

이동 환경에서의 지역적 등록을 이용한 효과적인 멀티캐스트 라우팅 방법

박태현^{*} · 김철순^{**} · 곽경섭^{***}

요 약

이동기술의 발전으로 이동성을 지원하는 멀티캐스트 서비스에 대한 요구가 증가되면서 많은 방법들이 제시되었다. 하지만 기존의 방법들로는 이동노드의 움직임에 따라 멀티캐스트 서비스에 재가입을 하게됨에 따른 지연과 패킷손실이 발생하게 된다. 이러한 패킷손실을 줄이고자 본 논문에서는 지역 등록방법을 이용한 새로운 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 기존의 지역등록방법에서 시그널링 메시지 부분을 수정하였으며, 캐쉬 부분을 추가하였다. 동일 GFA내에서 이동시에는 완전하게 등록이 끝날 때까지 이동하기전 FA로의 등록을 유지하며, 다른 GFA내로 이동한 경우에는 캐쉬를 사용함으로써 등록되는 동안 오게되는 패킷손실을 방지한다. 이러한 방법을 통해 이동노드의 움직임에 따른 패킷손실을 줄이게 되어 보다 효과적인 멀티캐스트 서비스를 받게 된다.

Efficient Multicast Routing Scheme at Mobile Environment using Regional Registration

Tae Hyun Park^{*}, Chul Soon Kim^{**} and Kyung Sup Kwak^{***}

ABSTRACT

As the demand on multicast services increases to support the terminal mobility in the midst of the development of wireless mobile communication technology, many new methods have been studied. However, previous methods occur delay and packet loss during re-joining to multicast service group when moving mobile node. In this paper, we will propose a scheme that decreases packet loss using regional registration method. Proposed scheme modified signaling message of previous regional-registration and added caching. In case move to same GFA, we can prevent packet loss by keeping registration to FA until perfectly registration ends. Also, In case move to other GFA, we can reduce packet loss by using cache. Therefore, we can receive efficient multicast service.

Key words: Mobile IP, Regional Registration, Multicast

1. 서 론

최근 인터넷과 무선통신 관련 기술이 급성장함에 따라 보다 많은 사용자들이 무선 인터넷 서비스를 이용하게 되었다. 특히 핸드폰, PDA 그리고 노트북 등이 보편화되면서 멀티캐스트를 기반으로 하는 VOD,

온라인 게임 등 멀티미디어 서비스가 크게 대두되고 있다. 이러한 서비스를 위해 모바일 IP가 제시되었으며, 모바일 IP를 통해 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해 Remote-subscription과 Bi-directional Tunneling의 두 가지 방법이 제시되었다[1].

Remote-subscription은 외부 에이전트(FA: Foreign Agent)기반의 라우팅 방법으로, FA로 이동노드(MN: Mobile Node)가 움직이는 경우 FA에서의 등록을 통해 멀티캐스트 트리를 재구성하게 된다. 이

접수일: 2002년 11월 13일, 완료일: 2003년 4월 24일

^{*} 정회원, 인하대학교 정보통신대학원 공학석사

^{**} 정회원, 인하대학교 대학원 멀티미디어공학 전공

^{***} 정회원, 인하대학교 정보통신공학부 교수

방법에서는 멀티캐스트 라우팅 경로가 항상 최적으로 구성되는 반면, 이동노드가 움직일 때마다 항상 멀티캐스트 트리를 재구성해야 된다. 즉 멀티캐스트 트리가 재구성되는 동안 서비스 끊김 현상이 발생하여 패킷이 손실된다는 단점을 가지고 있다.

