

# 휴대 정보 단말을 위한 인터넷 멀티캐스트 기술

## Internet Multicast Technology for Portable Information Terminals

원유재(Y.J. Won)	휴대클라이언트연구팀 선임연구원
손지연(J.Y. Son)	휴대클라이언트연구팀 연구원
박준석(J.S. Park)	휴대클라이언트연구팀 선임연구원
한동원(D.W. Han)	휴대클라이언트연구팀 선임연구원, 팀장

본 고에서는 인터넷 멀티캐스트 프로토콜이 이동 인터넷 환경에서 적용될 때 발생할 수 있는 문제점을 고찰하고 이를 해결하여 휴대 단말에서도 멀티캐스트 서비스를 이용할 수 있도록 하는 이동 인터넷 멀티캐스트 기술에 대한 연구동향을 분석한다.

### 1. 개요

컴퓨터 및 통신기술의 발달로 휴대용 컴퓨터 단말의 보급이 급증하고 무선 네트워크의 활용이 일반화되고 있다. 따라서, 휴대용 컴퓨터 단말이 이동하는 도중에도 유선 네트워크에 위치하는 호스트들과 지속적인 서비스를 제공할 수 있도록 지원하는 프로토콜과 이를 바탕으로 하는 응용들에 관한 연구가 크게 증가하고 있다.

IETF(Internet Engineering Task Force)를 중심으로 이동성을 지원하는 인터넷 프로토콜(Internet Protocol: IP)에 관한 연구가 진행되어 이동 인터넷 프로토콜(Mobile IP)에 관련된 표준안이 제안되었다[1-4]. 이동 인터넷 프로토콜은 단말이 이동하여서도 네트워크가 변경되더라도 사용자에게 투명하게 지속적인 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다.

한편, 인터넷 프로토콜 멀티캐스트(Internet Protocol Multicast: IP 멀티캐스트)는 원격 교육, 다자간 영상회의, 주문형 비디오, 원격 공동작업 등과 같은 일반적인 그룹 통신서비스로부터 최근에 각광받고 있는 푸시(push) 기술을 기반으로 하는 뉴스, 광

고, 메일 등의 응용서비스에 이르기까지 멀티미디어 및 그룹 응용에 널리 사용되고 있다. 인터넷 멀티캐스트는 복수의 수신자들에게 데이터를 전송하기 위해서 수신 호스트 수만큼 전송하지 않고 단 한 번의 전송에 의하여 데이터를 전달할 수 있도록 하여 네트워크 효율과 컴퓨터의 처리율 측면에서 많은 장점을 제공하므로 멀티미디어 및 그룹 응용을 위하여 반드시 필요한 기술이다[5, 6]. 따라서 휴대 이동 멀티미디어 단말에서도 유선 네트워크에서와 같이 멀티미디어 및 그룹웨어 응용을 이용할 수 있게 하는 멀티캐스트 기술이 요구되고 있다[7-10].

인터넷 멀티캐스트에 이동성을 제공하기 위해서는 수신 호스트들이 복수라는 것과 라우팅 경로를 설정하는 데 있어서 목적지 주소 대신에 근원지 주소가 사용된다는 것을 인터넷 프로토콜과 다르게 고려해야 한다. 또한, 멀티캐스트 데이터그램에는 네트워크를 통해 전달될 수 있는 범위를 나타내는 TTL(Time To Live)이 지정되는 점과 멀티캐스트를 지원하지 않는 서브네트워크가 존재할 수 있다는 것도 인터넷 프로토콜과는 다르게 고려되어야 할 대상이다.

따라서 본 고에서는 인터넷 멀티캐스트 프로토콜이 이동 인터넷 환경에서 적용될 때에 발생할 수 있는 문제점을 정의하고, 이를 해결하여 현대 정보 단말에서도 멀티캐스트 서비스를 이용할 수 있도록 하는 이동 멀티캐스트 기술에 대한 연구동향을 살펴보기로 한다. 본 고의 구성을 보면, 제II장에서는 멀티캐스트를 이용하는 응용과 이들이 이동 인터넷 환경에서 사용될 때 IP 멀티캐스트 프로토콜이 갖는 문제점을 살펴본다. 제III장에서는 IP 멀티캐스트에 이동성을 제공하기 위한 연구동향에 대하여 기술한다. 제IV장에서는 연구결과들을 평가기준에 따라서 특성을 비교하여 분석하고, 향후 개선되어야 할 방향을 제시하고 결론을 맺는다.

## II. 인터넷 멀티캐스트

인터넷 멀티캐스트(IP Multicast)는 서브 네트워크에서 호스트 그룹을 관리하는 Internet Group Management Protocol(IGMP)과 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 의하여 동작한다[11, 12]. 호스트들은 멀티캐스트 데이터그램을 수신하고자 할 때 멀티캐스트 주소를 지정하여 호스트 그룹에 가입한다. IP 멀티캐스트는 특정 호스트 그룹에 가입한 서브 네트워크가 서로 연결된 환경에서는 멀티캐스트 라우터가 서로 다른 서브 네트워크로 멀티캐스트 데이터그램을 전달하는 기능을 제공한다. 통신하고자 하는 호스트들 사이에 멀티캐스트 라우터가 존재하지 않는 서브 네트워크가 있으면 멀티캐스트 라우터들을 터널로 연결하여 멀티캐스트 데이터그램을 전달할 수 있다. 멀티캐스트 주소는 네트워크 식별자를 포함하는 유니캐스트 주소와 달리 호스트 그룹의 식별자를 사용한다. 또한, 멀티캐스트 데이터그램에 TTL을 지정하여 멀티캐스트 데이터그램이 전송될 수 있는 범위를 제한할 수 있다.

