

모바일 네트워크에서 멀티캐스트 응용 모델

정희원 김 영 준*

Multicast Application Model in Mobile Networks

Young Jun Kim* *Regular Member*

요 약

모바일 네트워크 환경에서 효율적인 멀티캐스트 전송을 위한 멀티캐스트 응용 모델을 제안한다. 본 논문은 모바일 IP 망에 명시적 라우팅 프로토콜을 적용하여 멀티캐스트 라우팅 도메인과의 연동을 하기 위한 멀티캐스트 응용모델인 MAEM(Multicast Application for Explicit Multicast)를 설계하고 개발한다. MAEM은 명시적 멀티캐스트를 이용하여 터널링 컨버전스 문제를 해결하고, 1:N 터널링을 이용한다. MAEM은 멀티캐스트 라우터와의 인터페이스와 모바일 IP와의 인터페이스를 만들어 멀티캐스트를 구독하는 MN의 정보를 추출하여 멀티캐스트 패킷을 명시적으로 사용하여 전송한다. MAEM을 라우터에 구현하고 실험망을 구성하여 제안하는 멀티캐스트 응용 모델을 모의실험을 통해 검증한다.

Key Words : Multicast, Mobile Networks, Explicit Multicast, MAEM

ABSTRACT

This study chiefly aims to propose Multicast Application Model for efficient multicast transfer in the mobile network system. For this, this study designs and develops MAEM(Multicast Application for Explicit Multicast) to link with multicast routing domain by the application of routing protocol in the mobile IP network. MAEM settles tunneling convergence problems by using explicit multicast, and utilize 1:N tunneling system. MAEM transfers by the explicit use of multicast packet through the extraction of MN data that subscribe multicast by making interfaces between multicast router and mobile IP. This study also verifies the validity of multicast application model through the simulation process, which embodied to router and presented by the composition of experimental network.

1. 서 론

모바일 멀티캐스트 서비스를 제공함에 있어서 몇가지 문제점들이 발생되고 있다. 첫째 허가받지 않은 악의를 가진 또는 불필요한 소스들로부터 무선망에 유입되는 멀티캐스트 트래픽은 망의 효율성을 저하시킨다. 둘째, 단말의 이동으로 발생하는 멀티캐스트 제어 트래픽에 의해 네트워크 로드가 생긴다. 셋째 멀티캐스트 세션에 의해 많은 멀티캐스트 라우팅 상태정보

가 모바일 네트워크의 라우터에 생성되어 컴퓨팅 자원의 낭비가 생긴다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 모바일 네트워크에서 IETF Mobile IP의 멀티캐스트 문제점을 살펴보고, 그 문제점을 개선하여 네트워크 자원 효율성을 향상시킨 멀티캐스트 응용모델을 설계하고 구현한다. Mobile IP에서 멀티캐스트 전송은 터널링 컨버전스 문제를 야기시킨다. 이를 해결하기 위해 명시적 멀티캐스트를 도입하여 패킷내 List of Destination에 대상 호스트들의 주소를 네이밍하여

* 본 연구는 2009년도 인하공업전문대학 교내 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

* 인하공업전문대학 정보통신과(yjkim@inhac.ac.kr)

논문번호 : 11001-0106, 접수일자 : 2011년 1월 6일

1:N의 모바일 라우터 인터페이스와 Mobile IP와의 인터페이스를 만들어 멀티캐스트를 구독하는 MN의 정보를 추출하는 명시적 멀티캐스트 기법을 사용한다. 즉 Mobile IP를 이용한 멀티캐스트는 Foreign Network으로 이동하여 그곳에서 자신의 위치를 등록한 MN중 해당하는 멀티캐스트를 수신하는 모든 MN에게 HA는 같은 내용의 멀티캐스트 패킷을 전송한다. FA내의 같은 멀티캐스트 패킷을 수신하는 MN이 하나 이상 존재하면, FA와 M멀티역시 같은 패킷을 중복하여 수신하게 되어 문제점이 발생한다. 이를 해결하기 위해 모바일 네트워크에서의 멀티캐스트 응용모델을 설계 및 구현한다. 이를 위하여 2장에서 Xcast 프로토콜과 명시적 멀티캐스트와 Mobile IP를 살펴보고 3장에서 멀티캐스트 응용모델인 MAEM을 설계하고 4장에서 MAEM-HA, MAEM-FA, MAEM-MN의 동작 및 기능을 알아보고 5장에서는 MAEM의 구조를 알아본다. 6장에서는 라우터에 구현하고 실험망을 구성하여 망에서 전송되는 트래픽을 분석하여 성능분석을 한다.

