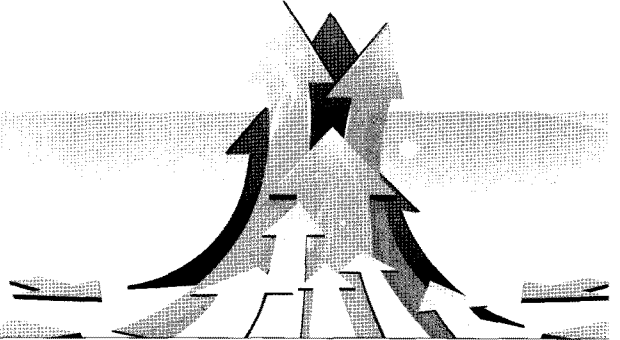


모바일 IPTV 지원을 위한 모바일 멀티캐스팅 기술 표준 동향



전 세 일 송실대학교 정보통신전자공학부 박사과정

김영 한 송실대학교 정보통신전자공학부 교수



1. 머리말

스마트폰, PMP 등과 같은 소형화된 모바일 디바이스의 폭발적인 보급과 세션 기반의 다양한 네트워크 애플리케이션이 등장함에 따라 IP 레벨의 이동성 관리 기술은 미래 무선 네트워크에서의 핵심적인 요소 기술로 인식되고 있다. 대표적인 IP 이동성 관리 기술로는 Mobile IPv6[1]이 있으나 호스트 중심의 프로토콜 설계로 다양한 성능 이슈를 발생시킴으로 인해 2008년 IETF NETLMM WG을 통해 네트워크 기반 Proxy Mobile IP(PMIPv6)이 새로운 표준으로 제정되어 현재 이를 기반으로 활발한 연구가 진행 중이다[2].

PMIPv6은 기존 호스트 기반 이동성 관리 방안과 달리 단말에 이동성 감지 및 바인딩 업데이트, 같은 PMIPv6 도메인에서 IP 주소의 재생성과 같은 이동성 관리와 관련된 어떠한 기능도 요구하지 않는다. 이러한 프로토콜 설계는 이동성 관리 기능의 성능 향상으로 이어지고, 이동통신 사업자 입장에서는 단말과 무관하게 네트워크의 최적화 및 추후 기능 확장에까지 용이하다는 장점으로 인해 여러 표준 기관들로부터 차세대 IP 이동성 관리 프로토콜로서 폭넓게 채택되어 사용되

고 있다[3][4].

그러나 PMIPv6은 IPTV와 같은 실시간 멀티미디어 서비스 제공을 위한 핵심 요소 기술인 IP 멀티캐스팅 지원 방안을 명시하지 않고 있다[2]. 이에 따라 PMIPv6 기반의 모바일 멀티캐스팅 네트워크 설계를 위한 IETF MULTIMOB(Multicast Mobility) 워킹그룹이 새롭게 신설되어 관련 방안에 대한 표준 작업이 진행 중에 있다.

본 고에서는 모바일 IPTV 서비스 분야에서 핵심 기술로 떠오르고 있는 PMIPv6 멀티캐스팅의 기술 표준 동향과 관련하여 IETF MULTIMOB 워킹그룹을 중심으로 핵심 현황들을 살펴보고자 한다.

2. 표준화 진행현황

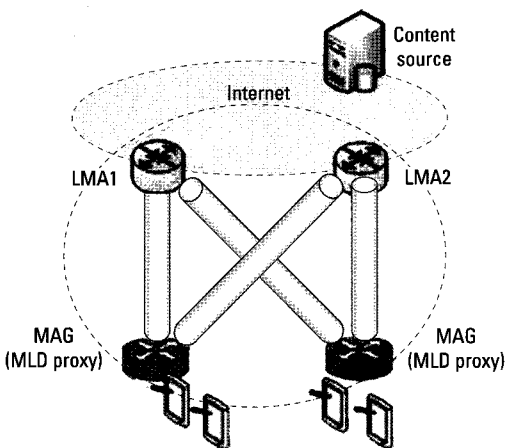
2.1 IETF MULTIMOB 워킹그룹

IETF MULTIMOB 워킹그룹은 2009년 처음 만들어졌으며, PMIPv6 기반의 이동성 관리 네트워크 하에서 멀티캐스트 지원 방안을 위한 프로토콜 기술의 표준을 담당하고 있다. 초기 워킹그룹에서는 두 가지의 마일스톤 상의 목표를 가지고 진행되었다. 첫 번째는 PMIPv6 네트워크에서 멀티캐스트의 적용 방안과 두