### 1. 멀티캐스트를 이용하는 서비스

인터넷 멀티캐스트를 이용하는 응용서비스는 주

로 멀티미디어 또는 그룹웨어 응용으로서 영상회의, 원격교육 등의 고전적인 서비스에서 시작하여 다중 사용자 게임, 인터넷 대화형 TV, 소프트웨어 멀티캐스팅 등의 새로운 서비스로 진화하여 가상 인터넷 사회의 중요한 기술로 자리잡을 것으로 전망된다. 그 이유는 멀티캐스트 기술이 데이터 전송의 효율을 극대화시켜서 데이터량이 많은 멀티미디어 정보를 주로 다루는 가상 인터넷 사회에서의 컴퓨팅 환경을 충족시킬 수 있기 때문이다.

이러한 서비스들이 가능하게 된 원동력은 무엇보다도 Mbone(Multicast Backbone)의 출현에 기인하고 있다. Mbone은 인터넷 상에서 IP 멀티캐스트를 구현하기 위하여 구축된 가상망(virtual network)이자 시험망(testbed)으로서 IP 멀티캐스트를 인터넷 상에서 테스트하는 데 이용되고 있으며, Mbone을 통하여 IETF 회의와 세계인의 시선을 주목시키는 이벤트들이 중계되고 있을 정도로 계속하여 발전하고 있다[5, 6]. 최근에는 SDR(Session Directory), VAT(Visual Audio Tool), VIC(Video Conference Tool), WB(White Board) 등의 Mbone 도구 외에도 RealAudio 3.0, CU-SeeMe, StreamWorks, 웹 TV 등과 같은 일반 사용자들이 이용하고 있는 응용들도 Mbone 상에서 동작될 수 있도록 개선되었다.

### 2. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

인터넷 프로토콜에서 멀티캐스트 데이터그램은 그룹에 속한 모든 호스트들을 연결하는 스패닝 트리(spanning tree)를 통하여 송신 호스트로부터 수신 호스트들에게 전달되며, 트리를 구성하는 방법은 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 의해서 결정된다. 라우팅 프로토콜은 멤버들의 분포와 네트워크 대역폭의 가용성에 따라서 “Dense-mode” 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과 “Sparse-mode” 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로 구별된다[15].

Dense-mode 라우팅 프로토콜은 멤버 호스트들이 전체 네트워크에 골고루 분포되어 있고 대역폭이 풍부한 네트워크 환경임을 가정한다. 따라서, 다른

라우터들에게 멀티캐스트 데이터그램을 전달하기 위한 방법으로 범람(flooding)시키는 기법을 기본으로 사용한다. Dense-mode 라우팅 프로토콜은 Distance Vector Multicast Routing Protocol(DVMRP)[13], Multicast Open Shortest Path First(MOSPF)[14], Protocol-Independent Multicast-Dense Mode(PIM-DM)[15] 등이 있다.

Sparse-mode 라우팅 프로토콜은 멤버 호스트들이 전체 네트워크에 고루 분포되어 있지 않으며 지역적으로 원거리에 위치하고 대역폭이 풍부하지 않다는 것을 가정하는 라우팅 프로토콜이다. 따라서, 다른 라우터들에게 멀티캐스트 데이터그램을 전달하기 위한 방법으로 대역폭의 낭비를 초래하는 범람 기법을 사용하지 않고 라우터들을 멀티캐스트 트리로 구성하여 트리에 포함된 라우터들에게 선택적으로 전달하는 기법을 사용한다. Sparse-Mode 라우팅 프로토콜은 그룹을 형성하는 멤버 호스트들이 하나의 멀티캐스트 트리를 공유하는 특징이 있으며, Core Based Trees(CBT)[16], Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode(PIM-DM)[15] 등이 이에 속한다. 이상에서 살펴본 멀티캐스트 라우팅 프로토콜들은 호스트들이 유선 네트워크에 고정되어 있는 것을 가정하고 있다.

### 3. 이동 컴퓨팅 환경에서의 IP 멀티캐스트

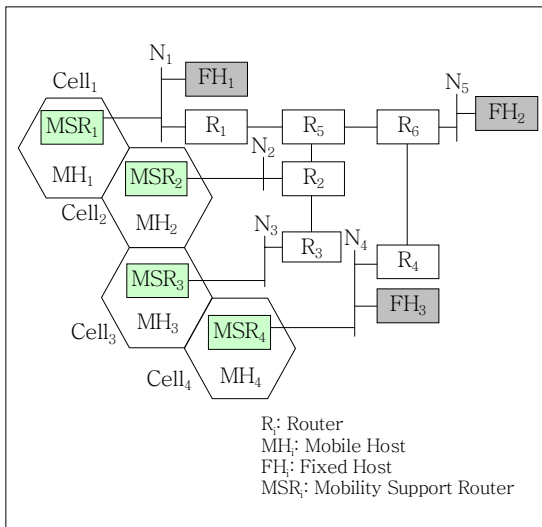
이동 컴퓨팅 환경에서 이동 호스트들이 상위계층의 응용에게 서비스를 제공하고 있는 도중에 네트워크 주소가 변경되는 다른 네트워크로 이동하면 멤버 호스트들의 위치, TTL의 증가, 멀티캐스트 라우팅 프로토콜, 정착한 네트워크의 특성에 따라서 멀티캐스트 데이터그램을 지속적으로 수신하지 못하거나 멤버 호스트들에게 멀티캐스트 데이터그램을 전달하지 못하는 경우가 발생할 수 있다[7, 9, 10].

