

## HMIPv6 네트워크에서 단말기 이동을 고려한 멀티캐스트 방안<sup>†</sup>

하정미\*, 박상준\*\*, 김병기\*

### A Multicast Scheme considering the Terminal Mobility in HMIPv6 Networks

Jeongmy Ha, Sangjoon Park, Byunggi Kim

#### Abstract

The multi user communications that is called as the multicast service should be applied into the evolving mobile networks. In this paper, we propose a fast multicast management scheme for mobile terminals in HMIPv6 (Hierarchical Mobile IPv6) based mobile networks. In HMIPv6 based mobile networks, we consider the mobile terminal mobility that the multicast management scheme during mobile handover is used for the multicast routing changing. The changing impact to the multicast routing is determined from handovers in intra AR, and in inter AR or MAP. In this paper, we propose multicast supporting schemes that the tunneling scheme is used in intra AR handover, and the previous subscription scheme is used in inter AR handover for considering the changing impact of the multicast routing.

**Key Words:** HMIPv6, Multicast, MAP, AR

<sup>†</sup> 이 논문은 2004년도 학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2004-005-D00147).

\* 송실대학교 대학원 컴퓨터학과

\*\* 송실대학교 정보미디어기술연구소

## 1. 서론

인터넷 사용자에게 대한 이동성 제공은 향후 인터넷 서비스의 중요한 형태를 차지할 것이며, 이에 대한 연구가 현재 활발히 진행되고 있다[1][2]. 또한 이동 가입자는 단순한 쌍방간 통신 서비스 이용 방식에서 벗어나 점차 복잡하고 다양한 서비스 확장에 맞추어 다자간 통신 서비스 방식을 요구하고 있다[3]. 다자간 통신 방식인 멀티캐스트 서비스 제공은 동시에 여러 접속자들을 관리하기 때문에 단일한 통신 방식인 유니캐스트 서비스 방식 보다 서비스 관리 방식이 복잡하며, 특히 이동 가입자의 이동성을 고려한다면 고정된 멀티캐스트 서비스 제공방식 보다 지속적으로 변화하는 통신 라우팅 관리 부담이 훨씬 크게 된다[5]-[7]. 따라서 이동 인터넷 (MIP-Mobile IP)의 발전과 더불어 멀티캐스트 서비스 관리 방식에 대한 연구가 지속적으로 제시되어야 한다. IETF (Internet Engineering Take Force)에서는 이러한 이동 IP 기반의 인터넷을 사용하는 가입자에 대한 멀티캐스트 서비스 지원을 위하여 크게 양방향 터널링 멀티캐스트 방식 (Bi-directional Tunnelled Multicast)과 원격가입 방식 (Remote Subscription), 두 가지 접근 방식을 제안하였다[8]. 양방향 터널링 멀티캐스트 방식은 멀티캐스트에 참여하는 모든 이동 단말기들이 자신의 홈 에이전트 (HA-Home Agent)를 통하여 멀티캐스트 트래픽을 주고받는다. 이를 위하여 이동 단말기는 홈 에이전트와 유니캐스트 터널링을 이용한다. 하지만 이러한 방식은 이동 단말기가 홈 에이전트와 원거리에 있을 경우 원거리 터널링 및 라우팅으로 인하여 전체적인 운영 시간이 커질 수 있으며, 멀티캐스트 트래픽의 원거리 전송으로 인한 대역폭 낭비를 초래할 수 있다. 따라서 단말기의 이동성이 큰 네트워크 환경에서는 부적합한 방식이라고 할 수 있다. 원격 가입 방식은 홈 에이전트로부터 떨어진 이동 단말기가 방문한 외부 네트워크를 중심으로

멀티캐스트 서비스를 구현하는 것으로 외부 네트워크에 방문할 때마다 재등록을 하게 된다. 본 논문에서는 멀티캐스트 QoS 관리측면에서 이동 단말기의 이동성을 보장하는 원격 가입 방식을 기반으로 한 멀티캐스트 관리 방식을 고려한다. 또한 이동 인터넷에서 단말기의 이동성 관리를 위하여 본 논문에서는 HMIPv6을 기반으로 하며, 신속한 이동 단말기의 멀티캐스트 관리를 위하여 MAP 역할을 수행하는 AR 방안을 고려한다. HMIPv6에서는 MIPv6의 바인딩 처리 문제점을 개선하기 위하여 MAP (Mobility Anchor Point)이라는 임시 홈 에이전트 역할을 하는 요소를 추가하였다[4]. 본 논문에서는 AR 내부의 멀티캐스트 핸드오버에 대한 관리 방안으로 터널링 방식을, AR 간 멀티캐스트 핸드오버 처리에 대해서는 사전등록 방식을 제안한다.