번째로 IGMP/MLD 프로토콜을 모바일 환경에서의 최적화하기 위한 표준을 도출하는 것으로 이러한 작업은 PMIPv6 프로토콜 및 엔티티들의 수정과 IP 멀티캐스팅의 멤버십 프로토콜인 IGMP/MLD 프로토콜 및 파라미터의 수정, 단말에 어떠한 수정도 없이 지원되어야 함을 전제로 진행되었다. 그 결과 2011년 4월 기본적인 PMIPv6 멀티캐스팅을 위한 Informational 분류의 RFC 문서가 제정되었다[5].

2.2 표준 PMIPv6 멀티캐스팅 구조

2.2.1 표준 PMIPv6 멀티캐스팅을 위한 네트워크 구조



[그림 1] 표준 PMIPv6 멀티캐스팅을 위한 참조 네트워크 모델

표준 PMIPv6 멀티캐스팅 방안은 PMIPv6 프로토콜 및 컴포넌트들의 수정없이 IP 멀티캐스팅 기반의 데이터 전달이 가능한 프레임워크를 제공한다. 멀티캐스팅 라우팅 기능이 LMA에 위치하고, IGMP /MLD 프로시[6] 기능이 MAG에서 작동된다. 이에 따라 MAG는 LMA 대신 MLD(Multicast Listener Discovery) 질의 메시지를 주기적으로 단말에게 전송하고, 단말로부터 MLD 채널 등록 메시지를 수신하여 멀티캐스트 채널을 관리한다. LMA가 수신하는 MLD 채널 요청 메시지는 MAG의 링크 로컬 주소로부터 이러한 PMIPv6 멀티캐스팅 네트워크 구조 하에 멀티캐스트 패킷은 LMA에서

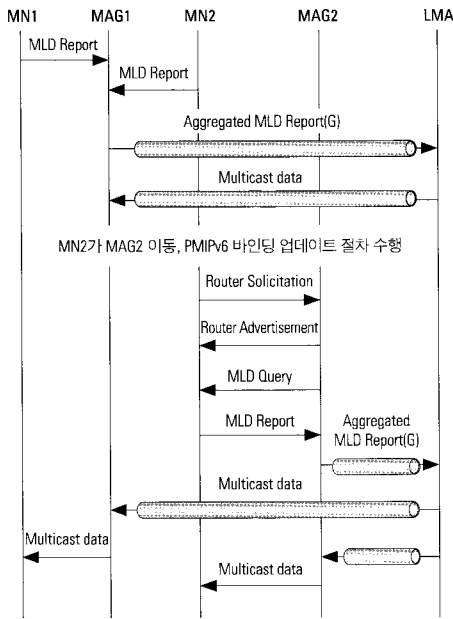
PMIPv6 터널을 통해 MAG까지 전달되며, MAG는 무선 링크를 통해 단말까지 최종 전달한다.