호스트가 다른 네트워크로 이동하였을 때 정착한 네트워크에 같은 그룹의 구성원이 없는 경우에는 이전의 네트워크에서와 같이 그룹의 구성원들로부터 데이터그램을 수신할 수 없다. 이것은 호스트가 다른 네트워크로 이동할 때마다 정착한 네트워크에

서 응용에 투명하게 호스트 그룹에 가입(join)할 수 있는 핸드오버 절차가 추가되어야 하는 것을 의미한다. 새롭게 호스트 그룹에 가입하더라도 TTL 값이 증가하는 네트워크로 이동한 경우에는 데이터그램을 올바르게 송수신할 수 없다. 이동하기 전의 네트워크에서와 같이 데이터그램을 수신하기 위해서는 이동한 네트워크까지 데이터그램이 도달할 수 있도록 하는 방법이 제공되어야 한다. 정착한 네트워크가 멀티캐스트 기능을 지원하지 않는 경우에도 이동 호스트는 데이터그램을 송수신할 수 없게 된다.

또한, 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 따라서 라우터가 멀티캐스트 데이터그램을 다른 네트워크로 전송하지 않는 경우가 발생할 수 있다. 그 이유는 RPM(Reverse Path Multicasting) 기법을 사용하는 DVMRP와 PIM-DM에서는 라우터들이 멀티캐스트 데이터그램을 수신하였을 때 송신자로부터 최적의 경로로 도착한 멀티캐스트 데이터그램에 대해서만 다른 라우터에게 전송하고, OSPF(Open Shortest Path First)를 확장한 MOSPF에서는 라우터들이 수신 호스트에게 최적의 경로를 제공하는 라우터들에게만 멀티캐스트 데이터그램을 전송하므로, 이동 호스트의 위치가 변경됨에 따라서 최적의 경로가 변경되어 라우터가 멀티캐스트 데이터그램을 무시하는 현상이 발생하기 때문이다. 공유 트리(shared tree)를 사용하는 Sparse-mode 라우팅 프로토콜은 호스트의 이동에 따라서 트리를 변경하거나 트리를 재구성해야 하므로 호스트가 이동하는 동안 데이터그램의 손실을 최소화시킬 필요가 있다.

(그림 1)은 무선 셀(wireless cell)이라는 일정 지역을 관장하는 특정 라우터들인 MSR(Mobility Support Router)들이 각 셀에 위치한 MH(Mobile Host)들과 무선으로 통신할 수 있고, MSR들은 고정 유선망의 노드들로 연결되어 유선망의 라우터들과 같이 호스트들의 통신을 가능하게 하는 이동 컴퓨팅 환경을 보여주고 있다. 만약, FH<sub>1</sub>, FH<sub>2</sub>, MH<sub>2</sub>가 멀티캐스트 세션을 형성하여 그룹통신을 하고 있고, 라우터들이 DVMRP[9, 10]를 사용한다고 가정할 때, MH<sub>2</sub>가 데이터를 송신하는 도중에 Cell<sub>2</sub>에서 Cell<sub>1</sub>



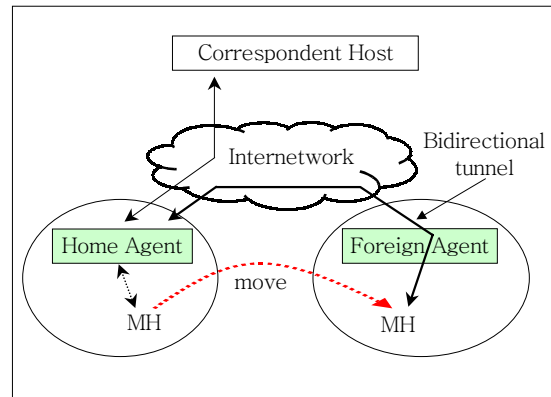
(그림 1) 이동 컴퓨팅 환경

으로 이동하면 Cell<sub>1</sub>으로 이동한 후에 송신한 데이터그램은 FH<sub>2</sub>에게 전달되지 않는다. 그 이유는 라우터 R<sub>5</sub>가 MH<sub>2</sub>에 대한 최적의 경로로 알고 있는 R<sub>5</sub>가 아닌 R<sub>1</sub>으로부터 데이터그램을 수신하였기 때문에 수신한 데이터그램을 R<sub>6</sub>에게 전송하지 않고 무시하기 때문이다.

이동 호스트가 데이터를 수신하는 도중에 이동하는 경우에도 문제가 발생한다. FH<sub>1</sub>, FH<sub>2</sub>, MH<sub>2</sub>가 호스트 그룹이 G인 멀티캐스트 세션을 형성하여 MH<sub>2</sub>가 FH<sub>1</sub>으로부터 데이터그램을 받고 있고, 네트워크 N<sub>3</sub>에 호스트 그룹 G에 가입한 호스트들이 없는 상황에서 MH<sub>2</sub>가 Cell<sub>2</sub>에서 Cell<sub>3</sub>으로 이동하면 Cell<sub>3</sub>으로 이동한 후에는 FH<sub>1</sub>으로부터 데이터그램을 수신할 수 없다. 이것은 이동한 후에 새롭게 호스트 그룹 G에 가입하거나 이전의 MSR<sub>2</sub>로부터 데이터그램을 수신할 수 있어야 하는 것을 의미한다.