II. 관련 연구

기존의 멀티캐스트 기술과는 달리 IP 헤더와 트랜스포트 계층 헤더 사이에 Xcast 헤더를 삽입하여 헤더 내에 모든 수신자를 명시하여 각 수신자들에게 패킷을 전달하는 방식의 프로토콜이다.^[1-3] 다시 말해서 Xcast에서는 Layer3인 계층위에 Xcast Layer를 추가하여, 멀티캐스트 트리정보에 의존하지 않고 유니캐스트 라우팅 정보를 기반으로 라우팅과 패킷전송을 수행한다. 라우팅 도중에는 최소한의 패킷복제가 일어나게 되며, 최종 노드에서는 각각의 수신자들에게 일반적인 유니캐스트 패킷의 형태로 전달되게 되어 Xcast 프로토콜을 이해하지 못하는 수신자도 어떠한 시스템적인 수정 없이 Xcast 망을 이용한 통신을 할 수 있도록 설계되어 있다. 이를 X2U 기술이라 한다. 그림 1에 그 예를 보여준다.

멀티캐스트엔 두가지 방법이 존재한다. 한가지는 다수의 사용자들에게 데이터를 전송하는 방법이고 또 한가지는 비교적 적은 수의 사용자에게 데이터를 전송하는 방법이다. 전자의 예는 오디오나 비디오를 모든 사원에게 전송하는 사내방송이 될 수 있고 후자의 예는 소수의 인원이 참가하는 비디오 컨퍼런스가 될 수 있다. 두가지는 멀티캐스트 성격이 다르기 때문에 각각에 대해 다른 방법을 적용하는 것이 효율적이다. 이는 각 패킷 내부에 수신자를 명시하

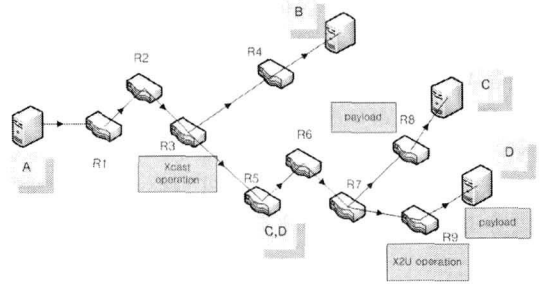


그림 1. Xcast 시나리오

여 정해진 수신자들에게 패킷을 전달하는 프로토콜이다. Explicit Multicast는 비교적 적은 수의 멤버가 참여하는 여러개의 멀티캐스트 그룹을 효율적으로 지원하는 프로토콜이다. 세션단위의 정보를 유지하지 않기 때문에 이에 필요한 신호처리나 세션 정보유지를 위한 메카니즘이 불필요하다. 이는 확장성에 유연함이 있다. 주기적인 정보교환이 불필요하므로 대역폭에도 유연함이 있다.

이동단말이 원래 등록된 홈네트워크의 특정 라우터 및 이동 단말이 방문한 네트워크의 특정 라우터에 IP 이동성을 처리해 줄 수 있는 기능을 추가하여 단말이 현재 IP 주소를 유지한 상태로 통신이 이루어진다.^[4] 이러한 이동성 처리 라우터중 홈네트워크의 라우터를 HA(Home Network)라고 하며, 이동단말의 원래 IP 주소와 현재 방문한 네트워크의 주소를 저장하고 있다가 이동단말에 대한 패킷이 도착하게 되면 이를 이동단말 대신 받은 후, 이동 단말의 현재 위치로 터널링 기법을 이용하여 전송하게 된다. 이동 단말은 자신이 홈네트워크가 아닌 방문 네트워크로 이동하였음을 나타내기 위해 FA(Foreign Network)로 부터 방송되는 Agent Advertisement 메시지를 이용한다. 이동 단말은 방문 네트워크로 들어온 것을 확인하게 되면 방문망의 이동성 처리 가능 라우터인 FA의 주소를 할당

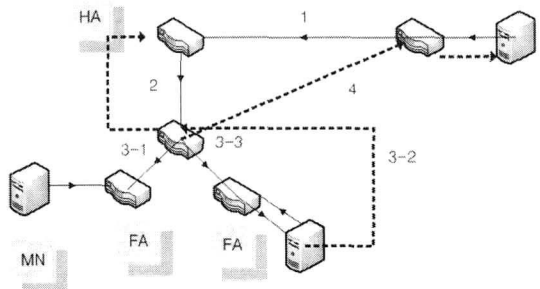


그림 2. Mobile IP

받거나 단말 자신이 DHCP 프로토콜에 의해 임시주소를 할당받게 된다. 이 주소는 HA가 인터셉트한 패킷을 터널링 하여 전달하는데 사용된다. 이 임시주소를 CoA(Care of Address)라고 하며, 이 주소는 HA로부터 만들어지는 터널의 종착점이 된다. HA에서 터널 종착점(FA 또는 이동 단말)까지의 터널 사이에서 패킷들은 IP-in-IP 메커니즘에 의해 캡슐화되어 전송된다.

III. MAEM 설계

MAEM은 Mobile IP 데몬, 멀티캐스트 데몬과 연계하여 동작하며, 그 목적은 Mobile IP의 단점인 멀티캐스트 전송시 발생하는 tunneling coverage를 해결하는 모델로서 MAEM을 제안하며, MAEM은 세가지 구성요소로 구성한다. 첫째 구성요소인 MAEM-HA는 멀티캐스트 라우터 데몬과 Mobile IP와 연동하여 CoA를 위해 멀티캐스트 패킷을 전송한다. 둘째 구성요소인 MAEM-FA는 FA-CoA일때, MAEM-HA로부터 전송되어온 멀티캐스트 패킷을 MN에게 전달한다. 셋째 구성요소인 MAEM-MN은 명시적 멀티캐스트로 encapsulation된 멀티캐스트 패킷을 decapsulation 하여 멀티캐스트 패킷을 복원하여 Loopback 으로 보낸다.