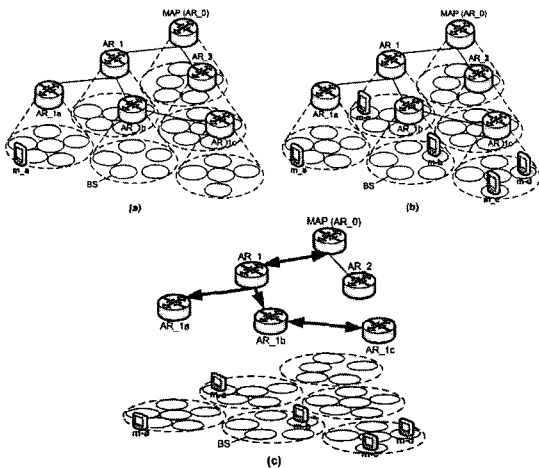
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 고려하는 HMIPv6 기반의 멀티캐스트 서비스 제공 방식에 대해 제한하며, 3장에서는 이동 단말기에 의해 발생하는 멀티캐스트 핸드오버에 대한 처리 방안을 제시한다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 멀티캐스트 핸드오버 방식에 대한 성능 분석을 기술하며, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. HMIPv6 기반의 멀티캐스트 라우팅

<그림 2>(a)에서 이동 단말기  $m_a$ 가 자신의 홈 네트워크를 벗어나서 지역 AR인 AR<sub>1a</sub>에 진입한다고 하면, 이동 단말기  $m_a$ 는 RCOA (Regional Care-of-Address) 담당 AR (MAP)과 LCOA (on-Link COA) 담당 AR (지역 라우터)를 선택하게 된다 (여기서 COA는 단말기가 특정 IP 서비스 지역에 진입할 때에 받는 주소이다).

그림에서는 지역 AR인 AR<sub>0</sub>이 이동 단말기  $m_a$ 에 대한 RCOA 담당 MAP 역할을 수행하며, 라우터 AR<sub>1a</sub>가 단말기  $m_a$ 의 담당

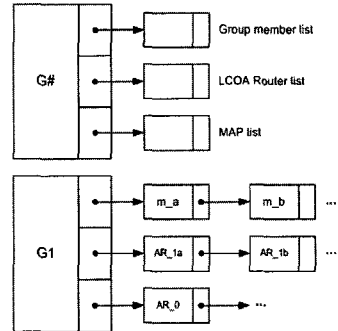
LCOA AR인 것을 가정하고 있다. <그림 2>(b)는 이동 단말기  $\{m_a, m_b, m_c, m_d, m_e\}$ 가 멀티캐스트 서비스를 위하여 멀티캐스트 그룹을  $G1$ 이라고 할 때에  $G1$ 의 구성을 보이고 있다. 따라서 멀티캐스트 서비스 대상 단말기가 속해있는 AR들은 각 단말기의 이동성을 관리하는 동시에 멀티캐스트 담당 AR이 되는 것이다. <그림 2>(c)는 멀티캐스트에 참여하는 이동 단말기들에 트래픽 전송을 위한 멀티캐스트 라우팅의 예를 보이고 있다. 그림에서 멀티캐스트 그룹  $G1$ 의 AR은 지역 라우터  $\{AR_0, AR_1, AR_{1a}, AR_{1b}, AR_{1c}\}$ 로 구성되며, 라우터 지역 내부의 담당 단말기들을 위하여 멀티캐스트 서비스에 필요한 기능을 수행한다.



<그림 2> HMIPv6 기반 이동망에서의 멀티캐스트

멀티캐스트 그룹관리 - 멀티캐스트 서비스 제공을 위하여 각 AR들은 멀티캐스트 그룹 관리를 위한 단말기 정보 테이블을 보유하고 관리한다. 따라서 멀티캐스트 트래픽 전송 시에 이러한 단말기 정보 테이블을 통하여 멀티캐스트 서비스를 제공하는 것이다. <그림 3>은 멀티캐스트를 위한 AR에서의 단말기 정보 테이블에 대한 데이터 구조를 나타내고 있다.

각 AR들은 멀티캐스트 라우팅을 유지하기 위하여 주기적으로 정보 테이블에 관한 사항을 query/report 메시지를 통하여 파악한다.