### III. 이동성 지원 멀티캐스트 프로토콜

인터넷 멀티캐스트에 이동성을 부여하기 위한 연구는 멀티캐스트 데이터그램에 대한 신뢰성을 고려한 연구와 신뢰성을 고려하지 않은 네트워크 계층에서의 연구결과로 나눌 수 있다. 신뢰성을 고려한 연

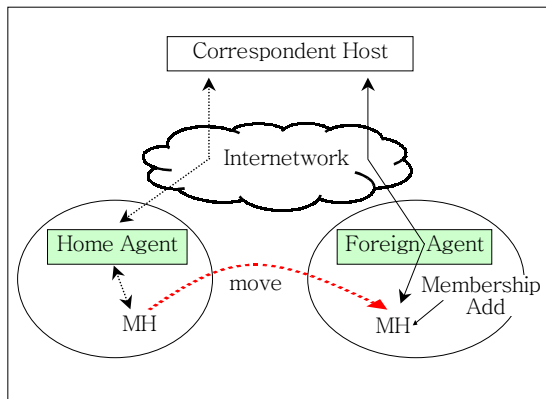


(그림 2) 양방향 터널링

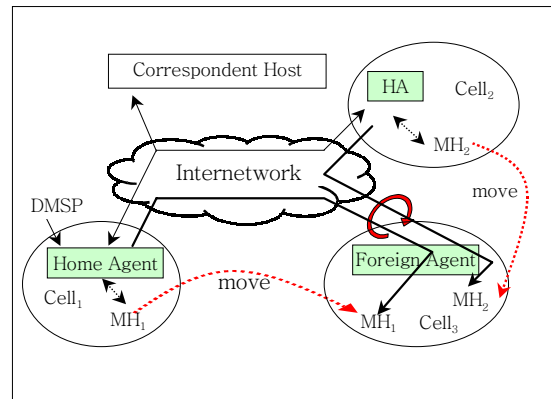
구는 네트워크 계층에서 효율적으로 이동성을 제공하지 못한다는 것을 전제로 이동 호스트에서 실행되는 응용에게 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 목표를 가지고 진행되었으며 HVMP (Host View Membership Protocol)[17]와 RelM (Reliable Multicast for Mobile Hosts)[18]이 여기에 속한다. 신뢰성을 고려하지 않은 연구는 인터넷 멀티캐스트와 같이 최선의 멀티캐스트 서비스를 제공하는 것을 목표로 신뢰성 문제는 상위 프로토콜에 위임하기 때문에 주로 네트워크 계층에서 이동성을 지원하며 이 부류에 속하는 연구로는 IETF Mobile IP Multicast[1], Mobile Multicast(MoM)[10], Acharya의 Mobile IP Multicast[7] 등이 있다.

#### 1. IETF Mobile IP Multicast

IETF Mobile IP[1]는 인터넷 프로토콜의 이동성 뿐만 아니라 멀티캐스트 데이터그램의 라우팅을 위한 기법도 간략하게 제안하고 있다. IETF Mobile IP Multicast에서는 이동성을 지원하기 위하여 양방향 터널링(Bidirectional tunneled multicast)과 원격 가입(Remote subscription)을 선택사항으로 권고한다. 양방향 터널링에 의한 방법은 MH(Mobile Host)가 HA(Home Agent)와 양방향 터널을 설정하여 IGMP 메시지를 포함한 모든 데이터그램을 HA를 경유하여 송수신하는 방법으로 HA가 멀티캐스트 라우터임을 가정한다(그림 2). 원격 가입은 데이터



(그림 3) 원격 가입



(그림 4) 터널 집중 현상

그램에 대한 최적의 경로를 제공하기 위하여 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹에 가입하여 HA를 경유하지 않고 직접 데이터그램을 송수신하는 방법이다(그림 3). 이 방법은 이동한 네트워크에 멀티캐스트 라우터가 존재하는 경우에 가능하며, 멀티캐스트 데이터그램을 송신할 때 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과의 독립성을 유지하기 위하여 반드시 care-of-address를 멀티캐스트 데이터그램의 근원지 주소로 사용해야 한다.

## 2. MoM

MoM(Mobile Multicast)은 IETF Mobile IP 멀티캐스트에서와 같이 터널을 사용하면서 MH들의 이동에 따라서 발생할 수 있는 터널 집중 현상(Tunnel Convergence Problem)을 해결한다[9, 10]. 서로 다른 네트워크에 분산되어 있던 MH들이 한 네트워크로 이동하면 복수의 HA들로부터 하나의 FA(Foreign Agent)로 터널의 끝점이 집중된다. 이 결과로 FA는 복수의 HA들로부터 데이터그램을 수신하여 MH들에게 전달하므로 FA는 물론 MH들도 중복된 데이터그램을 수신하게 된다.