이와 반대로, Bi-directional tunneling은 홈에이전트(HA: Home Agent)기반의 라우팅으로 FA로 이동노드가 움직인 경우, 이동노드로 전송될 패킷은 항상 HA를 통해 캡슐레이션(capsulation)되어 이동노드가 속한 FA로 전달되어 이동노드에게 보내진다. 이 방법에서는 이동노드의 이동과는 무관하게 항상 HA에서의 캡슐레이션을 통해 FA로 패킷이 전달되므로 멀티캐스트 트리의 재구성이 필요 없게 된다. 따라서 이동노드의 이동에 따른 서비스 끊김 현상이 없다는 장점을 가지지만, 항상 HA를 통하여 패킷이 전달되므로 멀티캐스트 라우팅 경로가 길어지는 단점을 가지게 된다.

표 1에서는 두 가지 방법의 장단점을 비교하였다. 그러나 Bi-directional 방법에서는 상대노드(CN: Correspondent Node)에게서 받은 패킷을 HA를 거쳐 FA(이동노드가 속한)로 캡슐레이션을 하여 전달하기 때문에 엄밀한 의미에서는 멀티캐스트라고 할 수 없다(그림 1. (b)). 즉 캡슐레이션을 통한 유니캐스트 전송방법이라고 할 수 있기 때문이다. 이러한 의미에서 Remote-subscription 방법은 보다 멀티캐스팅에 가깝다고 할 수 있다(그림 1. (a)). 하지만 Remote-subscription 방법에서는 앞서 언급한 것과 같이 이동노드가 이동할 때마다 멀티캐스트 서비스에 재가

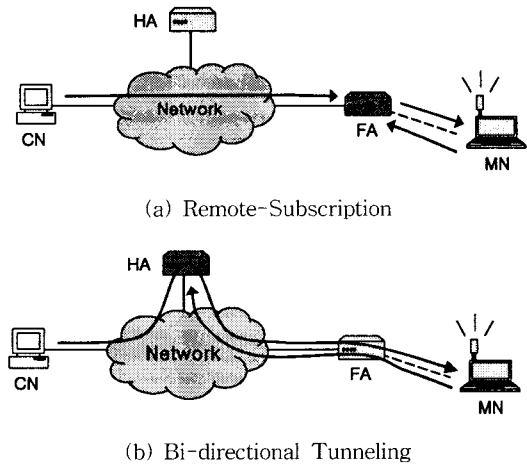


그림 1. 모바일 IP 기반의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

입하게 되므로 재가입하는 동안 서비스 끊김 현상이 발생하게 된다.

이러한 끊김을 최소화 하고자 본 논문에서는 지역 등록방법[3]을 사용하는 Remote-subscription 방법을 제시한다. HA에 속해있던 이동노드가 다른 곳(FA)으로 처음 이동한 경우 교환되는 메시지 흐름은 일반적인 지역등록 방법과 같은 형태로 이뤄진다. 그러나 일반적인 지역등록 방법을 그대로 멀티캐스트에 적용했을 때는 FA사이를 움직이는 경우, 특히 다른 GFA의 FA로 움직이는 동안에는 패킷손실이 발생하게 된다. 이러한 손실을 줄이기 위해 본 논문에서는, 동일 GFA에서 움직인 경우 기존의 등록을 유지하기 위한 메시지와 다른 GFA로 움직였을 때 손실된 패킷을 저장하기 위한 캐쉬를 추가함으로써 이동하는 동안 발생하게 되는 패킷손실을 줄이고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 지역 등록 방법을 사용하는 모바일 IP에서의 멀티캐스팅에 대해 알아보고, 3장에서는 시뮬레이션을 통해 제안한 방법의 성능을 증명한다. 마지막으로, 4장에서 결론을 맺고 추후연구과제를 알아본다.