<그림 3> 단말기 정보 테이블

만일 특정 이동 단말기가 <그림 2>(b)의 이동망에 진입하여 멀티캐스트 그룹  $G1$ 에 속해 멀티캐스트 서비스를 받고자 한다면, 해당 단말기는 우선 MAP 및 지역 AR을 정하여 RCOA와 LCOA 바인딩을 한다. MAP 및 지역 AR이 정해지면 멀티캐스트 그룹  $G1$ 에 가입하는 등록 메시지 (registration message)를 멀티캐스트 담당 AR에게 보낸다. 등록 메시지를 받은 멀티캐스트 라우터는 단말기 정보를 자신이 보유한 테이블에 등록한 후 해당 정보를 같은 멀티캐스트 그룹에 속해 있는 다른 라우터들에게 전송한다. 여기서 단말기 정보 등록 후에 해당 멀티캐스트 라우터가 멀티캐스트 라우팅을 구성할 때에 기존의 멀티캐스트 그룹  $G1$ 의 AR에 속해 있으나에 대한 것을 고려하여야 한다. 만일 해당 멀티캐스트 라우터가  $\{AR_0, AR_1, AR_{1a}, AR_{1b}, AR_{1c}\}$  중에 하나라면 이동 단말기의 정보만 등록하면 되고, 멀티캐스트 그룹  $G1$ 의 AR에 속하지 않다면 기존의 멀티캐스트 AR들 중에 랑데부 포인트를 찾아 링크를 설정하여야 한다. 예로 만일 <그림 2>(c)의 이동망에서 새로운 이동 단말기가 지역 라우터  $AR_2$ 로 진입하여 멀티캐스트 그룹  $G1$ 에 등록을 요구할 경우, 지역

AR인 AR\_2는 해당 단말기의 멀티캐스트 라우터로서 지역 라우터 AR\_0 (라테부 라우터) 과 링크를 설정하는 것이다.

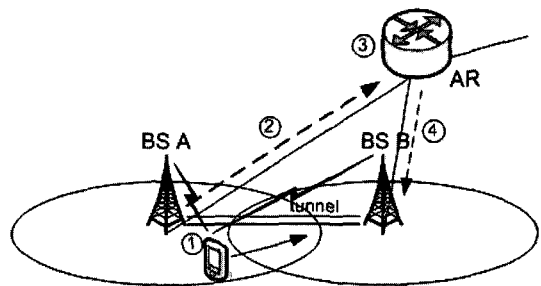
멀티캐스트 라우팅 변동 - 멀티캐스트 라우팅은 그룹 내의 이동 단말기의 끊임없는 이동으로 인하여 변동된다. 따라서 단말기의 이동 형태에 의하여 멀티캐스트 라우팅은 빈번하게 변하게 된다. 멀티캐스트 서비스 제공을 위한 이동 단말기의 이동 형태는 담당 멀티캐스트 라우터 내의 BS (Base Station) 사이를 이동하는 경우 (AR 내에서의 이동)와 담당 멀티캐스트 AR을 벗어나 다른 AR 지역으로 이동 (AR 사이의 이동)하는 크게 두 가지 경우로 구분될 수 있다. 이동 단말기의 담당 멀티캐스트 AR은 단말기가 현재 위치하고 있는 BS의 정보를 멀티캐스트 서비스 동안 보유하고 있다. 따라서 해당 AR은 이동 단말기가 핸드오버를 통하여 AR 내의 BS 사이에서 이동하는 경우 해당 서비스 BS만 변경하면 된다. 또한 멀티캐스트 라우터 내의 BS 정보 변경은 멀티캐스트 라우팅의 변경을 요구하지 않으며, 이에 라우팅 변경을 위한 재설정 시간이 소모되지 않는다. 하지만 이동 단말기가 자신의 담당 멀티캐스트 AR 혹은 MAP지역을 떠나 핸드오버를 통해 다른 멀티캐스트 AR 혹은 MAP 지역의 BS로 이동하는 경우 단말기의 담당 멀티캐스트 AR을 변경하게 된다. 만일 해당 BS의 멀티캐스트 AR이 이미 멀티캐스트 서비스에 참여하는 라우터이면 앞서 설명한 바와 같이 멀티캐스트 라우팅 변경이 없이 단말기 등록만을 하며, 새로운 AR 지역으로 이동하면 이동 단말기 등록뿐만 아니라 멀티캐스트 라우팅 갱신을 수행한다. 그러므로 멀티캐스트 서비스에서의 끊임없는 단말기의 이동은 유니캐스트 서비스에 대한 단말기 이동성 관리에 비해 많은 관리가 필요하다. 특히, 멀티캐스트 서비스에 참여하는 모든 단말기 멤버들을 동시에 관리하기 때문에 앞서 설명한 바와 같이 하나의 단말기 이동이 전체 멀티캐스트 라우팅에 영향을 미치게 된다. 따라서 단말

기의 이동성에 따른 안정적이고도 신속한 멀티캐스트 운용방안이 제시되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 멀티캐스트에 참여하는 단말기의 핸드오버에 대한 멀티캐스트 서비스 처리방안을 제안한다.