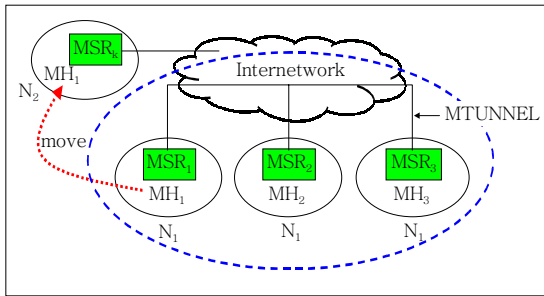
(그림 4)에서 같은 그룹에 속한 MH<sub>1</sub>과 MH<sub>2</sub>가 각각 Cell<sub>1</sub>과 Cell<sub>2</sub>에서 Cell<sub>3</sub>로 이동하면 각각의 HA로부터 Cell<sub>3</sub>의 FA로 터널의 끝이 집중되고 MH<sub>1</sub>과 MH<sub>2</sub>는 각각의 HA로부터 데이터그램을 중복하여 수신한다. 따라서 MoM은 서로 다른 HA로부터 터널

이 집중되는 경우에는 FA가 자신에게 데이터그램을 전송할 책임을 갖는 HA인 DMSP(Designated Multicast Service Provider)를 지정하도록 하여 터널 집중으로 인한 문제가 발생하지 않도록 한다. (그림 4)의 경우는 MH<sub>1</sub>의 HA를 DMSP로 지정하는 경우를 나타내고 있다. 따라서, FA는 같은 멀티캐스트 그룹에 가입한 복수의 MH들에게 서비스를 제공해야 하는 경우에 한 HA만 DMSP로 지정함으로써 복수의 HA들로부터 데이터그램을 중복하여 수신하지 않도록 제어한다.

## 3. Acharya의 Mobile IP Multicast

Acharya가 제안한 이동 IP 멀티캐스트는 Columbia 대학에서 제안한 Mobile IP를 기본으로 하고 있다[7]. Columbia 대학의 Mobile IP는 네트워크를 캠퍼스 단위로 나누고 캠퍼스마다 MH들을 위하여 하나의 가상의 서브네트워크를 할당한다[19]. 따라서, 한 캠퍼스 내에서는 MSR들의 무선 인터페이스는 공통된 서브네트워크 주소를 공유하고 다른 캠퍼스로 이동한 경우에만 임시 주소를 할당 받는 특징을 갖는다. (그림 5)는 4개의 셀이 두 개의 캠퍼스로 구성된 네트워크를 나타내고 각각의 캠퍼스에 따라서 네트워크 식별자 N<sub>1</sub>과 N<sub>2</sub>를 갖는다.

Acharya는 멀티캐스트 데이터그램을 송수신하기 위하여 멀티캐스트 터널(Multicast Tunnel; MTUNNEL)을 정의하였다. MTUNNEL은 유니캐스트



(그림 5) 네트워크 구성 예

터널과는 달리 캠퍼스 내의 모든 MSR들을 그룹의 구성원으로 하는 특별한 멀티캐스트 호스트 그룹이다. 모든 멀티캐스트 데이터그램과 IGMP 메시지는 MTUNNEL을 통하여 로컬 MSR과 원격의 MSR들을 경유하여 MH들에게 전달된다.

MH가 데이터그램을 송신하면 MH를 관리하는 로컬 MSR이 수신하여 IP-within-IP 기법에 의해서 encapsulation한 다음 MTUNNEL에 범람시킨다. 송신 MSR이 아닌 모든 MSR들은 MTUNNEL에서 데이터그램을 수신하여 decapsulation한 다음 자신이 관리하고 있는 MH중에서 데이터그램에 지정된 멀티캐스트 그룹에 가입한 MH가 있으면 무선 인터페이스를 통하여 MH에 전달하고 그렇지 않으면 무시한다.

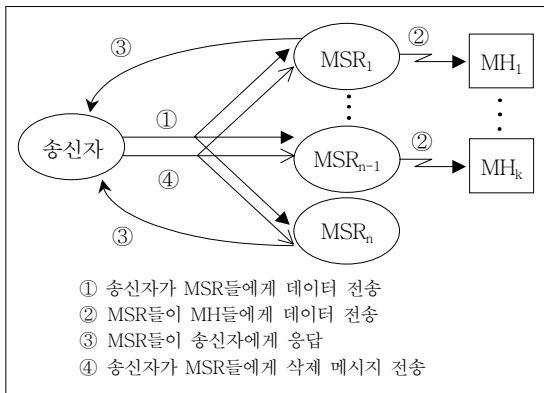
MH가 다른 캠퍼스로 이동하여 데이터그램을 송신하는 경우는 MH와 자신의 캠퍼스에 있는 임의의 MSR을 터널로 연결하여 데이터그램을 송신한다. 이때, 데이터그램의 근원지 주소는 MH의 홈 주소를 사용한다. MSR이 다른 캠퍼스로 이동한 MH로부터 데이터그램을 수신하면 자신의 캠퍼스에 있는 MH로부터 데이터그램을 수신한 것처럼 처리한다.

Acharya는 MTUNNEL을 사용하기 때문에 TTL에 관해서는 캠퍼스 내의 한 MH가 데이터그램을 수신하면 멀티캐스트 그룹에 가입한 모든 호스트들이 데이터그램을 수신하고 그렇지 않으면 모든 MH들이 데이터그램을 수신하지 못하는 “all-or-none” 개념을 적용한다. 따라서, MH가 다른 캠퍼스로 이동한 경우는 송신자로부터의 홉 카운트에 따라서 데이터그램을 수신하지 못하는 경우가 발생한다.