<표 1> IETF MULTIMOB 워킹그룹의 목표 및 마일스톤 정리

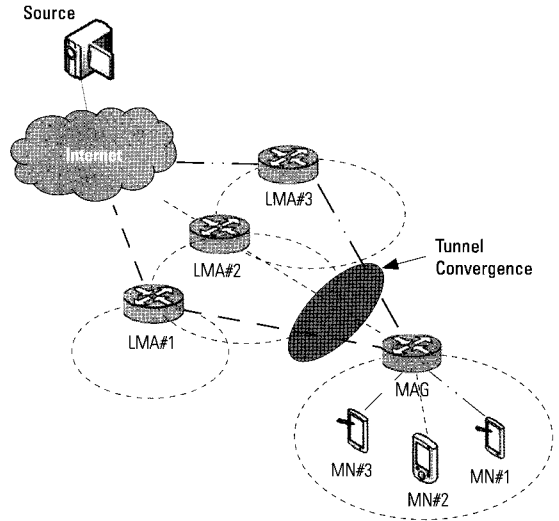
목표 시한	목표 내용
2010년 11월	이동성을 위한 IGMPv3/MLDv2의 튜닝을 위한 문서의 초기 버전 작성
2011년 04월	이동성을 위한 IGMPv3/MLDv2의 튜닝을 위한 문서의 출판(Information 혹은 Best Current Practice 버전)
2011년 06월	터널 컨버전스 문제 해결을 위한 PMIPv6 라우팅 최적화에 관한 문서의 초기 버전 작성
2011년 11월	PMIPv6 멀티캐스트 소스 이동성 방안에 관한 문서의 초기 버전 작성
2011년 11월	PMIPv6 핸드오버 최적화에 관한 문서의 초기 버전 작성
2012년 06월	인터넷 표준 문서 출판을 위해 PMIPv6 라우팅 최적화 문서의 IESG 제출
2012년 11월	인터넷 표준 문서 출판을 위해 PMIPv6 핸드오버 최적화 문서의 IESG 제출
2012년 11월	인터넷 표준 문서 출판을 위해 PMIPv6 소스 이동성 방안 문서의 IESG 제출
2012년 12월	IGMPv3 혹은 MLDv2에 관련하여 추가적인 최적화 이슈 여부 결정
2012년 12월	진행 상황에 따라 Recharter 여부 결정

2.2.2 핸드오프 절차

[그림 2]는 표준 PMIPv6 멀티캐스팅 모델에서 핸드오프 절차를 나타낸다. 단말로부터 MLD 리포트 메시지를 수신한 MAG는 MLD 프록시 기능에 따라 하나의 MLD 리포트 메시지로 LMA에 전송된다. 이후 멀티캐스트 데이터는 MAG와 LMA 사이에 형성된 PMIPv6 터널을 통해 전달된다. 단말 MN2가 MAG2로 이동한 후 RFC 5213 [2]에 정의된 PMIPv6 바인딩 절차가 수행되며, 이후 단말과 MAG 간의 MLD 질의 및 리포트 메시지의 교환 이후 멀티캐스트 데이터 전송이 이루어진다. 멀티캐스트 데이터 전달을 위해 기존 PMIPv6 네트워크에서는 기존 프로토콜에서의 어떠한 수정도 요구되지 않는다.