### 3. 멀티캐스트 핸드오버 관리

#### 3.1 AR 내의 이동에 대한 멀티캐스트 관리

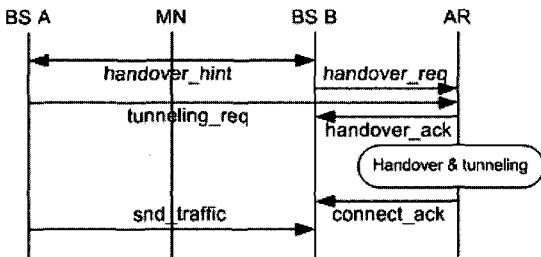
본 논문에서는 AR 내의 단말기 핸드오버에 대한 신속한 멀티캐스트 관리를 위하여 핸드오버 터널링 방식을 고려한다. 이동 단말기는 AR 내의 다른 BS 지역으로 이동할 경우 주기적으로 수신되는 IGMP 메시지 기다리는 대신에 능동적으로 멀티캐스트 담당 AR에게 자신의 서비스 갱신을 요구하는 것이다 <그림 4>. 그림에서 보면 먼저 이동 단말기가 BS A 지역에서 BS B 지역으로 이동한다고 가정하면 단말기는 BS A와 BS B에 AR 핸드오버 힌트 메시지를 전송한다(①). 이동 단말기로부터 핸드오버 힌트 메시지를 받은 BS A는 AR 과 터널링을 위해 상향링크를 요구하고 트래픽 포워딩 준비를 한다(②).



<그림 4> AR 내부 핸드오버에 대한 터널링 형성

이동 단말기는 BS A와 BS B에게 터널링을 요구하는 동시에 BS B로의 핸드오버를 수행한다. 터널링 신청을 받은 AR은 자신의 멀티캐스트 정보 테이블에 이동 단말기에 대한 정

보를 갱신하고 ③, BS B로의 하향링크 형성을 준비하여 멀티캐스트 라우팅 변경 (leaf 라우팅 변경)을 수행한다④. 터널링이 완성되면 이동 단말기는 핸드오버 도중에 이전 BS A로 전달된 트래픽을 수신하며 핸드오버가 완료되면 성공적으로 새로운 멀티캐스트 트래픽을 담당 AR로부터 받는다. <그림 5>는 AR 내부 핸드오버 시에 터널링 방식을 위한 각 구성요소 사이에서 전달되는 시그널링을 나타낸다. 그림과 같이 해당 AR은 이전 BS A와 새로운 기지국인 BS B 사이에서 트래픽의 손실 없는 안정적인 링크 유지를 위하여 터널링을 보유함과 동시에 BS B와의 핸드오버 처리를 수행한다. 따라서 AR 내의 핸드오버에 대한 터널링 방식은 핸드오버 지연 시에 발생할 수 있는 트래픽 손실을 줄이게 된다. AR 내의 멀티캐스트 변동에 따른 터널링 방식은 핸드오버가 처리될 때까지 유지되는 것뿐이며, 핸드오버가 완료되면 터널링은 해제 된다 (그림에서는 BS A와 AR 사이의 터널링 해제).



<그림 5> 터널링을 위한 시그널링

만일 AR이 Diffserv QoS 관리를 수행하는 라우터이며 멀티캐스트 서비스를 WFQ 트래픽 제어 방식에 의하여 제공한다면, 각 Diffserv 트래픽 레벨에 대한 멀티캐스트 전송 대역폭은 다음과 같이 나타낸다[10][11].

$$\Delta mB_i = \frac{m\psi_i}{\sum_{k=1}^n m\psi_k} B_A \quad (1)$$

여기서  $B_A$ 는 링크의 전체 대역폭이며,  $m\psi_i$ 는 해당 멀티캐스트 레벨의 서비스 weight이다.