3.1 MAEM-HA

HA는 자신의 MN들이 홈네트워크 가입을 통해서 참여한 멀티캐스트 그룹에 관한 정보를 가지고 있어야 한다. 만일 적어도 한 개의 MN이라도 그 멀티캐스트 그룹에 참여하고 있다면 HA는 MN을 대신하여 멀티캐스트 패킷을 수신해야 한다. 그러나 HA는 홈네트워크에 위치한 MN을 대신하여 멀티캐스트 패킷을 받지 않는다. 만일 MN이 Co-located 된 CoA를 사용하여 HA에 등록하고 있다면 HA는 수신된 멀티캐스트 패킷을 M-in-X 형태로 터널링 해야 한다. 이때의 목

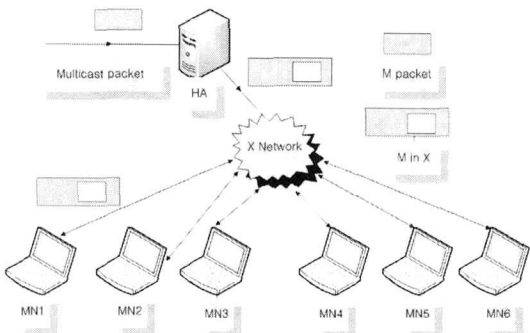


그림 3. M-in-X tunneling(CL-CoA)

적지 주소는 각 MN의 CoA가 된다. HA는 자신이 멀티캐스트 패킷을 보내기위한 정보를 얻어야 한다. 등록방식에 따라 MAEM-HA의 동작은 CL-CoA와 FA-CoA의 두 가지로 달라진다.

3.1.1 CL-CoA

MN이 CL-Coa(Co-located Care of Address)를 사용하여 등록하고 있다면 HA는 받은 멀티캐스트 패킷을 명시적 멀티캐스트로 encapsulation 해야 한다. 이것은 M-in-X 터널링이다. 이때 LoA에 들어가는 주소는 MN이 Mobile IP를 통해서 등록한 CoA이다.

3.1.2 FA-CoA

MN이 FA-CoA(Foreign Agent Care of Address)로 등록하게 되면 CL-CoA와는 다르게 MN이 IP를 새로 할당받지 않으므로 패킷을 전달하기 위해서는 일단 FA를 거쳐야 한다. 이를 위해 CL-CoA에서 전송한 M-in-X 패킷을 한 더 encapsulation 하여 FA에게 전달하는데, 이때 명시적 멀티캐스트로 encapsulation 한다. HA와 FA 사이의 망의 명시적 멀티캐스트를 지원하면 첫째, 수신된 멀티캐스트 패킷을 X패킷으로 encapsulation하게 되는데, 이때 각 MN들의 홈주소를 향해 터널링 한다(M-in-X). 그 후 만들어진 명시적 멀티캐스트 패킷을 다른 명시적 멀티캐스트 패킷으로 encapsulation 하는데, 이때 목적지 주소로 각 MN의 FA-Coa를 사용한다(X-in-X). 결과적으로 HA는 {M-in-X}-in-X 터널링을 수행한다.

HA는 수신된 멀티캐스트 패킷을 멀티캐스트 그룹을 구독하고 있는 MN이 속한 FA-CoA의 CoA의 개수만큼 복제한다. 그후, 각각의 멀티캐스트 패킷의 복사들을 명시적 멀티캐스트 패킷으로 encapsulation 하

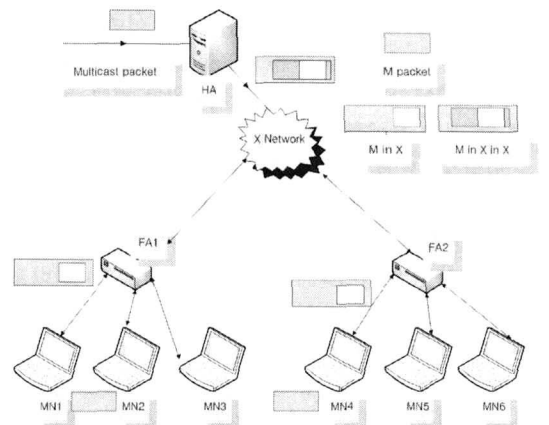


그림 4. M-in-X-in-X packet의 전달

게 되는데 이때의 목적지 주소들은 FA-CoA를 공유하는 MN들의 홈주소가 된다. 이렇게 만들어진 터널 패킷을 다시 unicast 패킷으로 encapsulation 하는데 이때의 목적지 주소는 해당하는 FA-CoA가 된다. 결과적으로 HA는 {M-in-X}-in-U 터널링을 수행하게 된다.