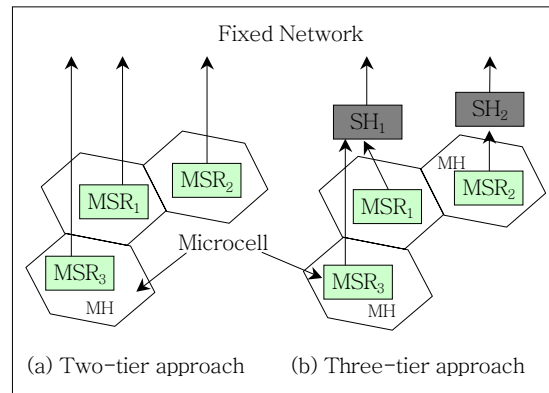
#### 4. HVMP

HVMP(Hosts View Membership Protocol)[17]는 이동 호스트들에게 “exactly once” 개념에 따른 멀티캐스트 서비스를 제공하고 이동 호스트의 위치에 무관하게 모든 MSR들에게 메시지를 방송하는 기법을 사용한다. HVMP는 이동 호스트들이 메시지를 수신하였는지를 확인하기 위하여 송신자는 메시지마다 모든 MSR들로부터 ACK를 요구하고 MSR들은 모든 이동 호스트들에게 ACK를 요구한다. 따라서 MSR들은 자신의 영역에 있는 이동 호스트들에게 메시지를 전달하고 이동 호스트들로부터 ACK를 수신한 다음 이들을 모아 ACK를 보내온 이동 호스트들을 리스트로 만들어 ACK 메시지를 송신자에게 송신한다. 이때, 다른 셀로 이동한 호스트는 리스트에서 제외된다. 그러므로 MSR들은 자신의 셀에 있는 모든 호스트들로부터 응답이 도착할 때까지 일정시간 동안 기다렸다가 송신자에게 ACK를 전송한다. 송신자는 메시지가 모든 호스트들에게 안전하게 전달되었음이 확인되었을 때 해당 메시지를 삭제하라는 삭제명령을 MSR들에게 전송한다. MSR들은 이전에 받았던 메시지를 보관하고 있다가 삭제명령을 받은 후에 비로소 삭제한다.

HVMP의 데이터 전송절차를 도식화하면 (그림 6)과 같이 나타낼 수 있다. 송신자와 수신 MSR들간의 메시지 전송은 메시지마다 송신자의 “메시지 전송,” 수신 MSR의 “응답,” 다시 송신자의 “메시지 삭제” 과정의 3단계로 이루어진다. 수신 MSR들은 메시지를 수신하고 자신의 셀에 있는 이동 호스트들에게 메시지를 전달한 다음 신뢰성 있게 전달된 호스트들의 리스트를 응답 메시지에 실어서 송신자에게 보낸다. 송신자는 모든 호스트들에게 전달되었음이 확인되었을 때 해당 메시지를 삭제하라는 삭제명령을 수신 MSR들에게 송신한다. 이것은 수신 MSR들이 자신이 관리하고 있는 모든 호스트들에게 메시지를 전달하였음에도 불구하고 이동해 오는 호스트가 있으면 가능한 빨리 메시지를 전달하기 위하여 송신자로부터 삭제 메시지를 받을 때까지 해당 메시지를 삭제하지 않고 기다리는 것을 의미한다.



(그림 6) HVMP에서 MSR들간의 메시지 전송



(그림 7) MSR과 SH의 관계

HVMP는 이동 호스트의 위치에 무관하게 일련의 MSR들에게 메시지를 방송하기 때문에 MSR들이 현재 메시지를 전달해야 하는 호스트만 알고 있으면 되므로 간단한 핸드 오버 절차로 호스트의 이동을 가능하게 한다. 그러나, 호스트의 이동성을 지원하기 위하여 네트워크의 모든 MSR들에게 메시지를 방송하므로 대역폭의 낭비를 초래하며 광역의 네트워크일수록 그 정도가 심해지므로 확장성에 한계가 있다. HVMP는 호스트의 이동성을 지원하기 위하여 전송한 메시지에 대하여 모든 수신 MSR들로부터 ACK를 요구하기 때문에 송신자로부터의 역방향 경로에 ACK 폭주현상이 발생할 수 있고, 이동성을 지원하기 위하여 삭제 메시지를 사용하기 때문에 송신자가 N개의 사용자 메시지를 송신하기 위해서 적어도 2N개의 메시지를 전송해야 한다. 수신 MSR들은 송신 MSR로부터 삭제 메시지를 수신한 다음에 메시지를 삭제할 수 있기 때문에 버퍼 가용성을 감소시킨다.

HVMP는 메시지 방송기법으로 인한 단점을 해소하기 위하여 개선된 핸드오버 절차를 제안하였다. 이 핸드오버 절차는 호스트가 이동하면 이동하기 전과 이동한 후의 셀에 위치하는 멤버의 유무에 따라서 MSR을 호스트 그룹에 가입시키거나 이전의 MSR을 호스트 그룹에서 탈퇴시키는 핸드오버 절차를 적용하여 현재 이동 호스트에게 서비스를 제공하는 MSR만 해당 호스트 그룹의 멤버가 되도록 하여 이동 호스트에게 서비스를 제공하지 않는 MSR이 멀

티캐스트 메시지를 받아서 처리해야 하는 단점을 제거하였다.