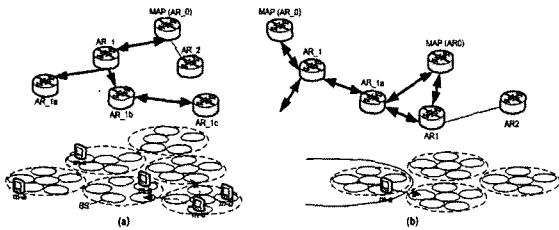
### 3.2 AR 외부로의 이동에 대한 멀티캐스트 관리

AR 외부로의 이동 단말기의 이동은 라우터가 변경되기 때문에 LCOA 뿐만 아니라 RCOA 바인딩도 수행해야 한다. 여기에 멀티캐스트 서비스를 사용하는 이동 단말기라고 하면 AR 외부로의 이동으로 인하여 멀티캐스트 라우팅 변동을 일으키기 때문에 AR 내의 이동 보다 복잡하며 처리시간도 길다. 따라서 AR 내에서 발생하는 멀티캐스트 핸드오버 보다 먼 거리의 링크 재설정이 수행되기 때문에 앞서 제시한 터널링 방식으로는 링크 대역폭의 낭비 및 여러 라우팅을 거쳐야 하는 한계로 인하여 그에 대한 지연도 발생한다. 따라서 멀티캐스트 서비스를 이용하는 이동 단말기의 AR 외부로의 이동에 대한 멀티캐스트 관리 방안이 제시되어야 한다. 그러므로 본 논문에서는 AR 외부로의 신속한 멀티캐스트 핸드오버 지원을 위한 사전등록 방식을 제안한다.

이웃하는 지역 AR로의 이동 - 기존의 멀티캐스트 서비스 지역을 벗어나 다른 AR 관리 지역으로 이동할 경우 이동 단말기에 대한 멀티캐스트 라우팅을 변경하여야 한다. 먼저 MAP 변동이 아닌 지역 AR의 변동이기 때문에 이동 단말기는 새로운 AR에 대한 LCOA 바인딩을 수행하면서 멀티캐스트 핸드오버를 수행한다.

다른 MAP으로의 이동 - 멀티캐스트 서비스를 사용하는 이동 단말기는 현재 연결된 자신의 MAP 지역을 벗어나 다른 서비스 관리 지역으로 이동할 수 있다. 따라서 이러한 이동은 LCOA 바인딩을 통한 지역 AR 지정뿐만 아니라 새로운 RCOA 바인딩을 위한 MAP을 지정을 요구한다. <그림 6a>는 이동 단말기가 라우팅 지역으로 이동하는 것과 새로운 AR 지역으로 진입하는 예를 보이고 있다. 그림에서 만일 이동 단말기  $m_c$ 가 AR\_1c 지역에서

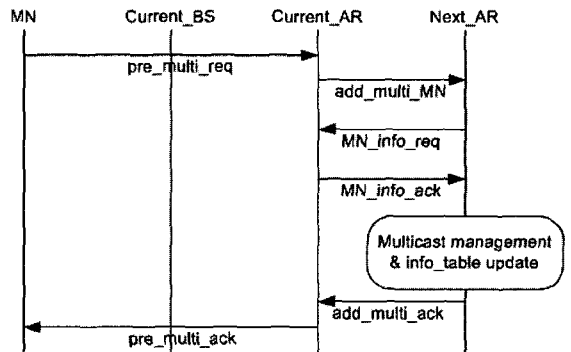
AR\_1b 지역으로 멀티캐스트 핸드오버를 발생 하였을 경우 멀티캐스트 라우팅에 대한 변동은 없으며 AR\_1b에서  $m_c$ 의 등록에 의한 서비스 변경만 이루어지게 된다.



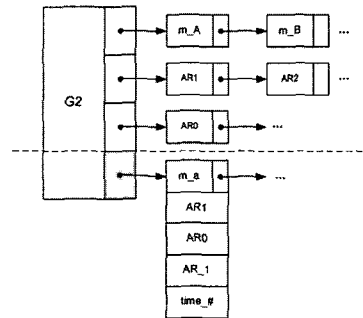
<그림 6> 멀티캐스트 라우팅 변경

하지만 이동 단말기  $m_c$ 가 AR\_1c 지역에서 AR\_2 지역으로 이동하게 되면, 멀티캐스트 라우팅의 재설정이 불가피하다. 그림에서 보듯이 AR\_2와 기존의 멀티캐스트 라우팅과의 링크 연결이 없으므로 라우터 AR\_2는 AR\_0과 링크 연결을 통하여 멀티캐스트 라우팅 재설정을 수행한다. <그림 6b>의 경우 멀티캐스트에 참여하는 이동 단말기가 자신의 서비스 MAP 지역을 벗어나 다른 MAP 지역으로 이동하는 것을 보이고 있다. 위에서 설명한 바와 같이 HMIPv6 기반의 이동망에서는 단순히 지역 AR 변경에 의한 라우팅 변동뿐만 아니라 MAP 변동에 대한 것도 고려하여야 한다. 그림에서 보면 이동 단말기  $m_a$ 는 지역 AR\_1a를 벗어나 다른 지역 라우터인 AR1에 진입하고자 한다. 멀티캐스트 서비스를 사용하는 이동 단말기의 사전등록 방식은 <그림 7>과 같다. 이동 단말기는 현재 BS를 통하여 AR에게 멀티캐스트 핸드오버를 위한  $pre\_multi\_req$  메시지를 전달한다.

