

# All-IP망에서 Smooth Handoff를 지원하는 Mobile-IP v6 멀티캐스팅 알고리즘의 설계 및 분석

Design and Analysis of Mobile-IPv6 Multicasting Algorithm Supporting Smooth Handoff in the All-IP Network

박병섭

인하공업전문대학 컴퓨터정보공학부

Byoung-Seob Park

Professor, School of Computing & Information Systems, Inha Technical College

중심어 : Mobile-IPv6 Handoff, Multicast, DB, MRA

## 요약

이동망에서의 서비스 품질은 중요한 망 설계 요소중의 하나이다. 특히, All-IP망에서 VoIP와 같은 실시간 응용은 망 링크간에 이동 호스트의 전이시 발생할 수 있는 패킷 손실을 최소화하는 smooth handoff가 필요하다. 본 논문에서는 MH가 All-IP를 지원하는 다른 망으로 이동시에 패킷 손실을 줄일 수 있는 동적 버퍼링 기반의 새로운 멀티캐스트 알고리즘을 제안한다. 새로운 프로토콜의 핵심 요소는 동적 버퍼링과 멀티캐스트 데이터그램 전달 경로를 줄이기 위해 멀티캐스트 라우팅 에이전트(MRA) 개념을 도입한 것이다. 제안된 프로토콜은 짧은 라우팅 경로 및 이동 호스트에 근접한 노드에서 이동 호스트로의 직접 데이터그램 전송을 통하여 성능 향상을 기대할 수 있다.

## Abstract

The QoS(Quality of Service) guarantee mechanism is one of critical issues in the wireless network. Real-time applications like VoIP(Voice over IP) in All-IP networks need smooth handoffs in order to minimize or eliminate packet loss as a Mobile Host(MH) transitions between network links. In this paper, we design a new multicasting algorithm using DB(Dynamic Buffering) mechanism for Mobile-IPv6. A key feature of the new protocol is the concepts of the DB and MRA(Multicast Routing Agent) to reduce delivery path length of the multicast datagram. Particularly, the number of tunneling and average routing length of datagram are reduced relatively, the multicast traffic load is also decreased.

## 1. 서론

All-IP 구조[1]는 광대역 이동 인터넷, 그리고 기존의 무선 시스템과 같은 다른 액세스 옵션과 IP 패킷 네트워크 층을 이음매 없이 연동시킬 수 있는 미래의 네트워크 비전이다. 이 망구조에서 IP는 음성, 데이터 그리고 멀티미디어 서비스의 통합을 가능케하여 모든 통신서비스들이 단일의 인프라하에서 소통될 수 있게 해준다. 이에 반해 2세대 네트워크는 주로 무선 음성에 대해서만 최적화되어 있다. 모든 All-IP 이동 시스템은 실시간 멀티미디어 패킷 서비스를 지원하도록 최적화 되어 있다. SIP(Session Initiation Protocol)[2] 시그널링은 이러한 새로운 기능을 제공하는 중요한 요소로 인터넷과 이동전화를 결합시키는 공통적인

시그널링이다. 이것은 IP처리가 가능한 터미널에 대해 통합된 멀티미디어 기능을 제공한다.

한편 현재 QoS 문제는 IP-기반 전송 플랫폼을 사용하는 방향 측면으로 모든 연구가 집중되고 있다. 3G 이동통신 및 All-IP 기술의 중요한 발전중의 하나는 서비스 개인화의 비율이 높아지고, 서비스의 종류가 다양해진 것이다. 그러나 QoS 보장을 위한 기존의 연구들은 무선 특성만에 초점을 맞추었다.

본 논문에서는 프로토콜상 처리상에서 발생하는 QoS 문제와 멀티캐스트 라우팅 문제를 다룬다. 이를 위해 이동시에 발생할 수 있는 패킷 손실을 측면을 다루며, Mobile-IPv6[3]에 적용가능한 새로운 멀티캐스트 기법을 제안하고 이를 분석한다.