### 5. ReIM

ReIM(Reliable Multicast for Mobile Hosts)은 데이터 전송절차에 있어서는 HVMP와 유사하지만 MSR이 아닌 SH(Supervisor Host)가 이동 호스트들의 위치를 추적 관리하는 것에 큰 차이가 있다 [18]. (그림 7b)에서 보는 바와 같이 유선 네트워크에 인접한 셀에 위치하는 MSR들의 집합을 관리하는 SH를 두고, 이 SH가 호스트의 위치를 관리하므로 호스트가 다른 MSR의 셀로 이동하더라도 하나의 SH가 관리하는 영역 내에서 이동하는 경우에는 위치 정보를 교환할 필요가 없기 때문에 핸드오버 비용을 절감할 수 있다. 따라서 ReIM은 하나의 SH가 관리하는 MSR의 수가 증가함에 따라서 핸드오버 비용은 감소하지만 관리해야 하는 이동 호스트의 수가 증가하여 SH의 부담이 증가할 수 있다. 또한, 메시지 송수신 메커니즘 측면에서는 HVMP와 같은 기법을 적용하므로 송신자로부터의 역방향 경로에서 발생할 수 있는 ACK 폭주현상과 삭제 메시지로 인한 대역폭 낭비의 문제는 해결하지 못하고 있다.

## IV. 결론

호스트의 이동성을 지원하는 연구들은 그룹을 구

<표 1> 프로토콜 특성 비교

종류 \ 특성	Layer	Optimality	Flexibility	TTL	Reliability
양방향 터널링	Network	No	Yes	Yes	Unreliable
원격 가입	Network	Yes	No	No	Unreliable
MoM	Network	No	Yes	Yes	Unreliable
Acharya의 Mobile IP Multicast	Network	No	Yes	No	Unreliable
HVMP	Transport	Yes	No	No	Reliable
RelM	Transport	Yes	No	No	Reliable

성하는 호스트들 사이에 전달되는 데이터그램에 대하여 최적의 경로를 제공하는가(optimality), 홉 카운트가 증가하는 네트워크로의 이동을 허용하는가(TTL), 멀티캐스트 기능이 제공되지 않는 네트워크로의 이동을 허용하는가(flexibility), 신뢰성을 제공하는가(reliability) 등의 기준에 따라서 특성을 요약하면 <표 1>과 같다.

<표 1>에서 보는 바와 같이 HVMP와 RelM을 제외한 연구들은 신뢰성을 고려하지 않은 연구로서 네트워크 계층에서 이동성을 제어하는 메커니즘을 적용하고 있으나 모든 특성을 모두 만족시키는 해결 방법은 아직 없다.

양방향 터널링에 의한 방법은 데이터그램에 대한 최적의 경로는 제공하지 못하지만 홉 카운트가 증가하는 네트워크와 멀티캐스트 기능을 제공하지 않는 네트워크로의 이동을 허용하므로 원격 가입과 비교할 때 그 특성이 반대이다. MoM은 양방향 터널링과 같은 기능을 갖지만 터널 집중 현상을 해결하므로 양방향 터널링보다 효과적이라 할 수 있다. 그러나, DMSP를 관리해야 하는 부담이 따른다. Acharya의 Mobile IP Multicast는 Columbia Mobile IP를 기초로 하고 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과는 별도로 캠퍼스 내의 모든 MSR들을 멀티캐스트 그룹으로 형성하여 통신함으로써 캠퍼스 내에서는 이동한 다음 데이터그램을 수신하기까지의 지연시간이 짧고 데이터그램에 대한 최적의 경로를 제공하고자 한다. 그러나, 호스트 그룹에 무관하게 모든 MSR들에게 데이터그램을 범람(flooding)시킴으로써 대역폭의 낭비를 초래할 수 있다. 또한, 다른 캠퍼스로 이동하

는 경우에는 TTL에 따른 제약을 갖는다.

HVMP와 RelM은 신뢰성을 고려한 연구로서 트랜스포트 계층 또는 그 상위계층에서 이동성을 제어하는 메커니즘을 적용하고 있으며, 데이터그램에 대한 최적의 경로는 제공하지만 호스트가 멀티캐스트 기능을 제공하지 않는 네트워크로 이동하거나 TTL이 증가하는 네트워크로 이동하는 경우에 멀티캐스트 서비스를 제공하지 못한다. HVMP와 RelM의 가장 큰 문제로 지적할 수 있는 것은 이동성을 제공하기 위하여 전송한 메시지에 대하여 모든 수신 MSR들로부터 ACK를 요구하기 때문에 송신자로부터의 역방향 경로에 발생할 수 있는 ACK 폭주현상과 N개의 사용자 메시지를 송신하기 위해서 적어도 2N개의 메시지를 전송하도록 하는 삭제 메시지의 필요성이다. 따라서 이동성을 지원하는 신뢰성 멀티캐스트 프로토콜은 HVMP와 RelM같이 이동성과 신뢰성을 별개의 문제로 다루지 말고 이동성을 지원하기 위한 핸드오버 비용을 최소화하는 동시에 멤버의 수에 제한이 없는 확장성 있는 신뢰성 프로토콜이 되도록 이동성과 신뢰성을 복합적으로 고려하여 프로토콜을 설계하는 것이 필요하다.