3.2 MAEM-FA

FA로 들어 올 수 있는 터널링 된 패킷은 두가지 형태이다. {M-in-X}-in-X 이거나 {M-in-X}-in-U인데, 어떤 경우라도 FA는 이 두가지 경우를 모두 decapsulation 할 수 있어야 하며 풀어낸 원래의 패킷을 해당 주소로 전달 해 줄 수 있어야 한다. 자신의 주소(CoA)로 수신된 encapsulated X 패킷에 대하여 FA는 그 내부 X 패킷 헤더에 자신의 visitor list에 자신의 주소가 있는지를 확인해야 한다. 만일 해당되지 않는 주소가 있다면 그러한 주소들의 bitmap에는 '0'을 써 넣으며, 이후의 내부 명시적 멀티캐스트 패킷 처리에 있어서 무시된다. 이후 캡슐화된 명시적 멀티 캐스트 패킷은 decapsulation되고 안쪽의 M-in-X 패킷은 MN으로 패킷을 전송한다.

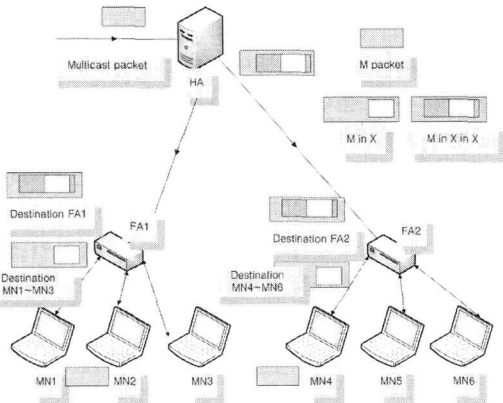


그림 5. {M-in-X}-in-U tunneling

3.3 MAEM-MN

MN에서 동작하고 있는 MAEM은 명시적 멀티캐스트 packet를 수신하여 다음과 같은 처리를 한다. X packet을 수신하여 CoA에 자신의 홈주소가 있는지 확인하여, 있다면 수신하고 없다면 패킷을 삭제한다. MN은 명시적 멀티캐스트로 encapsulation된 패킷을 decapsulation 할 수 있어야 한다. CL-CoA나 FA-CoA의 모든 경우 MN에게 전송되는 패킷은 M-in-X 형태이다. decapsulation된 패킷을 Loopback 시켜야 한다.

IV. MAEM의 동작

그림 6의 오른쪽 부분은 실제로 망이 구성된 것과 패킷이 전송되는 것을 나타내며, 왼쪽부분은 망에서의 터널을 도식화한 것이다. 터널은 2개가 존재한다. 두 개의 터널은 HA에서 각 MN에게 패킷을 전달하기 위한 터널과 HA에서 각 FA(CoA)에게 패킷을 전달하기 위한 터널이다. 그림 6에서와 같이 2개의 FA에 등록되어 있는 MN 4개가 있고, 이 중 MN 1~4가 멀티캐스트 그룹에 Join되어 있는 경우를 가정한다. 멀티캐스트 송신자는 패킷을 HA까지 망을 통해서 전송한다. MN 1~4가 Foreign Network에 있으므로 MAEM은 해당 IP 패킷을 수신해서 명시적 멀티캐스트 터널링을 두 번 사용하여 보낸다. 그림 6의 왼쪽에 있는 그림은 안쪽 LoA에는 모바일 노드의 홈 IP가 들어가며, 바깥쪽 LoA에는 각 MN의 Care of Address(CoA)가 각각 들어간다. 중간에 마킹되어 있는 부분은 비트맵이 invalid 한 부분을 나타낸다.

이 패킷이 명시적 멀티캐스트 망으로 보내지면, X router에 의하여 경로에 따라 분기되어 보내지며, 결과적으로 각 CoA에 해당되는 FA1, 2로 보내진다. FA는 수신 받은 패킷을 한 번 decapsulation 한 후 안쪽

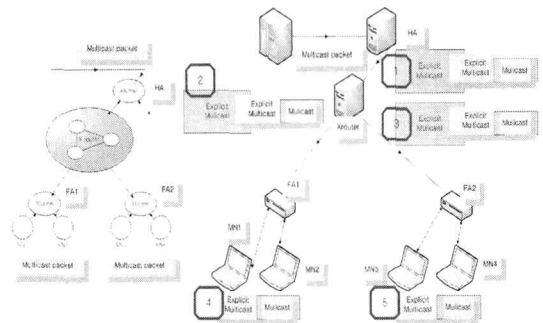


그림 6. MAEM의 멀티캐스트 패킷 전달

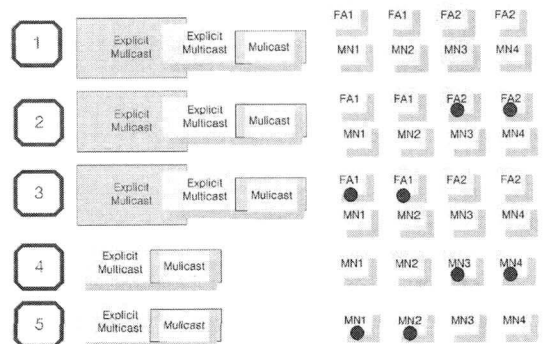


그림 7. 각 상태에서의 패킷 변형

LoA에 들어있는 주소 목록중에 FA에 등록된 MN이 있는 경우 그것을 MN에게 전송하게 된다. MN은 수신 받은 패킷의 명시적 멀티캐스트 부분을 decapsulation 한 후 자신의 Loopback device로 보내서, 기존의 멀티캐스트 어플리케이션이 받을 수 있도록 한다. MN이 다른 Foreign Network로 이동하게 되면 자연스럽게 Mobile IP operation에 의해 등록이 일어나게 되며, 이때 Mobile IP HA의 정보에 의존하는 MAEM의 정보(MN의 위치정보) 또한 갱신되어서 MN이 이동한 곳으로 멀티캐스트 패킷을 전송 할 수 있다.