최근 많은 응용들이 호스트에서 멀티캐스트(multicast) 서비스를 제공하는 것을 요구하고 있고, 이러한 서비스들이

\* 이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2001-003-E00216)

보편적으로 구현되고 있다. 그러나 이러한 알고리즘은 대부분이 고정된 IP망에서의 고정 호스트를 위한 알고리즘으로 이동 호스트를 갖는 이동 환경에서는 적합치 않다[4]. IETF Mobile-IP 스펙[5]은 이동 호스트로 패킷 라우팅을 위한 방법들을 정의하고 있으며, 현재 IETF에서는 Mobile-IP를 적용한 이동망에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로 다음 2가지의 멀티캐스트 지원 옵션을 정의하고 있다[6]; 원격 신청(remote subscription)과 양방향 터널링(bi-directional tunneling). 그리고 위 두가지 기법을 확장시키거나 성능 개선한 이동망에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로 MoM[7]과 RBMoM[8] 기법들이 존재한다. Harrison[7]은 MoM(Mobile Multicast)라는 반의 멀티캐스트 기법을 제안하였다. 여기서 HA는 MH의 멀티캐스트 데이터그램을 터널링할 책임을 가진다. RBMoM(Range-Based Mobile Multicast)[8]은 서비스 개념을 사용하여 짧은 전달 경로와 멀티캐스트 트리 재구성 빈도수 간에 트레이드오프를 제공하도록 하고 있다. 그러나 이 기법들은 모두 Mobile-IPv4를 기반으로 하고 있으며, Mobile-IPv6를 위한 멀티캐스트 알고리즘은 현재 연구 중에 있다.

따라서 본 논문에서 제안하는 DB와 MRA 기반의 새로운 멀티캐스트 라우팅 기법은 Mobile-IPv4를 수용하면서, 이를 성능 개선한 Mobile-IPv6를 기반으로 하기 때문에, 데이터그램 전달 경로 및 멀티캐스트 라우팅 경로 측면에서 매우 우수한 성능 보여준다. 제안된 프로토콜에 동적 버퍼링의 적용으로 이동간 핸드오프시 발생하는 패킷의 손실률도 줄여준다.

## II. All-IP망 참조모델

본 논문에서 적용할 All-IP망의 참조모델은 (그림 1)과 같다. 본 논문에서는 3GPP2에서 제시한 무선 All-IP 망 구조 모델 [9]을 본 논문의 멀티캐스팅 알고리즘을 위해 요구되는 기능만을 간략화 하여 제안하였다. 원래의 3GPP2 All-IP 망 참조모델은 기본망 구조, 핸드오버 및 호 처리 기본 절차 등을 정의하고 있다.

제안된 모델의 각 기능구조는 다음과 같다; (그림 1)에서 전체적인 구조는 액세스 네트워크(RAN : Radio Access Network)는 시그널링(signaling)과 베어러(bearer)에 대해 모두 IP를 지원하는 구조이다. 즉 IP를 라디오 네트워크까지 확장한 모델이다. All-IP 멀티미디어 도메인 코어망(core network)은 종단간 IP 멀티미디어 호 모델이며, EIA/TIA 도

메인 코어망은 레거시 서비스와 노드간 VoIP를 지원하는 구조이다.

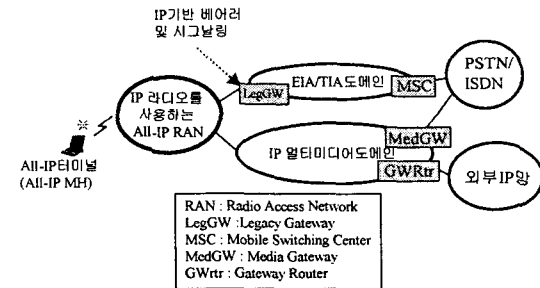


그림 1. 제안된 All-IP 참조모델

MSC(Mobile Switching Center)는 기존 PSTN을 위한 스위칭 센터이며, MedGW(Media Gateway)는 베어러 트래픽을 위해 코어망의 패킷환경과 PSTN의 회선교환 환경간에 인터페이스를 제공하는 모듈이다. GWRtr(Gateway Router) 모듈은 피어 네트워크(예, 인터넷)와 코어망을 연결한다. GWRtr은 IP 패킷 라우팅, 외부 게이트웨이 라우팅 프로토콜, 입출력 트래픽에 대한 정책 등의 기능을 수행한다. LegGW(Legacy Gateway) 모듈은 레거시 MH가 패킷 데이터 서비스를 할 수 있도록 CN를 통해 액세스 네트워크의 자원을 액세스할 수 있는 기능을 제공한다. RAN은 cdma2000을 지원하며, BTS(Basestation Transceiver System)와 BSC(Base Station Controller), 그리고 PCF(Packet Control Function)기능을 포함한다.