[그림 2] 표준 PMIPv6 멀티캐스팅을 위한 참조 네트워크 모델



[그림 3] 표준 PMIPv6 멀티캐스팅 방안에서 발생하는 터널 컨버전스 문제

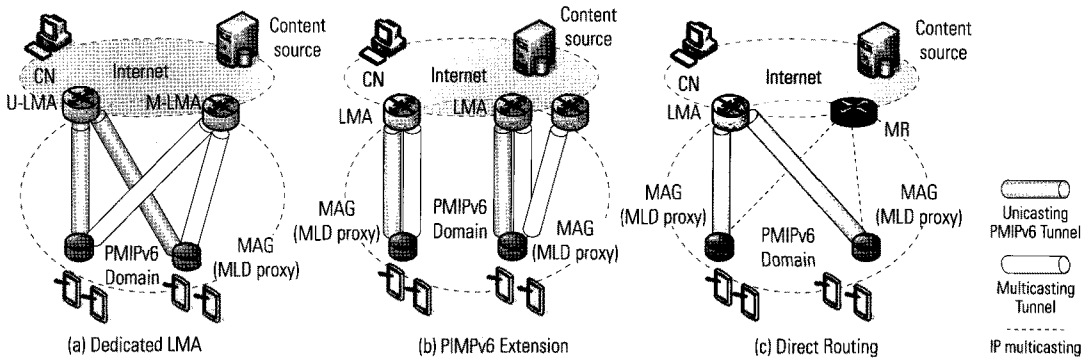
2.2.3 터널 컨버전스 이슈 및 제안 기법들

터널 컨버전스 문제의 발생은 PMIPv6 네트워크가 갖는 망 구조에 기인한다. PMIPv6 네트워크에서의 데이터 전송은 LMA와 MAG 사이의 형성된 IP-in-IP 터널을 통해 이루어지며, 하나의 MAG는 각각의 단말이 속한 LMA들과 연결을 맺게 된다. 이러한 네트워크 모델 하에서 [그림 3]과 같이 하나의 MAG에 접속한 3개의 이동 단말들이 같은 멀티캐스트 채널에 대해 서로 다른 3개의 LMA에서 이동성 관리 기능을 제공 받는 경우, 서로 다른 통해 PMIPv6 터널을 통해 중복적인 멀티캐스트 패킷을 수신하게 된다. 즉 여러 개의 터널이 몰린다고 하여 터널 컨버전스라는 이름이 명명되었다. 이는 MAG에 중복적인 멀티캐스트 처리를 위해 불필요한 프로세스 오버헤드와 함께 심각한 자원 낭비를 초래하게 되어, 실제 운영 모델을 고려할 때 효과적이지 못하다는 문제점을 갖는다. 이를 해결하기 위해 세 가지 방안들이 [그림 4]와 같이 제안되었다.

[그림 4]의 (a)는 캐나다 InterDigital과 스페인 마드리드 대학이 공동으로 제안한 지정된 멀티캐스트 LMA 방안을 나타낸다[7]. 해당 기법에서의 핵심은 멀티캐

스팅을 수신을 위한 전용 LMA를 따로 배치하는 것으로, 모든 MAG는 멀티캐스트 LMA(M-LMA)와 터널 인터페이스로 연결되어 멀티캐스트 패킷을 수신하게 된다. 지정된 LMA는 터널 컨버전스 문제를 해결하며, 기존 LMA에 멀티캐스팅을 위한 추가적인 기능을 전혀 요구하지 않는다. 그러나 하나의 M-LMA에 연결된 모든 MAG에 패킷을 터널로 전송해야 하기 때문에 과도한 패킷 복사에 따른 부하 발생과 터널헤더의 오버헤드 비용이 크다는 문제점을 갖고 있다. 또한 이번 회의에서 제기된 것으로서 M-LMA는 모바일 단말별로 어떠한 상태 및 정보 관리를 하는 것이 아니며, MAG별로 멀티캐스트 패킷을 전송하는 기능만을 담당하기에 LMA(Local Mobility Anchor)라는 이름에 맞지 않는 논란이 추가적으로 제기되었다.

[그림 4]의 (b)와 같이 일본 게이오 대학에서 제안된 PMIPv6 멀티캐스트 확장 방안은 LMA와 MAG에 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과 MLD 프록시 기능의 배치 방법에 따라 가능한 시나리오들을 열거했다[8]. 그러나 전체 시나리오에서 공통적으로 제시하고 있는 핵심 제안은 하나의 MAG마다 멀티캐스트 수신을 위한 LMA



[그림 4] 터널 컨버전스 문제 해결을 위한 제안된 방안들

를 하나만 갖도록 하자는 것이다. 이를 통해 터널 컨버전스 문제의 해결과 함께 M-LMA에서 패킷 복사의 과부하 문제를 함께 해결하고 있다. 여기에 추가적으로 멀티캐스트 핸드오버 지연 시간을 줄이기 위해 MAG 간의 컨텍스트 전달을 통한 핸드오버 최적화 방안을 결합하여 컨텍스트 메시지에 포함된 채널 정보를 확장된 PBU-M에 실어 LMA에 전달하도록 하였다. 이를 통해 빠른 멀티캐스트 트리 가입을 유도하고 있다. 그러나 멀티캐스트 터널이 개별 단말과 관련된 것이 아니기 때문에 PBU 시그널을 기반으로 하는 것이 바람직하지 않다는 논란이 제기되었다. 또한 멀티캐스트 터널 설정을 위해 이를 기존 유니캐스트 터널과 비교하여 구체화할 수 있는 방법이 추가적으로 설명되기를 요구되었다.