V. MAEM 구조

전체적인 MAEM 시스템의 구조는 그림 8과 같이 표현 할 수 있다. MAEM은 HA, FA와 MN으로 크게 3부분으로 구분된다. MAEM-HA는 Mobile IP의 HA와 동일한 머신에서 동작하며, MN이 가입되어 있는 멀티캐스트 패킷을 CoA까지 보내는 역할을 한다. MAEM-FA 역시 Mobile IP의 FA와 동일한 머신에서 동작하며 FA-CoA로 등록되어있는 MN이 멀티캐스트 패킷을 수신하기 위해 MAEM-HA에서 보낸 패킷을 처리하여 MN 측에 보내는 역할을 한다. MAEM-MN은 encapsulation 되어서 전달되어온 멀티캐스트 패킷을 decapsulation 하고, 그것을 기존 멀티캐스트 어플리케이션에게 보내는 역할을 한다.

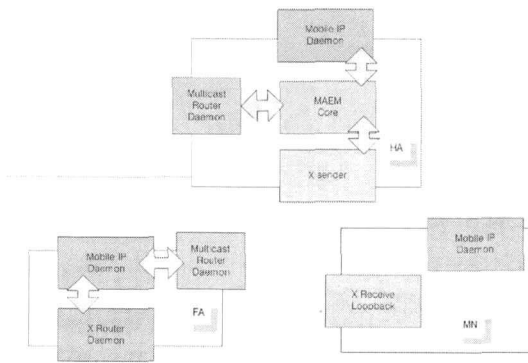


그림 8. MAEM의 블록 다이어그램

5.1 MAEM-HA 구조

MAEM-HA는 4가지 부분으로 구분되며 중심이 되는 것은 가운데 있는 MAEM Core이다. 이 MAEM Core는 2가지 데몬(Mobile IP 데몬과 멀티캐스트 라

```

struct kye_Channel {
    struct in_addr channel_ID;
    int listCount; int portCount;
    struct listOfAddressM *Lists;
    struct key_Channel*Next;
    struct portList* Ports; };
    
```

우터 데몬)으로 부터 정보를 받아들이고 모아진 정보를 이용하여 명시적 멀티캐스트 패킷을 보내게 된다. 멀티캐스트 라우터 데몬과 Mobile IP 데몬은 각각 가지고 있는 인터페이스를 통하여 MAEM과 이벤트, 요청 그리고 응답을 주고 받는다. MN에서 멀티캐스트 그룹 Join 또는 Leave가 들어오게 되면, 이것을 MAEM Core에서는 두 곳에서 이 메시지에 대한 정보를 받게 되어 있다. 멀티캐스트 라우터 데몬 인터페이스와 Foreign Agent 멀티캐스트 메시지 인터페이스이다. 멀티캐스트 라우터 인터페이스는 HA측에 설치되어 있는 멀티캐스트 라우터로부터 멀티캐스트 그룹 메시지를 받게 되고 그것을 메인 쓰레드에 전달한다. Foreign Agent 멀티캐스트 메시지 인터페이스는 MN이 FA-CoA로 등록했을때, MN이 멀티캐스트 그룹 메시지를 보내면 해당 FA측에 설치되어 있는 멀티캐스트 라우터 데몬이 HA측의 MAEM으로 해당 메시지를 보내며 그것을 수신하는 인터페이스이다. 수신해야 할 멀티캐스트 그룹에 대한 정보와 그룹을 수신하고 있는 MN의 IP정보를 알기 위해서 두 인터페이스로부터의 메시지 내용을 저장하는데 다음은 멀티캐스트 목록 관리 구조이다.

HA 멀티캐스트 라우터 데몬은 4가지 부분이 추가되었다. 첫째, MAEM-HA에서 오는 요청을 처리하는 부분으로 제일 왼쪽의 플로우차트이다.(HA MRouter Thread) 처리하는 event는 대리 Join(type=2), 대리