## III. Mobile-IPv6 기반 버퍼링 기법

Mobile-IPv6의 기능은 Mobile-IPv4의 기능과 유사하다. Mobile-IPv6의 구성요소는 MH, HA(Home Agent), 그리고 CN(Correspondent Node)로 구성된다. MH는 먼저 자신의 현재 위치를 결정해야 하는데, MH가 홈 링크(home link)상에 존재할 때는 고정된 호스트처럼 동작해야만 하고, 외부 링크(foreign link)상에 존재할 때는 co-located CoA(Care-of - Address)를 얻어야만 한다. 이 주소가 획득되면, 자신의 HA에게 알려야 한다. 또한 MH는 이 주소를 선택된 CN에게 알려야 한다. Mobile-IPv6에서는 FA(Foreign Agent)가 존재하지 않는다. 이것은 MH가 co-located COA를 사용하기 때문이다. 따라서 Mobile-IPv6에서는 HA로의 터널링이 근본적으로 제거된 최적화 라우팅을 수행한다. (그림 2)는 Mobile-IPv6에서의 smooth handoff 과정을 보여준다. 그림

에서 보면 Mobile-IPv6에서는 CN노드에서 새로운 액세스 라우터(NewRT)로의 직접 경로를 볼 수 있다. 그림에서 제어 및 데이터의 전달순서는 번호순으로 기술되어있다.

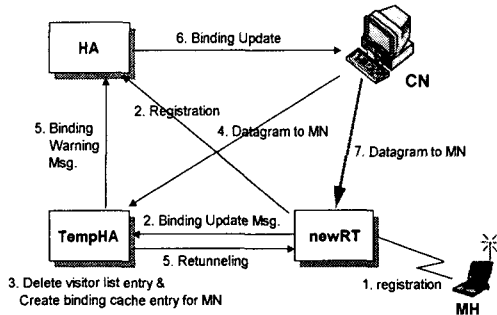


그림 2. Mobile-IPv6에서의 smooth handoff

[10]에서 기술된 버퍼관리 절차는 이동 노드에서 목적지 이동 에이전트(이동 노드에 대한 COA를 관리하는 에이전트)로의 바이딩갱신(Binding Update) 메시지의 전달과 관련되어 수행된다. Ack에 대한 요구는 근본적으로 줄어든다. 만일 액세스 라우터가 MH의 요청을 수행할 수 없다면, 부정 Ack로 응답하고, 그렇지 않으면, 이동 노드는 목적지 이동 에이전트로부터 바이딩 Ack(Binding Acknowledgement)를 받았을 때 자신의 메시지가 액세스 라우터까지 전달되었다고 확신할 것이다. 원활한 핸드오프를 위한 일반적인 절차는 이전 라우터가 메시지를 받아서 메시지에 따라 동작함을 확신할 때까지는 메시지를 재전송하기 위해 액세스 라우터를 필요로 한다.

#### IV. DB 버퍼링 기법

##### 1. 버퍼링기반 핸드오프 개요

DB 버퍼링은 일반적인 원활한 핸드오프 프레임워크에 기반한다. 라우터는 버퍼링을 지원할 수 있는 능력을 알리기 위해 IPv6 '라우터광고메시지(Router Advertisement message)'의 확장된 형태를 사용한다. 또한 원활한 핸드오프 프레임워크 내에서 사용될 3개의 서브 옵션을 사용한다; 버퍼초기화(Buffer Initialize), 버퍼전송(Buffer Forward), 그리고 버퍼 Ack(Buffer Acknowledgment).

'라우터광고메시지'의 목적지 옵션으로 전달된 가능한 자원정보에 기반하여 새로운 액세스 라우터를 결정할 수 있다. 이동호스트-제어 핸드오프에 대하여, MH는 버퍼 상태를 초기화해야 하며, 버퍼된 패킷의 포워딩을 명시적으로 요청

한다. 본논문을 위해 수정된 라우터광고메시지의 형식은 다음 (그림 3)과 같다.

Type	code	checksum
Cur Hop Limit	M   O   H   DB   reserved	Router Lifetime
Reachable Time		
Retrans Timer		
Options ...		

그림 3. 수정된 라우터광고메시지

버퍼링을 수행할 수 있는 라우터는 수정된 '라우터광고메시지'의 'DB'비트를 사용하여 이 능력을 MH에 알린다. 일단 MH가 버퍼링 서비스가 가능함을 나타내는 '라우터광고메시지'를 받으면, MH는 '버퍼초기화' 옵션을 사용하여 버퍼링을 요청한다. MH는 특정한 버퍼크기를 요청할 수도 또는 디폴트 크기를 받아들일 수도 있다. 라우터는 이용가능한 자원에 기반하여 이 요구를 승인하거나, 거절할 수 있다. 라우터는 할당된 버퍼의 실제 크기를 '버퍼 Ack' 서브옵션을 사용하여 다시 MH에 알린다.