직접 라우팅 기법은 [그림 4]의 (c)와 같이 한국 송실대학교에서 제안된 기법으로 기존 IP 멀티캐스팅 인프라를 활용한 방법을 제안하고 있다[9]. 직접 라우팅 기법은 MAG에 MLD 프로세스 기능을 제외하고 기존 PMIPv6 컴포넌트에 멀티캐스팅을 위한 어떠한 수정 및 확장을 요구하지 않는다. 이는 터널 컨버전스 문제를 완벽하게 해결할 수 있으며, 콘텐츠 소스로부터 MAG까지 터널 전송을 하지 않기 때문에 패킷 오버헤드를 줄일 수 있는 장점을 가진다. 또한 기법은 인터넷에 위치한 포털 사업자의 콘텐츠가 아닌 ISP가 확보하고 있는 콘텐츠의 경우 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 이용

한 네트워크의 도움없이 MAG와 직접 연결을 통해 전달이 가능하며, 실제 ISP 사업자의 비즈니스 모델에 잘 부합된다는 특징도 함께 갖고 있다.

3. 그 밖의 표준 이슈

앞 장에서 제시된 터널 컨버전스 이슈 외에 진행되고 있는 추가적인 표준 이슈는 다음과 같다. 첫 번째는 단말과 MAG 간의 무선 환경에 최적화된 IGMP/MLD 파라미터 튜닝이며, 두 번째는 멀티캐스팅 핸드오버 지연 시간을 줄이기 위한 핸드오버 최적화 방안의 도출, 마지막으로 모바일 단말이 멀티캐스트 소스인 경우를 위한 소스 이동성 방안이 있다. 이번 장에서는 관련 이슈들을 알아보고, 표준 진행 상황을 확인해보도록 한다.

3.1 IGMP/MLD 파라미터 튜닝

IGMPv3/MLDv2는 공유 링크를 갖는 유선 네트워크를 가정하고 만들어졌다. 따라서 무선 네트워크, 특히 점-대-점(Point-to-Point) 링크 환경 하에 채널 가입 및 탈퇴 지연 시간의 최소화 및 배터리 전원을 최소화하기 위해 기존 프로토콜의 파라미터 튜닝 방안의 필요성이 제기되어 이에 대한 작업이 시작되었다. 일본 게이오 대학과 중국 화웨이에서 개별적으로 제안했으나 지난 제80차 프라하 미팅에서 각각의 문서가 합쳐져

공동 작업 형태로 진행되고 있다.

3.2 고속 핸드오프 지원

표준 PMIPv6 멀티캐스팅 기법 하에서 단말이 이동하는 경우, PMIPv6 기반의 핸드오프 절차와 함께 IGMP/MLD를 통한 채널 요청 절차가 추가적으로 요구된다. IP 멀티캐스팅 기법을 이용하는 애플리케이션은 서비스 지연에 더욱 민감한데 반해 PMIPv6 멀티캐스팅 핸드오프 지연 시간은 유니캐스트 기반 핸드오프보다 더욱 더 큰 서비스 지연시간을 초래하여 이를 해결하기 위한 고속 핸드오프 방안이 또 하나의 최적화 이슈로 다뤄지고 있다. 핵심 아이디어는 MAG 간의 컨텍스트 메시지를 통해 이전 단말이 수신하는 채널 정보를 미리 전달함으로써 멀티캐스트 채널 가입에 따른 지연 시간을 줄이는 것으로 이를 기반으로 어떤 정보를 컨텍스트 메시지에 신어 보낼 것인지, 이미 표준화된 컨텍스트 전환 프로토콜[10]을 활용할 것인지 혹은 이동성 관리 프로토콜의 확장을 통해 컨텍스트를 전달할 것인지에 대한 논쟁이 이슈가 되고 있다.