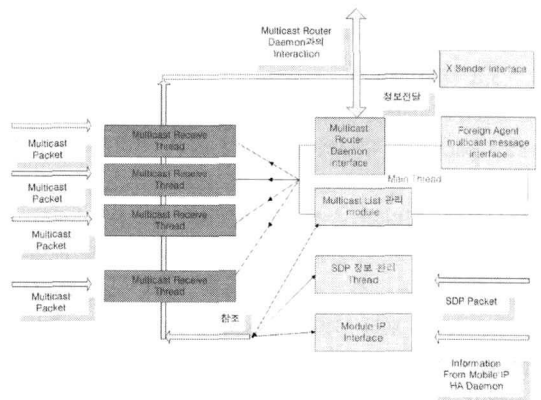


그림 9. MAEM Core 블록 다이어그램

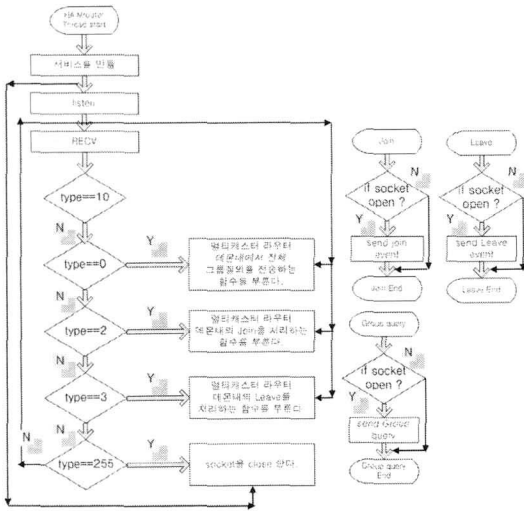


그림 10. HA 멀티캐스트 라우터 데몬 알고리즘

Leave(type=3), MAEM 종료(type=255), 전체 그룹질의요청(type=0)이다. 두번째로 Join event를 보내는 부분으로 MAEM 데몬이 멀티캐스트 데몬에 접속해 있고 홈네트워크에 있는 MN이 멀티캐스트 Join을 해서 멀티캐스트라우터 데몬이 IGMP를 수신했을때, MAEM과 연결된 인터페이스를 통하여 MAEM에게 Join event를 전달한다. 세번째는 Leave event를 보내는 부분으로 MAEM-HA가 접속해 있다면 MAEM-HA에게 Leave event를 전달한다. 마지막으로 그룹질의 event를 보내는 부분이다. 마찬가지로 MAEM-HA가 접속해 있다면 MAEM-HA에게 메시지를 보낸다. MAEM-HA로부터의 메시지 파서가 아닌 event 전달부분은 원래 멀티캐스트 라우터 데몬에 있는 함수안에 event를 보내는 것을 추가한다.

5.2 MAEM-FA 구조

MAEM-FA 구조는 다음과 같다. 먼저 Mobile IP 인터페이스는 Mobile IP 인터페이스를 사용하여 얻어 내는 정보는 MN이 등록되었는지 와 MN의 HA의 IP 정보이다. FA의 MN 등록정보 구조는 다음과 같다.

MAEM-FA 멀티캐스트 라우터 MN으로부터 IGMP 메시지를 받으면, Foreign Agent 데몬에게 Mobile IP 인터페이스를 사용하여 접속 한 후, MN의 HA IP를 얻어온다. 이 HA IP를 사용하여, 그곳으로 IGMP의 내용을 담은 UDP 메시지를 보낸다.

```

struct MNFARegInfo {
    struct in_addr MNIP; // MN의 홈주소
    struct in_addr HomeAgent; }; //MN의 홈HA주소
    
```

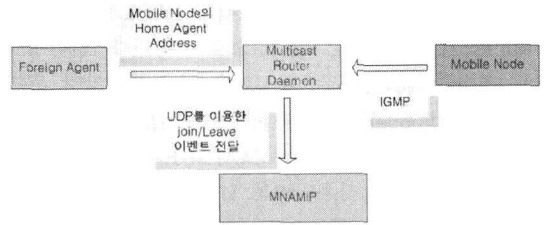


그림 11. FA 멀티캐스트 라우터 데몬구조

목적지 포트 넘버는 10101 이다. 송신형식은 HA측 MAEM이 받았던 형식과 동일하다.

보통의 멀티캐스트 라우터의 경우는 각 장치에서 IGMP를 대기하고 있다. 그러나 IGMP의 소스가 자신의 서브넷이 아닌 경우, 이것을 무시한다. FA-CoA의 경우 MN의 IP는 Foreign의 장치 서브넷이 아니므로, 서브넷이 아닌 경우에만 처리한다. FA-CoA로 등록되어 있는 경우, 그 MN의 Home Agent IP를 FA로 부터 얻어내서 IP의 포트 10101로 Join/Leave 메시지를 전송한다.

5.3 MAEM-MN 구조

X receiver 부분의 동작은 M in X 형식의 X packet을 받아서 Loopback 장치를 향하는 M in U encapsulation packet을 만들어 보낸다. 수신받은 멀티캐스트 패킷을 수신하는 어플리케이션이 존재하는지 조사하고, 만약 있다면 해당 멀티캐스트 그룹에 대해서 Loopback 장치 역시 멀티캐스트 조인을 하도록 만들어서 Loopback을 통하여 올라오는 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있도록 만든다.