버퍼링 상태는 목적지 주소인 MH의 주 CoA1과 연관된다. CoA1으로 들어오는 패킷은 정상적으로 전달되는 패킷에 부가적으로 버퍼링 된다. MH가 핸드오프를 완료했을 때, MH는 '버퍼전송' 옵션을 사용하여, 버퍼된 패킷을 새로운 CoA2로 포워드 하도록 요청할 수 있다. 이에 응답으로 라우터는 CoA1을 위해 이전에 버퍼링된 모든 패킷을 CoA2로 터널한다. CoA1의 라이프 타임이 종료되었다면, 모든 관련 버퍼링 상태는 프리된다. 만일 자원 부족에 따라 라우터가 새로운 버퍼링 요구를 승인할 수 없다면, 핸드오프 동작에 영향을 줄 수 있으므로 앞으로의 라우터광고메시지에서 'DB' 비트를 클리어하지 말아야한다. 이러한 동작의 흐름은 번호순에 따라 그림 4에 나타나 있다.

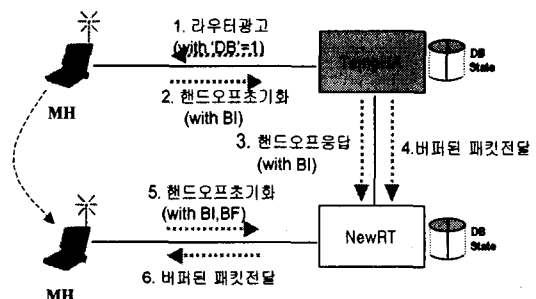


그림 4. DB기반의 핸드오프 시나리오

① 동적버퍼관리(DB)

DB 비트는 라우터가 동적버퍼링 서비스를 지원하는 이 광고 메시지를 보낸다는 사실을 나타내기 위해 '라우터 광고메시지'에서 세트된다.

② 버퍼초기화(Buffer Initialization : BI) 서브옵션

MH가 사용하며, 라우터가 대신하여 패킷을 버퍼링하도록 요청하는데 사용된다.

③ 버퍼전송(Buffer Forward : BF) 서브옵션

BF 서브옵션은 MH나 새로운 라우터 또는 이전 라우터에 의해 사용되는데, 라우터가 새로운 CoA의 MH로 버퍼된 패킷을 포워딩 하도록 요청하는데 사용된다. 이 요청은 타겟 주소와 포워딩 주소 모두와 연관된다.

④ 버퍼 Ack(Buffer Acknowledgment : BA) 서브옵션

BA 서브옵션은 BI나 BF 서브옵션의 수신에 대한 응답으로써 사용된다. 이 서브옵션은 원래 요청의 순서번호를 가지고 송신지에 리턴 되어야 한다.

2. DB 관리 정책

라우터의 버퍼에서는 다른 유형의 트래픽이 동적으로 분리되도록 하는 버퍼 메커니즘을 사용한다. 실시간의 음성 패킷은 높은 우선 순위가 주어지므로 새로이 도착한 음성 패킷은 현재 서비스중인 데이터 패킷을 인터럽트하여, 선점 우선순위(preemptive priority) 전략을 만들 수가 있다. LP(low priority data) 패킷은 낮은 패킷 손실률을 유지하기 위해 충분한 버퍼 용량이 주어져야 한다. 라우터 의 전체 버퍼 크기가  $B_i$  라면, LP 패킷을 위해서는  $B_i^L$ (LP 버퍼영역), HP(high priority data) 패킷을 위해서는  $B_i^H$ (HP 버퍼영역) 크기로 할당한다.  $p_i^H$ 을 입력되는 패킷이  $i$ 번째 라우터로 향하는 높은 우선순위 실시간 패킷일 확률이라고 정의하면,  $1 - p_i^H (= p_i^L)$ 은 LP 패킷에 대한 확률값을 나타낸다.

따라서  $p_i^H = 0$ 일 때,  $B_i^H = 0$ ,  $B_i^L = B_i$ 이고,  $p_i^L = 0$ 이면,  $B_i^H = B_i$ ,  $B_i^L = 0$ 이다. 따라서 전술한 것과 같은 버퍼 할당 기법을 사용할 수 있다. (그림 5)는 MH에 입력되는 트래픽의 종류에 대한 NewRT 노드에서의 버퍼관리 정책을 보여준다.

핸드오프시 패킷 손실을 줄이기 위해 동적 버퍼링을 적용하여 MH의 이동이 많을 경우에도 우수한 성능을 보장하도록 한다. 특히 이러한 입력 데이터의 타입 및 양에 따른

가변적인 동적 버퍼링 전략은 All-IP망에서의 실시간 서비스를 제공하는데 매우 유용할 것이다.