$pre\_multi\_req$  메시지를 받은 AR은 해당 이동 단말기의 사전등록을 위하여 다음 AR에게  $add\_multi\_MN$  메시지를 전달한다.  $add\_multi\_MN$  메시지를 받은 다음 AR은 현재 AR에게 해당 이동 단말기의 정보를 전달받는다 ( $MN\_info\_req$ 와  $MN\_info\_ack$  메시지).



<그림 7> AR 간 멀티캐스트 핸드오버에 대한 사전등록 과정

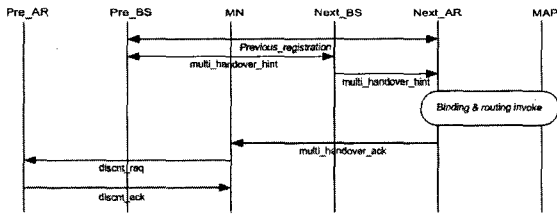


<그림 8> 사전등록을 위한 정보 테이블 구조

이동 단말기의 정보를 받은 다음 AR은 멀티캐스트 라우팅 연산을 사전에 수행한다. 이를 위하여 다음 AR은 해당 단말기의 MAP과 지역 AR을 결정한다. 또한, 기존 멀티캐스트 라우팅과의 랑대부 포인트를 탐색하고, 최종 멀티캐스트 라우팅의 예상 경로를 추출하여 자신의 멀티캐스트 정보 테이블의 사전등록 부분에 기록한다(Multicast management & info\_table update 수행). <그림 8>은 다음 AR의 멀티캐스트 정보 테이블의 사전등록 부분의 예를 나타내고 있다. <그림 6b>와 같이 이동 단말기  $m_a$ 가 AR1 지역으로 진입하기 전에 위의 과정을 통하여 AR1의 정보 테이블 사전등록 부분에 이동 단말기의 사전정보 (이동 단말기  $m_a$ 의 단말기 정보, 담당 AR,

MAP 정보 및 라테부 포인트 정보, 정보보유 시간)를 추가하는 것이다. 이동 단말기에 대한 정보 테이블 갱신의 완료 후에 다음 AR은 해당 수행에 대한 결과를 현재 AR과 해당 단말기에게 알린다. 다음 AR은 갱신된 자신의 테이블 정보를 MAP에게 전달하여 이동 단말기의 멀티캐스트 핸드오버를 준비한다.

<그림 9>는 이동 단말기가 실제 다음 AR로 이동할 경우 멀티캐스트 핸드오버 과정을 보이고 있다. <그림 7>의 사전등록 후에 <그림 9>와 같이 멀티캐스트 핸드오버를 수행하는 것이다. 이동 단말기가 새로운 BS에 멀티캐스트 핸드오버에 대한 힌트 메시지 (multi\_handover\_hint)를 전송하면, 새로운 BS는 이를 다음 AR에게 전달한다.



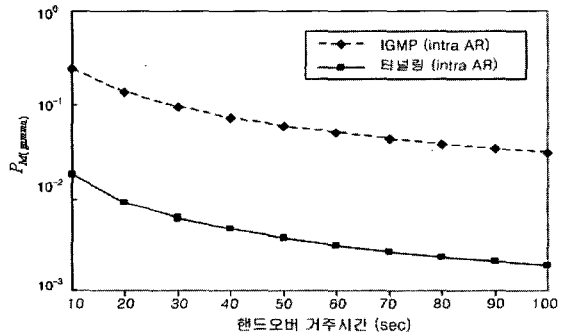
<그림 9> AR 간의 멀티캐스트 핸드오버

4. 성능분석

성능분석을 위하여 네트워크 환경은 HMP-v6를 기반으로 한 이동 네트워크로 가정하며, 이동 단말기는 멀티캐스트 서비스 사용이 가능하다고 가정한다. 또한 원격가입 방식 하에서 본 논문에서 제안한 방식과 기존의 IGMP를 이용한 멀티캐스트 방안과의 비교를 하고자 한다[9]. <표 1>은 본 논문에서 성능분석을 위한 시스템 파라미터를 나타내고 있다. 지역 라우터인 AR은 Diffserv QoS 관리를 통하여 서비스를 제어하며, 서비스 클래스 선택 (EF-Expedited Forwarding, AF-Assured Forwarding, BE-Best Effort)은 임의의 랜덤으로 가정한다.