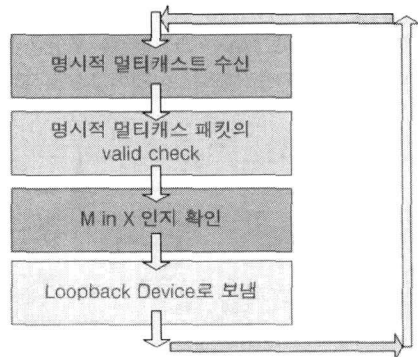


그림 12. MN의 명시적 멀티캐스트decapsulation

VI. 모의 실험

실험망은 10대의 리눅스 머신으로 구성했다. 실험망

의 구조는 그림 13과 같으며, HA(1), FA(3), Exrouter(3), Multicast-sender(10), MN(1)으로 구성된다. 멀티캐스트 센터와 MN은 모두 무선랜을 이용해서 각각 홈에 이진트와 Foreign Agent와 연결된다. HA의 구성은 설치된 데몬 및 실행순서대로 MAEM-HA 인터페이스를 가진 멀티캐스트 라우터데몬, HUT 모바일 IP HA 데몬, MAEM-HA 데몬으로 구성되며, FA의 구성은 MAEM-FA 인터페이스를 가진 멀티캐스트 라우터 데몬, HUT Mobile IP FA 데몬, MAEM FA 데몬으로 구성되고, MN의 구성은 X receiver, HUT, Mobile IP MN 데몬, 멀티캐스트 리시버로 구성된다. 시나리오는 다음과 같다. 2개의 MN을 홈네트워크에서 Foreign Network으로 이동시킨후, FA-CoA로 등록될때, HA가 보내는 멀티캐스트 패킷을 분석하여 효율성을 측정한다. 순서는 다음과 같다. 센터는 SDR을 사용하여 멀티캐스트 그룹 정보를 HA에게 알린다. 홈에서 멀티캐스트 그룹 Join을 하고 멀티캐스트 어플리케이션이 패킷을 수신하는 지 확인 한다. 2개의 MN을 Foreign Network으로 이동시키고 FA-CoA로 등록시킨 후, 멀티캐스트 패킷의 수신을 확인하며, 이때 HA가 CoA를 향해서 보내는 패킷을 분석한다. MN이 다른 Foreign Network으로 핸드오프 한후 HA가 보내는 패킷을 분석한다.

실험결과는 다음과 같다. MAEM-HA를 동작시키면 각 쓰레드는 자신의 상태와 이벤트를 출력한다. 데몬들을 순서대로 실행시키고 멀티캐스트 패킷을 보낸다. 홈네트워크에 있을때는 모두 같은 서브넷에 존재하므로 멀티캐스트 패킷을 받는다. MN1과 MN2를 모두 FA3로 이동시켜 FA3에 등록한다. 멀티캐스트 패킷을 센터에서 보낸다. 이후 MAEM-HA에서 한 개의 패킷을 보낸다. HA는 그 패킷을 모양을 다음과 같은 패킷 덤프를 출력한다. 이것이 M in X in X 로

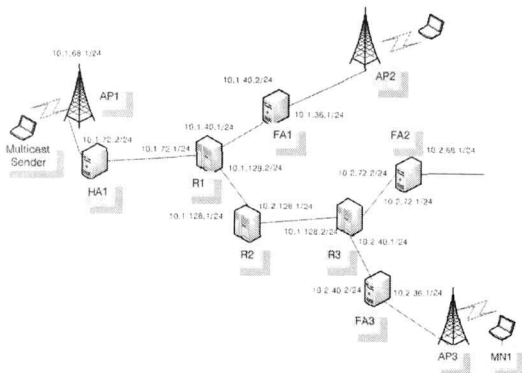


그림 13. 실험망

표 1. 실험 망의 IP 할당

	interface name	IP	
R1	etho	10.1.128.2/24	R2연결
	eth1	10.1.72.1/24	HA연결
	eth1	10.1.40.1/24	FA1연결
R2	etho	10.1.128.1/24	R1연결
	eth1	10.2.128.1/24	R3연결
R3	etho	10.2.128.2/24	R2연결
	eth1	10.2.72.1/24	FA2연결
	eth2	10.2.40.1/24	FA3연결
HA	etho	10.1.72.2/24	R1연결
	eth1	10.1.68.1/24	홈네트워크
FA1	etho	10.1.40.2/24	FA1CoA
	eth1	10.1.36.1/24	FA FN
FA2	etho	10.2.72.2/24	FA2CoA
	eth1	10.2.68.1/24	FA FN
FA3	etho	10.2.40.2/24	FA3CoA
	eth1	10.2.36.1/24	FA FN
MN1	etho	10.1/68.3/24	
MN2	etho	10.1.68.4/24	
Sender	etho	10.1.68.2/24	