2. 지역 등록을 사용한 모바일 멀티캐스트

2.1 지역 등록 방법

지역 등록(Regional Registration)은 이동노드가 외부망으로 이동한 경우 FA에 지역적으로 등록하는 모바일 IP의 확장이다. 모바일 IP에서 이동노드는 CoA(Care of Address)가 변경될 때마다 HA에 등록

표 1. 모바일 IP 기반의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 비교 (2)

	Remote-Subscription	Bidirectional-Tunneling
Optimal Routing	Yes	No
Reliability	No	No
Packet Redundancy	No	Yes
Multicast Protocol Dependency	Independent	Independent
Join and graft delays	Yes	No

하게 된다[4]. 이때, 만약 방문한 네트워크가 홈망과 멀리 떨어진 곳에 위치한다면 이 등록에 대한 시그널링 지연은 커질 수밖에 없다. 이 경우 지역적인 등록을 사용함으로써 홈망에 대한 시그널링 메시지의 수를 줄여주며 이동노드가 동일한 방문망에서 다른 FA로 이동할 때 발생하는 시그널링 지연 또한 감소시킬 수 있게 된다.

지역 등록 프로토콜에서 이동노드는 방문 도메인에 처음 도착하면, HA에 대하여 등록을 수행한다. 이 등록 시 홈망은 이동노드에 대하여 등록키를 생성한다. 이 등록키는 이동노드와 방문도메인에 배포되며 지역 등록의 인증 시 사용될 수 있다. 홈 등록시 HA는 이동노드의 CoA를 저장한다. 이때 방문 도메인이 지역적 터널 관리(Regional Tunnel Management)를 지원하는 경우, HA에 등록되는 CoA는 공중망에서 라우팅이 가능한 GFA(Gateway Foreign Agent)의 주소가 된다[3]. 이 CoA는 이동노드가 동일 GFA에서 외부 에이전트를 변경하는 경우에도 변경되지 않는다. GFA가 바뀌면 홈망에 다시 등록을 하여야 하나 동일 GFA 내에서 FA가 바뀌면 지역 등록을 수행한다.

일반적 동작 모델은 그림 2와 같이 방문 도메인에 FA와 GFA가 있고 홈망에는 HA가 있는 형태로 가정한다. 또한 홈망에 등록할 때와 지역 등록이 일어날 때의 시그널링 메시지 흐름은 그림 3과 같이 나타난다.

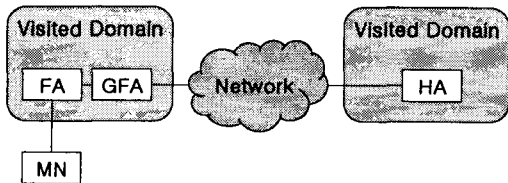
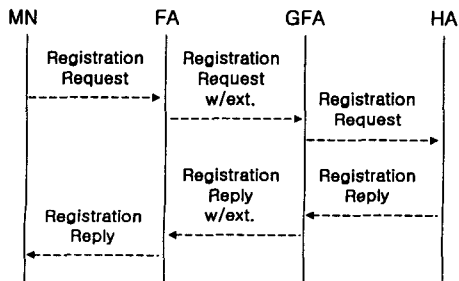
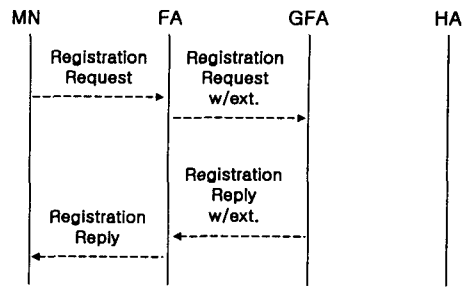


그림 2. 일반적인 지역 등록의 구조



(a) 홈망에 등록시



(b) 지역 등록시

그림 3. 일반적인 지역 등록에서의 시그널링 메시지

위와 같은 지역등록 방법을 그대로 모바일 멀티캐스트 서비스에 적용하는 경우, 교환되는 시그널링 메시지는 효과적으로 줄일 수 있으나 등록되는 동안 나타나게 되는 패킷손실은 여전히 존재하게 된다. 이는 Remote-subscription 방법에 적용했을 때 더욱 크게 나타나게 된다. Remote-subscription 방법을 적용한 경우에는 처음에만 홈등록을 수행할 뿐 다음부터는 직접 상대노드에게 움직임을 알리게 되고, 움직임에 따라 멀티캐스트 서비스 트리가 재구성되기 때문이다. 이러한 패킷손실을 줄이기 위한 기존의 연구로 MRMoM[5]이 제안된바 있으나, MRMoM에서는 상위계층과 특정 멀티캐스트 방법(SRM)을 사용하여 패킷손실을 줄인다. 따라서 본 논문에서는 상위계층을 거치지 않고 몇 가지 메시지와 캐시의 추가를 통해 패킷손실을 줄이고자 다음과 같은 방법을 제시한다.