<표 1> 시스템 파라미터

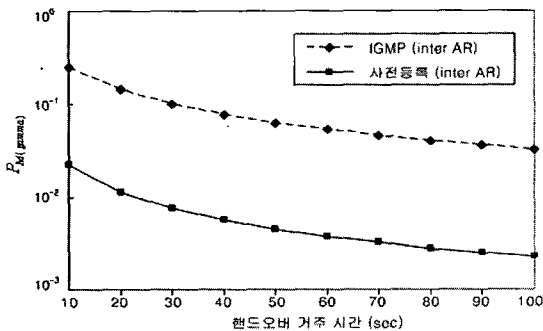
시그널링 전파시간		시그널링 프로세싱 시간	
Wired link	50μs	Mobile Terminal	5ms
Wireless link	0.12ms	BS	5ms
$T_{bf}$	100ms	AR	5ms
IP packet delay	10ms	셀반경	100m



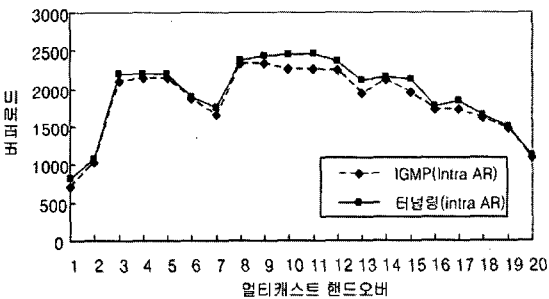
<그림 10> 핸드오버 거주 평균시간에 대한  $P_{M(\gamma)}$  (AR 내 멀티캐스트)

<그림 10>은 AR 내의 멀티캐스트 핸드오버에 대한 기존 IGMP 방식과 본 논문에서 제안 하는 터널링 방식의  $P_{M(\gamma)}$  ( $\omega=1$ 일 경우)를 나타내고 있다. 그림에서 보면 본 논문에서 제안한 터널링 방식의  $P_{M(\gamma)}$ 이 IGMP 방식보다 좋은 성능을 보이고 있다. 예를 들어 이동 단말기가 핸드오버 지역에서 평균 20초에 머무른다고 하면 IGMP 방식의  $P_{M(\gamma)}$ 는 0.14 대인 반면 터널링 방식의  $P_{M(\gamma)}$ 는 0.011의 성능을 보이고 있다. 또한 기존 IGMP 방식의 경우 감마분포를 따르는 이동 단말기의 핸드오버 거주 시간이 길어 질수록 0.03 대에서 안정된 성능을 보이고 있지만, 터널링 방식의 경우 0.0018 대까지 성능이 향상되는 것을 보이고 있다. <그림 11>은 AR 외부로의 멀티캐스트 핸드오버에 대해 기

존 IGMP 방식과 본 논문의 제안 방식인 사전등록 방식과의 성능 비교를 보이고 있다. <그림 11>의 경우도 마찬가지로 감마분포를 그림에서 보면 이동 단말기의 핸드오버 거주 시간이 30초 일 경우 IGMP의  $P_{M(\gamma)}$ 는 0.1을 보이며, 사전등록 방식은 0.0076에 머무르고 있다. AR 외부로의 멀티캐스트 핸드오버에 대한 전체적인  $P_{M(\gamma)}$ 의 성능은 IGMP의 경우 핸드오버 거주시간이 길어질수록 0.32에 접근하지만, 사전등록 방식의 경우 0.0023에 접근하게 된다.



<그림 11> 핸드오버 거주 평균시간에 대한  $P_{M(\gamma)}$  (AR 외부로의 멀티캐스트)