encapsulation 된 패킷이다. 결과적으로 한 번의 전송으로 2개의 host에게 전송이 되었다. 여기서 계속 증가하는 MN에 대한 MAEM의 효율성은 다음과 같다. 모든 호스트가 FA-CoA로 등록되었고 실제로 전달하고자 하는 멀티캐스트 정보가 400바이트라면, MN의 증가에 대해서 다음과 같은 조건으로 패킷이 증가한다. IP 터널을 사용하여 보내는 경우 전송되는 payload는 400바이트, UDP 헤더 8바이트, IP 헤더 20바이트 이므로 428바이트를 사용해서 보내게 된다. MN이 증가할때 이 패킷을 다시 보내므로 선형적으로 증가한다. 그에 비해 MAEM은 내부에 있는 이중의 명시적 멀티캐스트 터널에 있는 LoA들에 4바이트를 추가하므로 MN이 하나 증가할때 마다 8바이트 증가한다. MN의 수가 32,64,96개를 넘을때 마다 비트맵이 4바이트씩 증가하므로 이중으로 encapsulation 되어 그때마다 8바이트 증가한다. 전송되는 payload는 400바이트, UDP 헤더 8바이트, IP 헤더 20바이트 그리고 명시적 멀티캐스트에서 LoA내에 한 개의 호스트가 있을때 20바이트인데, 이중으로 encapsulation 되어서 MN이 한개인 경우에는 448바이트를 사용하여 보내지만, 다음부터는 LoA에 IP 주소만을 추가하므로 8바이트 증가된다. 이를 다음 그림 14에 나타낸다.

표 2. MN1과 MN2가 FA3에 등록시 HA가 전송한 패킷

45 00 00 77	명시적 멀티캐스트를 위한 IP 헤더 소스는 10.1.72.2 목적지는 224.2.2.1(AXR)
00 00 40 00	
14 c8 e3 04	
0a 01 48 02	
e0 02 02 01	
10 02 a4 52	LoA 10.2.40.1 10.2.40.2 두 MN 모두 FA3에 등록되어 CoA는 10.2.40.2
00 00 00 00	
04 06 00 00	
e0 00 00 00	
0a 02 28 02	
0a 02 28 02	
45 00 00 4b	명시적 멀티캐스트를 위한 IP 헤더 소스는 10.1.72.2 목적지는 224.2.2.1(AXR)
00 00 00 00	
14 c8 de 31	
0a 01 48 02	
e0 02 02 01	
10 02 d3 2e	LoA 10.1.68.3 10.1.68.4 MN의 홈주소
00 00 00 00	
04 06 00 00	
c0 00 00 00	
0a 01 44 03	
0a 01 44 04	
45 00 00 1f	원래의 멀티캐스트 그룹은 224.3.3.1 소스와 목적지는 3000 멀티캐스트 payload aaa
00 00 40 00	
20 11 ea 02	
0a 01 44 02	
e0 03 03 01	
0b b8 0b b8	
00 0b 00 00	
41 41 41	

CL-CoA로 등록한 MN의 경우는 오히려 더 좋은 결과를 보인다. Bi-directional tunnel의 결과는 FA-CoA 때와 마찬가지로 증가하지만, MAEM의 경우는 오히려 M in X 형태의 단일 encapsulation 되므로 4바이트씩 증가하므로 효율성이 좋다.

VII. 결 론

본 논문에서는 모바일 네트워크 환경에서의 멀티캐스트 응용 모델을 제안한다. 멀티캐스트 응용모델인 MAEM은 멀티캐스트 패킷 전송에 명시적 멀티캐스트를 이용하여 터널링 컨버전스 문제를 해결하고 1:N

터널링을 이용하여 네트워크 부하를 효과적으로 줄인다. 실제로 MAEM을 구현하여 이를 바탕으로 실험망을 구축하고 MAEM의 동작을 검증하였다. 실험결과 멀티캐스트 응용이 멀티캐스트 센터가 보내는 패킷을 수신하며, HA가 멀티캐스트를 사용하기 위해 사용하는 대역폭은 상대적으로 적어짐을 증명하였다.

참 고 문 헌

- [1] Mozafar Bag-Mohammadi, Nasser Yazdani, and Sanadian-Barzoki, "On the Efficiency of Explicit Multicast Routing Protocols," Proceedings of the 10th IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC 2005), pp.679-685, 27-30 June 2005.
- [2] A. Boudani, B. Cousin, "SEM: a new small group multicast routing protocol." 10th International Conference on Telecommunications 2003, ICT2003, Vol.1, 23 Feb-1 March 2003 pp.450-455.
- [3] S. Egger and T. Braun, "Multicast for Small Conferences: A Scalable Multicast Mechanism Based on IPv6," IEEE Communications Magazine, Jan, 2004.
- [4] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF Internet-Draft, draft-ietf-mobileip-ipv6-21.txt, February 26, 2003.
- [5] C. Diot, B. N. Levine, B. Lyles, H. Kassem and D. Balensiefen, 'Deployment Issues for the IP Multicast Service and Architecture,' IEEE Network, January 2000.
- [6] S. Dixit and T. Wu, Content Networking In The Mobile Internet, John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- [7] "Host Extensions for IP Multicasting," Internet Engineering Task Force (IETF), <http://www.ietf.org/rfc1112.txt>

김 영 준 (Kim Young Jun)

정회원



1986년 한양대학교전자공학과 학사
1991년 한양대학교전자공학과 석사
2001년 한양대학교전자공학과 박사
1996년 3월~2001년 9월 혜천
대학 정보시스템계열 조교수
2001년 9월~현재 인하공업전
문대학정보통신과 교수
<관심분야> Multicast