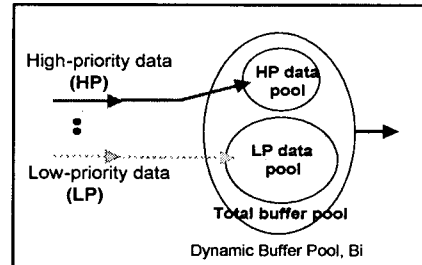


그림 5. NewRT의 버퍼링 전략

V. 제안된 Mobile-IPv6-기반 멀티캐스트 기법

1. 프로토콜 개요

본 논문에서 제안하는 Mobile-IPv6를 지원하는 smooth handoff 기반의 멀티캐스트 알고리즘에 필요한 기본 망 구성 요소로는 MH, MH가 이동하기 이전망의 라우터인 TempHA, 새로운 망으로 이동한 MH의 디폴트 라우터인 새로운 액세스 라우터(NewRT), CN의 4가지 구성 요소 이루어진다. 여기서는 CN이 멀티캐스트 그룹의 소스라고 가정한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 근본적으로는 터널링을 사용하는 HA-기반의 멀티캐스트 기법이다.

먼저 멀티캐스트 그룹 멤버인 이동 호스트가 새로운 망으로 이동할 때, 이동 호스트의 상태와 새로운 외부 망의 상태에 따라 사건이 달라진다. 새로이 이동한 망이 멀티캐스트 그룹 멤버일 경우는 그 망의 디폴트 라우터(NewRT)로부터 멀티캐스트 데이터그램을 전달 받게 된다. 그러나 이동한 새로운 망이 멀티캐스트 그룹에 속해 있지 않을 경우는 다음과 같은 2가지 방법으로 멀티캐스트 데이터그램을 전달받을 수 있다.

2. smooth-handoff 기반 멀티캐스트 기법

(1) 핸드오프-기반 멀티캐스트 기법

첫 번째는 MH가 직접 CN(=소스)에 바인딩갱신 메시지를 통한 자신의 정보를 전달했기 때문에 소스에서 터널링을 통해 해당 멀티캐스트 데이터그램을 직접 받으면 된다. MH가 이동한 정보를 CN이 알지 못할 경우는 데이터그램이 손실되게 된다. 이런 경우에는 Mobile-IPv6의 핸드오프 기법을 이용한다. 즉, 이전망의 TempHA에서 새로운 망으로 이동한 MH의 바인딩 정보를 유지하고 있기 때문에,

TempHA를 경유하는 터널링 방법으로 데이터를 전송 받으면 된다. 이때, 바인딩 정보는 즉시 CN에 전송되어야 한다. (그림 6)이 CN에서 직접 데이터그램을 받는 예제를 보여주고 있다. 홈 네트워크는 이미 멀티캐스트 그룹의 멤버이므로 그림의 (a)의 경우, MH는 현재 HA에 이웃한 망으로 이동했기 때문에 선택된 TempHA를 통하여 데이터그램을 받으면 된다. 그러나 (b)처럼 원거리로 이동했을 때는 소스에서 직접 데이터를 받거나 또는 MH의 TempHA로부터 데이터가 와야 한다. 즉, (b)에서 보면 데이터그램을 받을 수 있는 경우가 두 경로인데, 이때는 MH와 거리를 계산하여 가까운 곳으로부터 데이터그램을 받는다.

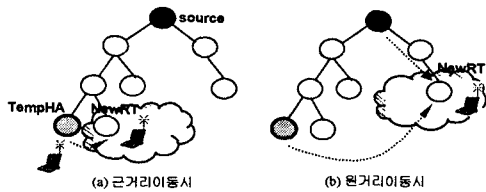


그림 6. 핸드오프기반 멀티캐스트기법

(2) MRA기반 멀티캐스트 기법

다른 경우에는 다음 (그림 7)에서처럼 각 MH에 대한 MRA (Multicast Routing Agent)를 두는 것이다. MRA는 항상 멀티캐스트 그룹의 멤버이어야 하고, 새로운 망으로 이동시에는 MH에서 가까운 거리에 있는 MRA로부터 멀티캐스트 데이터그램을 받는 것이다. 따라서 터널링 길이가 짧아진다. 따라서 각 MH는 자신의 MRA 정보를 유지해야 한다. MRA는 MH의 핸드오프시 재 선택되거나 다시 결정되어야 한다. 초기의 MRA는 자신의 HA가 된다. MRA의 선택은 MH에 의해 직접 이루어지거나 NewRT에 의해 이루어진다. NewRT에 의해 이루어질 경우는 MH에게 알려야 한다. MRA의 대상은 NewRT나 이전 TempHA, 또는 가장 인접한 멀티캐스트 그룹노드, CN 등이 될 수 있다. 따라서 기존의 Mobile-IPv4에서의 방법들보다 MRA 핸드오프를 줄일 수 있다. 즉, MRA 대상이 되는 노드들이 망내에 분산되어 존재하므로 MH의 이동성이 균일한 분포로 이루어질 경우는 MRA 핸드오프를 가능한 줄일 수 있어 매우 유리하다.