이동 컴퓨팅 환경에서 MH가 송신하는 데이터그램의 근원지 주소는 호스트가 이동하더라도 바뀌지 않고 계속해서 홈 주소를 사용할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 만약, 연속되는 멀티캐스트 데이터그램이 호스트의 이동으로 근원지 주소가 바뀐다면 응용은 다른 호스트의 방해 또는 새로운 멤버의 가입으로 판단하여 많은 혼란을 초래할 수 있다. 이동 컴퓨팅 환경에서 IP 멀티캐스트를 이용하는 멀티미디어



어 응용의 관점에서 살펴보면 이동성을 지원한다는 전제 하에 그 다음으로 중요한 것은 데이터그램에 대한 최적의 경로를 제공하는 것이다. 그 이유는 IP 멀티캐스트를 사용하는 응용들은 비교적 많은 데이터를 교환하는 멀티미디어 응용으로서 세션의 지속 시간이 비교적 길기 때문이다. 데이터그램에 대한 최적의 경로를 제공하기 위해서는 MH가 이동할 때마다 멀티캐스트 그룹에 새롭게 가입해야 하는 것을 의미하는데 이것은 멀티캐스트 트리를 변경하거나 재구성하는 과정을 수반하므로 그 시간 동안에는 데이터그램의 손실을 감수할 수 밖에 없다. 따라서, MH가 네트워크를 이동하면 새롭게 멀티캐스트 그룹에 가입하고, 새로운 멀티캐스트 트리로부터 데이터그램을 수신하기까지는 양방향 터널링에 의하여 데이터그램을 송수신하는 방법을 제공하여 데이터그램의 손실을 최소화하면서 데이터그램에 대한 최적의 경로를 제공할 수 있는 연구를 필요로 한다.

### 참고 문헌

- [1] C. Perkins, *IP Mobility Support*, IETF RFC 2002, IBM, Oct. 1996.
- [2] C. Perkins, *IP Encapsulation within IP*, IETF RFC 2003, IBM, Oct. 1996.
- [3] C. Perkins, *Minimal Encapsulation within IP*, IETF RFC 2004, IBM corp., Oct. 1996.
- [4] C. Perkins, A. Myles, and D.B. Johnson, "IMHP: A Mobile Host Protocol for the Internet," *Computer Networks and ISDN Systems*, Vol. 27, Dec. 1994, pp. 479 - 491.
- [5] H. Eriksson, "MBONE: The Multicast Backbone," *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 8, Aug. 1994, pp. 54 - 60.
- [6] Michael R. Macedonia and Donald P. Brutzman, "MBone Provides Audio and Video Across the Internet," *IEEE COMPUTER*, Apr. 1994, pp.30 - 36.
- [7] A. Acharya, A. Bakre, and B.R. Badrinath, "IP Multicast Extensions for Mobile Internetworking," *Proc. of the IEEE Infocom '96*, San Francisco, CA, 1996, pp. 67 - 74.
- [8] K. Brown and S. Singh, "The Problem of Multicast in Mobile Hosts," *Proc. of 5<sup>th</sup> Int'l Conf. on Computer Communications and Networks*, Oct. 1996, pp. 278-282.
- [9] V. Chikarmane, R. Bunt, and C. Williamson, "Mobile IP-based Multicast as a Service for Mobile Hosts," *Proc. of the 2<sup>nd</sup> IEEE Int'l Workshop on Services in Distributed and Networked Environments*, Whistler, BC, Canada, 1995, pp. 11 - 18.
- [10] T. Harrison, C. Williamson, W. Mackrell and R. Bunt, "Mobile Multicast(MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts," *MOBICOM '97*, Budapest, Hungary, 1997.
- [11] S. Deering, *Host Extensions for IP Multicasting*, RFC 1112, Aug. 1989.
- [12] S. Deering, *Multicast Routing in a Datagram Internetwork*, PhD thesis, Electrical Engineering Dept., Stanford University, 1991.
- [13] D. Waitzman, C. Partridge, and S. Deering, editors, *Distance Vector Multicast Routing Protocol*, RFC 1075, BBN STC and Stanford University, Nov. 1988.
- [14] J. Moy, "Multicast Routing Extensions for OSPF," *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 8, Aug. 1994, pp. 61 - 66.
- [15] T. Maufer and C. Semeria, "Introduction to IP Multicast Routing," IETF Internet-Draft, Mar. 1997, <http://www.internic.net/internet-drafts/draft-ietf-mboned-intro-multicast-02.txt>.
- [16] A. Ballardie, J. Crowcroft, and P. Francis, "Core Based Trees(CBT) - An Architecture For Scalable Inter-domain Multicast Routing," *Computer Communications Review*, Vol. 24, No. 4, Oct. 1994, pp. 126 - 135.
- [17] A. Acharya and B.R. Badrinath, "Delivering Multicast Message in Networks with Mobile Hosts," *Proc. of 13<sup>th</sup> Int'l Conf. on Distributed Computing Systems*, Pittsburgh, PA, May 1993, pp. 292-299.
- [18] K. Brown and S. Singh, "RelM: Reliable Multicast for Mobile Networks," *Computer Communications*, Vol. 21, 1998, pp. 1379 - 1400.
- [19] J. Ioannidis, D. Duchamp, and G. Maquire, "IP-based Protocols for Mobile Internetworking," *Proc. of ACM SIGCOMM Symposium on Communication, Architectures and Protocols*, Sept. 1991, pp. 235 - 245.