된다. [그림 2]은 이동 단말기가 참가하고자 하는 멀티캐스트 세션에 참가하고 있지 않은 새로운 FA로 이동했을 경우의 멀티캐스트 바인딩 과정을 나타낸다.



[그림 2] 멀티캐스트 바인딩 과정

만약, FA로부터 수신한 확장 광고 메시지에 자신이 참가하고자 하는 그룹 정보가 포함되어 있을 경우, 이동 단말기는 기존의 확장되지 않은 MIP 등록 요청 메시지를 전송하여 HA와의 유니캐스트 바인딩만을 유지하도록 한다. 이를 위해서, FA에 자신의 캐쉬 테이블의 매핑 정보에 따라 멀티캐스트 바인딩을 수행할 것인지, 유니캐스트 바인딩을 수행할 것인지를 결정하는 기능이 추가되어야 한다. 결국, 제안된 메커니즘은 이미 설정되어 있는 멀티캐스트 세션에 대한 중복된 바인딩을 방지함으로써 터널링 집중화 현상을 해결할 수 있다. [그림 3]는 이동 단말기가 해당 멀티캐스트 세션에 참가되어 있는 FA로 이동했을 경우의 유니캐스트 바인딩 과정을 나타낸다.

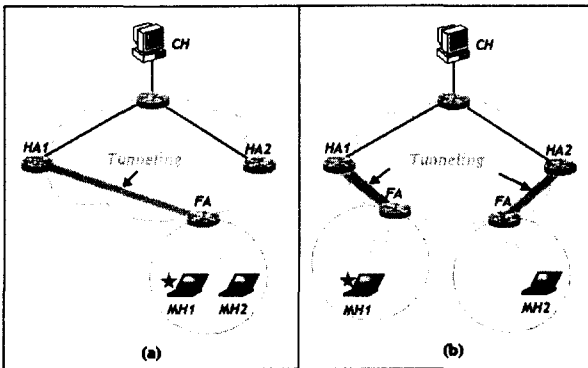


[그림 3] 유니캐스트 바인딩 절차

2.3 멀티캐스트 제공 HA의 변경

위의 과정을 통하여 터널 집중화 현상을 제거할 수 있는 HA 기반 라우팅 방법을 설명하였다. 하지만, 이러한 메커니즘을 현재의 망에 구현하는데 있어 아직 고려해야 할 사항이 존재한다. 가장 큰 문제점은 멀티캐스트를 제공하는 HA를 변경해야 하는 경우이다. 즉 특정 이동 단말기가 다른 FA로 이동하는 경우, 특정 이동 단말기의 HA가 기존의 FA로 멀티캐스트 서비스를 제공하고 있었다면 기존의 FA는 다른 HA로부터 멀티캐스트 서비스를 제공받아야만 한다.

[그림 4]는 현재 접속해 있는 FA로 멀티캐스트 서비스를 제공하는 HA와 멀티캐스트 바인딩이 설정되어 있는 이동 단말기가 다른 FA로 이동하였을 경우, 다른 HA에 속한 이동 단말기로서의 서비스 제공을 위해 멀티캐스트 서비스를 제공하는 HA를 변경하는 것을 나타낸 것이다.



[그림 4] 멀티캐스트 제공 HA의 변경 예

이 문제 또한 기존의 MIP 제어 메시지의 확장만으로 해결

가능하다. FA는 기본적으로 그룹의 주소와 이동 단말기 주소를 유지하게 된다. 따라서, 주기적으로 확장된 MIP 광고 메시지를 자신의 서버넷에 전송하게 된다. 이 메시지는 오직 FA에 멀티캐스트 패킷을 터널링 하고 있는 HA의 네트워크 주소를 홈 주소로 갖는 이동 단말기만이 받게 된다. 이 단말기가 위의 메시지를 받게 되면 자신이 아직 FA에 있다는 것을 알리기 위하여 확장된 MIP 광고 요청 메시지를 FA에 전송하게 된다.

하지만 이동 단말기가 다른 FA로 이동한 경우, MIP 광고 메시지에 대한 응답은 FA에게 전송되지 않게 된다. 이 경우, FA는 자신의 캐쉬 테이블에서 후보자 정보를 검색하여 그 단말기에게 확장된 그룹 정보를 받은 MIP 광고 메시지를 전송하게 된다. 이 MIP 광고 메시지를 받은 이동 단말기가 존재하게 된다면 확장된 MIP 광고 요청 메시지를 FA에 전송하는 동시에 자신의 HA에게 확장된 MIP 등록 요청 메시지를 전송하게 된다. 이후, FA는 더 이상 MIP 광고 메시지를 전송하지 않으며, 등록 요청 메시지를 받은 HA는 이후에 전송되는 멀티캐스트 패킷을 해당 FA로 터널링 하게 된다.

위의 과정을 통하여 특정 멀티캐스트 서비스에 대하여 FA에 접속해 있는 이동 단말기들의 HA중 하나의 HA가 새롭게 FA로 해당 멀티캐스트 서비스에 대한 멀티캐스트 바인딩을 설정하게 된다. 그러나, 이러한 제어 메시지를 통한 새로운 연결 설정 기간 동안 서비스가 단절되는 것은 불가피할 수 밖에 없다. 하지만, 이동시의 서비스 단절은 단지 멀티캐스트 서비스에 국한된 문제가 아니고, 일반적인 이동 컴퓨팅 환경의 문제이기 때문에 본 논문에서는 심각하게 고려하지 않는다..

3. 결론 및 향후 연구 방향

HA 기반의 라우팅을 이용한 멀티캐스트 제공 기법의 문제점은 크게 두 로가치 요약된다. 하나는 경로의 최적화가 이루어지지 않는 것이고 다른 하나는 터널 집중화 현상이다. 본 논문은 터널링 집중화 현상을 방지하기 위하여 오직 하나의 이동 단말기만이 HA에게 확장된 등록 메시지를 전송하게 함으로써 터널 집중화 현상을 방지할 수 있는 메커니즘을 제안하였다.

본 연구와 관련하여 보다 구체적인 서비스 제공 메커니즘에 대한 연구와 서비스 단절 시간을 최소화 할 수 있는 보다 확장된 메커니즘에 대한 연구가 계속 될 것이다.

[참고문헌]

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support," Internet Engineering Task Force, RFC 2002, October 1996.
- [2] T. G. Harrison et al., "Mobile Multicast(MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts," MOBICOM 97, September 1997.
- [3] J. D. Solomon, *Mobile IP: The Internet Unplugged*, Prentice Hall, 1998.
- [4] C. R. Lin et al., "Mobile Multicast Support in IP Network," IEEE INFOCOM 2000.
- [5] G. Xylomenos et al., "IP Multicast for Mobile Hosts," IEEE Communication Magazine, January 1997.