HA와 MRA의 주된 차이는 MRA는 MH의 위치에 따라 동적으로 변경되지만, HA는 변경되지 않는다. MRA는 멀티캐스트 서비스를 제공하고, HA와 CN은 유니캐스트 서비스를 제공한다. 둘 모두는 동작하기 위해서 디폴트 라우터를 필요로 한다. 현재 MH를 서비스하고 있는 MRA는 MH 자신

이 유지한다. 즉, 각 MH는 멀티캐스트 서비스를 위한 MRA를 유지해야한다. MRA가 변경되었을 때, 새로운 MRA는 MH의 기록을 삭제할 수 있도록 이전 MRA에 알려야만 한다.

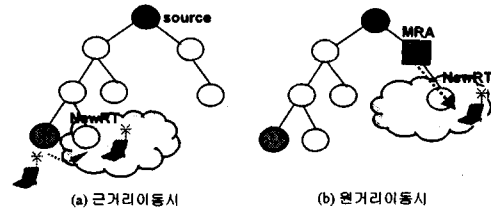


그림 7. MRA기반 멀티캐스트기법

(3) 자료 구조

본 논문에서 제안하는 Mobile-IPv6를 위한 멀티캐스트 알고리즘의 자료구조는 다음 (그림 8)과 같다; MH는 자신의 그룹 ID, HA, TempHA, 새로운 망의 디폴트 라우터인 NewRT, CN, 그리고 자신의 멀티캐스트 서비스를 처리해줄 MRA, 바인딩 시간에 관련된 시간 스탬프 등을 갖는다. 새로운 망의 NewRT는 자신이 멀티캐스트 그룹에 속해 있을 경우 그룹 ID를 갖고, 자신에 붙어 있는 MH 리스트, 각 MH의 이전 에이전트인 TempHA, MRA 등을 갖는다. TempHA의 기능은 소스노드에 바인딩이 완료되지 않았을 경우 대체 경로를 통한 멀티캐스트 데이터그램의 손실을 예방해 준다.

MH table

GroupID	HA	TempHA	NewRT	CN	MRA	Time

NewRT table

GroupID	MH list	TempHA	MRA

TempHA table

GroupID	MH list	NewRT	MRA

MH : Mobile Host  
TempHA : Temporary HA  
NewRT : New Access Router  
CN : Correspondent Node  
MRA : Multicast Routing Agent

그림 8. 멀티캐스팅을 지원하는 자료구조

(4) 알고리즘 기술

다음은 새로운 방문자가 네트워크에 들어왔을 때 NewRT의 동작을 나타낸다;

- MH에 대한 멀티캐스트 데이터그램이 newRT에 도착했을 때;
  1. newRT table에서 MH에 대한 MRA 정보를 찾음;
  2. MRA에 연결된 MH\_list중에서 해당하는 MH로 터널링을 사용하여 멀티캐스트 데이터그램을 전송;

```

○ MH가 외부망에 도착하였을 때;

1. MH는 Mobile-IPv6에 따라 바인딩 정보를 통해 NewRT와 TempHA에 등록한다. 필요시, 데이터그램이 TempHA에서 터널되었다면, CN에 바인딩 정보를 보낸다.

2. MH는 자신과 관련된 TempHA, NewRT 정보 및 그룹 ID를 취득한다.

3. MH는 현재 MRA와의 홉 거리를 계산한다.
IF(Distance(MH,MRA) ≥ 2) /* 서비스 홉수가 2홉
                           거리 이상임 */
{
  IF(MRA≠HA) /* Home망을 떠남 */
  {
    IF(NewRT이 멀티캐스트 트리안에 존재)
    {
      MRA ← NewRT;
      MH를 서비스중인 NewRT를 관련 노드에 알리고
      정보 변경;
    }
    ELSE IF(MG[i]가 멀티캐스트 트리안에 존재)
    { /*MG[i]는 현재 MH를 기준으로 1홉 거리에 있는
      멀티캐스트 그룹 멤버 */
      MRA ← MG[i]; /* 가장 이웃한 멤버가 MRA로
      선택 */
      MH를 서비스중인 MG[i]를 관련 노드에 알리고
      정보 변경;
    }
    ELSE
    {
      MRA ← TempHA /* 처음에는 MRA←HA */
      MH를 서비스중인 TempHA를 관련 노드에 알리고
      정보 변경;
    }
  }
}
ELSE {MH를 서비스중인 MRA를 관련노드에 알림 }
    
```