3.3 소스 이동성

현재까지 PMIPv6 멀티캐스팅의 표준 및 최적화는 멀티캐스트 데이터를 수신하는 수신자 입장에서 진행되었다. 그러나 개인 방송 서비스 및 다자 간의 네트워크 게임과 같이 특정 사용자가 멀티캐스트 채널의 소스가 되는 경우, 이를 모바일 환경에서 지원하기 위한 방안이 소스 이동성이다. 이와 관련하여 독일의 함부르크 대학과 중국의 베이징 대학에서 개인 드래프트만 제출된 상태이며, 다른 표준 아이템들의 처리 이후에 진행될 것으로 예상되어 표준 제정까지는 꽤 많은 시간이 걸릴 것으로 보인다.


4. 맺음말

모바일 IPTV는 갈수록 '스마트화'되어 가는 단말과

네트워크 발전 속에서 핵심적인 애플리케이션으로 급부상할 것으로 예상된다. 그러나 이를 지원하기 위해서는 효과적인 IP 이동성 관리 하에 IP 멀티캐스팅을 가능케 하는 종합적인 무선 네트워크의 프레임워크가 요구된다. 본 고에서는 PMIPv6 이동성 관리 네트워크에서 IP 멀티캐스팅 지원을 위한 노력의 일환으로 IETF MULTIMOB 워킹그룹에서 진행 중인 표준화 현황을 소개하였고, 기본적인 표준 네트워크 모델과 함께 성능 최적화를 위한 이슈들을 소개했다. 하위 액세스 링크 기술의 종류와 상관없이 All IP망을 기반으로 적용되는 IP 기반의 모바일 멀티캐스팅 관련 표준은 전 세계 이동통신 사업자의 네트워크 구축에 상당히 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. WiMAX, LTE 등 다양한 링크 액세스 기술의 표준화 활동을 통해 한국이 좋은 성적을 거두고 있으나, IETF 내의 IP 이동성 관리 분야 및 모바일 네트워킹 요소 기술 분야에서는 아직까지 미비한 실정이다. 추후 더욱 활발하게 전개될 다양한 최적화 아이টে에 적극적으로 참여하여, 관련 기술의 표준화를 통한 기술 선도에 앞장서야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, 'Mobility Support in IPv6,' RFC 3775, June 2004.
- [2] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, 'Proxy Mobile IPv6,' RFC 5213, August 2008.
- [3] WiMAX Forum, 'WiMAX Forum Network Architecture: State 3: Detailed Protocols and Procedures,' Release 1.1.2, November 2007.
- [4] 3GPP TS 23.402, '3GPP: Technical Specification Group Services and System Aspects: Architecture enhancements for non-3GPP accesses,' V10.3.0, March 2011.
- [5] T. Schmidt, M. Waehlich, and S. Krishnan, 'Base Deployment for Multicast Listener Support in Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) Domains,' RFC 6224, April 2011.
- [6] B. Fenner, H. He, B. Haberman, and H. Sandick, 'Internet Group Management Protocol (IGMP) / Multicast Listener Discovery (MLD)-Based Multicast Forwarding (IGMP/MLD

- Proxying'); RFC 4605, August 2006.
- [7] J. C. Zuniga, A. Rahman, L. M. Contreras, C. J. Bernardos, and I. Soto, 'Support Multicast Services Using Proxy Mobile IPv6,' draft-zuniga-multimob-smsmpip-04.txt, October 2010.
- [8] H. Asaeda, P. Seite, and J. Xia, 'PMIPv6 Extensions for Multicast,' draft-asaeda-multimob-pmip6-extension-05.txt, February 2011.
- [9] S. Jeon and Y. Kim, 'PMIPv6 Multicasting Support using Native Infrastructure,' draft-sijeon-multimob-direct-routing-pmip6-00.txt, March 2011.
- [10] J. Loughney, M. Nakhjiri, C. Perkins, and R. Koodli, 'Context Transfer Protocol (CXTP RFC), C 4067, July 2005. 

정보통신 용어해설

펌토셀 기지국 (-基地局)

Femtocell Base Station [무선]



집이나 사무실 같은 실내에 설치된 초소형 이동 통신용 기지국.

이동 전화와 인터넷들을 연결하여 저렴한 가격으로 유무선 융합 서비스를 제공하는 기술로, UTRA(universal terrestrial radio access)의 HNB(Home Node B), LTE(Long Term Evolution)의 HeNB(Home eNode B)들이 있다.