<그림 12> 멀티캐스트 핸드오버에 대한 버퍼로드

<그림 12>는 멀티캐스트 핸드오버에 대한 기존 IGMP 방식과 터널링 방식과의 버퍼로드를 비교한 것이다. 본 시물레이션을 위하여 이

동 단말기에 대한 유니캐스트와 멀티캐스트 트래픽 발생은 MMPP (Markov Modulated Poisson Process)를 통하여 발생하였으며, 이동 단말기의 이동 속도는 5m/s로 가정한다. Diffserv 라우터인 AR의 외부출력 버퍼의 크기는 5 Mbytes로 가정하며, 초당 외부 출력률을 1 Mbytes로 가정한다. 또한 이동 단말기의 트래픽 전송속도는 각 클래스의 WFQ에 의하여 EF 클래스인 경우 192 ~ 32 kbps, AF 클래스인 경우 64 ~ 32 kbps로 한다. 이는 라우터에 대한 버퍼로드를 크게 증가 시키지 않으면서 신속한 멀티캐스트 핸드오버를 수행함으로써 결과적으로 안정적인 멀티캐스트 서비스 제공을 보일 수 있다는 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 HMIPv6 기반의 이동망에서 멀티캐스트 핸드오버에 대한 지원방안을 고려하였다. 멀티캐스트 핸드오버는 멀티캐스트 재라우팅 변동 강도에 따라 크게 AR 내부에서의 핸드오버와 AR 외부로의 핸드오버로 나누어질 수 있다. 본 논문에서는 AR 내부에서의 멀티캐스트 핸드오버에 대해서는 터널링 방식을, AR 외부로의 멀티캐스트 핸드오버에 대해서는 사전등록 방식을 제안하였다. 이는 상호 보완적으로 AR 내의 터널링 방식은 직접 연결된 담당 라우터의 트래픽 로드를 크게 증가시키지 않으면서 신속한 핸드오버를 지원할 수 있으며, AR 외부로의 사전등록 방식은 AR 내의 잦은 핸드오버가 발생하지 않는 대신 핸드오버 지연 시간이 크므로 이에 대비한다는 것이다.

참고문헌

[1] M. Sulander et al., "Flow-Based Fast Handover Method for Mobile IPv6 Network," In Proc. of IEEE VTC'04, pp.2447-2451, May, 2004.



- [2] M. Bandi and I. Sasase, "A Load Balancing Mobility Management Multilevel Hierarchical Mobile IPv6 Networks," In Proc. of IEEE PIMRC'03, pp.460-464, Sept. 2003.
- [3] G. Xylomenos and G. Polyzos, "IP Multicast for Mobile Hosts," IEEE Communications Magazine, vol.35, no.1, pp.54-58, Jan. 1997.
- [4] H. Soliman et al., "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)," Internet draft-ietf-mobileip-hmipv6-07.txt, Oct. 2002.
- [5] V. Chikarmane, R. Bunt and C. Williamson, "Mobile IP-based Multicast as a Service for Mobile Hosts," In Proc. of SDNE, pp.11-18, June, 1995.
- [6] Byungsoon Han and Kijun Han, "Multicast Handoff Agent Mechanism for ALL-IP Mobile Network," Mobile Networks and Applications, pp.185-191, Feb. 2004.
- [7] S. Chen and Y. Shavitt, "A Scalable Distributed QoS Multicast Routing Protocol," In Proc. of IEEE ICC'04, pp.1161-1165, June, 2004.
- [8] C. Jelger and T. Noel, "Multicast for Mobile Hosts in IP Networks: Progress and Challenges," IEEE Wireless Communications, vol.9, no.5, pp.58-64, Oct. 2002.
- [9] B.Cain, S et al., "Internet group management protocol," version 3, Internet draft-ietf-idmr-igmp-v3-07.txt, March, 2001.
- [10] S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Service," IETF RFC 2475, Dec. 1998.
- [11] Mong Fong Horng et al., "An Adaptive Approach to Weighted Fair Queue with QoS Enhanced on IP Network," IEEE Telcon01, pp.181-186, Aug. 2001.

주 작 성 자 : 하 정 미

논문투고일 : 2005. 06. 30

논문심사일 : 2005. 07. 21(1차), 2005. 07. 24(2차),  
2005. 08. 01(3차)

심사판정일 : 2005. 08. 01

## ● 저자소개 ●



하정미

1995년 송실대학교 정보과학대학원 정보통신과 석사  
 2002년 송실대학교 컴퓨터학과 박사수료  
 1998년 ~ 현재 안성여자기능대학 인터넷미디어과 교수  
 관심분야: IP 기반 멀티캐스트 통신, 유비쿼터스 디지털 방송



박상준

1998년 송실대학교 컴퓨터학과 석사  
 2002년 송실대학교 컴퓨터학과 박사  
 2000년 ~ 2002년 한국정보보호진흥원 시스템기술팀 연구원  
 2002년 ~ 2003년 런던대 ISG 박사후과정  
 2004년 ~ 현재 송실대학교 정보미디어기술연구소 전임연구교수  
 관심분야: B3G 이동통신, 유비쿼터스 디지털방송, 멀티캐스트 프로토콜



김병기

1979년 한국과학기술원 전산학과 석사  
 1997년 한국과학기술원 전산학과 박사  
 1979년 ~ 1982년 경북대학교 전자공학과 전임강사  
 1982년 ~ 현재 송실대학교 컴퓨터학부 교수  
 관심분야: 유비쿼터스 디지털방송, HMIPv6, 멀티캐스트 프로토콜