## VI. 성능분석

본 논문에서의 성능분석은 멀티캐스트 데이터그램 전송을 위한 트래픽 량과 터널링 길이, 패킷손실을 등을 성능척도로 고려한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 HA-기반의 기법으로 터널링을 사용하므로, FA-기반의 원격 신청 기법

은 성능 비교에서 제외하기로 한다. 그 이유는 본 논문에서 제안하는 기법은 Mobile-IPv6에서는 FA가 존재하지 않고, 또한 트리 재구성을 수행하지 않기 때문이다. 따라서 FA-기반의 멀티캐스트 기법의 특징인 멀티캐스트 트리 재구성 비용에 대한 성능 비교가 불가능하다. 성능 비교는 본 논문의 MRA 기법과 양방향 터널링을 사용하는 순수한 HA-기반(Pure HA) 방법, MoM 기법을 비교한다.

### (1) 성능매개변수

본 논문에서 가정하는 망 위상은 10×10의 메쉬 위상의 LAN을 사용하며, 시뮬레이션 시간은 10,000 시간단위를 가정하였다. 이동 호스트는 랜덤하게 LAN에 위치하며, 멀티캐스트 그룹내의 소스 수는 하나만을 가정하였고, 멀티캐스트 패킷의 도착 비율은 포아송 분포를 사용하였다. 그 외에 요구되는 성능 매개변수들은 LAN의 수(100), LAN당 호스트 수(10~50), 이동성비율, m(0~1.0), 그룹멤버크기(10~40), 서비스 시간(5 units), 버퍼크기(10~30) 등이다. 세 기법에서 이동성 변수인 m을 0.7(높은 이동성)을 사용하였으며 최악의 경우를 고려하였으며, 버퍼크기는 20을 가정하였다.

### (2) 멀티캐스트 데이터그램 트래픽 부하

이 성능척도는 멀티캐스트 데이터그램을 전달하는데 관련된 노드의 수로 정의되며, 이것은 멀티캐스트 트리의 노드 수와 터널상의 노드 수를 합한 값이다. 한 LAN당 호스트 수인 MH 수에 대비한 멀티캐스트 트래픽에 관련된 노드 수로 평가하였다. 성능분석 결과는 (그림 9)와 같다.

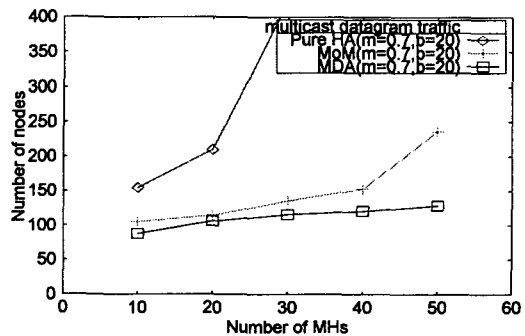


그림 9. 멀티캐스트데이터그램 트래픽 부하

일반적으로 FA-기반의 원격 신청 기법이 가장 낮은 트래픽을 보여준다. 이것은 새로운 FA가 멀티캐스트 그룹에 걸

합되어 터널이 필요없기 때문이다. MRA기반의 기법은 다른 HA-기반 기법에 비해 가장 적은 멀티캐스트 데이터그램 트래픽 량을 보여준다. 이것은 터널되는 트래픽 양이 상대적으로 적기 때문이다. 또한 단말의 이동에 그리 민감하지 않은 결과도 보여준다.

(3) 터널링 길이 (Hop 수)

터널의 길이가 길면 멀티캐스트 데이터그램을 전달하는 경로가 길어지므로 전체적인 트래픽 부하를 증가시키게 된다. Pure HA기법이 터널이 가장 길지만 MoM기법도 많은 터널링을 하는 것으로 측정되었다. 이것은 두 기법들이 HA 기반의 터널링에 기인한 것으로 분석된다. MRA 기법은 최적의 터널링 경로를 보여주었다.

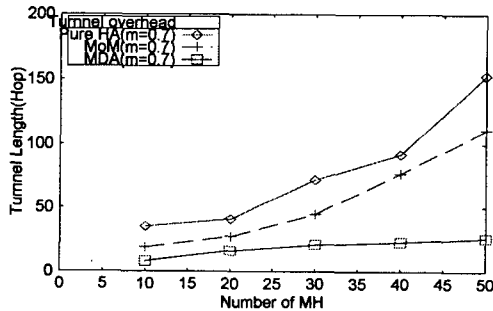


그림 10. 터널링 길이

(4) 패킷 손실율

DB 버퍼링 기법을 적용함으로써 MRA 기법의 성능을 유지할 수 있다. (그림 11)에서 보면, 순수한 버퍼링(SB) 기법의 경우 동일한 손실율을 보장 받기 위해서는 더 많은 버퍼공간이 필요함을 알 수 있다. 이동성비율  $m$ 은 0.3과 0.7을 사용하였다.

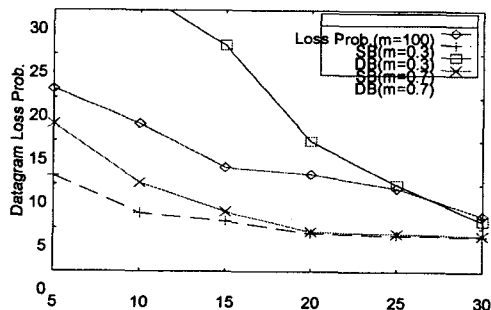


그림 11. 버퍼크기 vs. 패킷손실율

VII. 결론

본 논문에서는 Smooth Handoff를 지원하는 Mobile-IPv6 기반의 멀티캐스트 알고리즘을 제안하고 이에 대한 성능 분석을 실시하였다. 본 논문에서 제안된 멀티캐스트 기법은 MH에 근접한 MRA라는 멀티캐스트 서비스 노드를 도입하여 가능한 한 터널링의 경로를 짧게 함으로써 평균 멀티캐스트 데이터그램의 라우팅 거리를 줄이려 시도하였다. 또한 멀티캐스트 서비스를 관리하는 측면에서는 기본적으로 HA-기반의 기법이며, 이미 Mobile-IPv4에서 제안된 Pure HA기법과 MoM 기법간에 성능을 비교 분석하여, 멀티캐스트 데이터그램을 위한 트래픽 량, 터널링 길이 측면에서 제안된 알고리즘이 효율적임을 보였다. 특히 이동성이 높고, 멀티캐스트 그룹의 크기가 클 경우, 버퍼크기가 클 경우 제안된 기법은 다른 기법들에 비해 매우 우수한 성능을 보여주었다.

참고 문헌

- [1] T.Zhang, et al., IP-based Base Stations and Soft Handoff in All-IP Wireless Networks, IEEE Personal Comm. Mag., Vol.8, No.5, pp24-30, Oct., 2001.
- [2] M. Handley, H. Schulzrinne, and E. Schooler, J. Rosenberg, "SIP: Session Initiation Protocol," www.ietf.org, Request for Comments: 2543, Mar. 1999.
- [3] David B. Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6," Draft-ietf-mobileip-ipv6-13.txt, Nov. 2000.
- [4] J. Mysore and V. Bharghavan, "A New Multicasting-based Architecture for Internet Host Mobility," Proc. ACM/IEEE MOBIKOM'97, pp.161-172, Sep. 1997.
- [5] C. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, Oct. 1996.
- [6] R. Caceres and V.N. Padmanabhan, "Fast and Scalable Handoffs in Support of Mobile Internet Audio," Mobile Networks and Applications, 3(4), pp351-363, Dec, 1998
- [7] T.G Harrison, C.L. Williamson, W.L.Mackrell, and R.B.Bunt, "Mobile Multicast(MoM) Protocol : Multicast

- Support for Mobile . Host," Proc. ACM/IEEE MOBICOM'97, pp.151-160, Sep. 1997.
- [8] C.R. Lin and K.M. Wang, "Mobile Multicast Support in IP Networks," IEEE INFOCOM'2000, pp.1664-1672, 2000.
- [9] 3GPP2, "IP Network Architecture Model for Cdma2000 Spread Spectrum Systems," 3GPP2 SC.P000X, Ver1.0, Oct., 2000.
- [10] M. Khalil, et. al, "Buffer Management for Mobile-IP," draft-mkhalil-mobileip- buffer-00.txt, Jul., 2000.

박 병 섭(Byoung-Seob Park)

종신회원



1989년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과  
(공학사)

1992년 2월 : 서강대학교 대학원 전자계  
산학과(공학석사)

1997년 2월 : 서강대학교 대학원 전자계  
산학과(공학박사)

1997년 4월 ~ 2000년 2월 : 국방과학연구소 선임연구원

2000년 3월 ~ 2002년 8월 : 우석대학교 컴퓨터교육과  
교수

2002년 9월 ~ 현재 : 인하공업전문대학 컴퓨터정보공학부  
교수

<관심분야> : 3G/4G 이동통신, 차세대인터넷, 이동인터넷,  
Mobile-IP