2.2 지역등록방법을 사용한 모바일 멀티캐스트

본 논문에서 제시한 모바일 멀티캐스트 방법은 크게 처음 이동시 등록, 동일 GFA내에서 이동시 등록, 다른 GFA로 이동시 등록의 세 가지로 나눌 수 있다. 그림 4는 제시한 방법을 설명하기 위해 지역등록방법이 이용된 일반적인 멀티캐스트를 나타내며, 그림 5는 GFA가 멀티캐스트 서비스를 위해 유지하는 방문리스트와 캐쉬를 나타낸다. HA에 속해있던 이동노드가 다른 네트워크로 처음 이동하는 경우(①)에는 일반적인 지역등록과 같은 방법으로 홈등록을 하게 되며, 동일 GFA내에서 이동시(②)에는 완전히 등록이 끝날 때까지 이동하기 전 서비스를 받던 FA에 등록을 유지하여 패킷손실을 줄이게 된다. 마지막으로 다른 GFA로의 이동시(③)에는 GFA내에 추가된

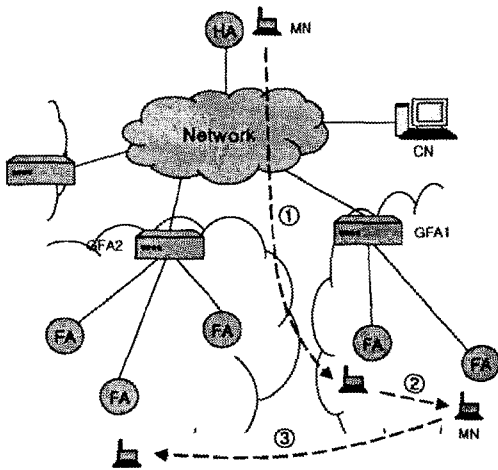


그림 4. 지역등록방법이 사용된 멀티캐스트

GFA			
Group ID	Membership List	FA ID	Cache

그림 5. GFA의 방문 리스트와 캐쉬

캐쉬를 이용해 등록이 이뤄지는 동안 발생하는 패킷 손실을 줄이게 된다.

2.2.1 처음 이동시 등록 방법

멀티캐스트 서비스를 받던 이동노드가 방문 도메인으로 처음 움직인 경우, 가장 먼저 홈망에 대한 등록을 수행한다. 등록시 HA는 이동노드의 CoA를 기록하게 된다. 이때 방문 도메인이 지역 등록을 지원하는 경우 CoA는 방문 도메인의 GFA의 주소가 되며 GFA는 자신에게 소속된 모든 이동노드의 방문리스트를 만들게 된다. HA에 기록된 CoA는 멀티캐스트 서비스를 받던 상대노드에게 알려지게 되고, 상대노드는 HA를 거치지 않고 직접 GFA를 통해 이동노드와 통신을 하게 된다. 따라서 처음 이동시 등록을 거치고 난 다음부터는 이동노드의 이동은 HA가 아닌 상대노드로 직접 알려지게 된다.

2.2.2 동일 GFA에서 이동시 등록 방법

앞서 언급했듯이 일반적인 지역 등록을 수행하는 경우에는, 동일 GFA내에서 이동노드가 움직였을 때 이동노드는 FA를 통해 GFA로 등록요청 메시지를 보내고 등록응답 메시지를 받게 된다. 따라서 등록응

답 메시지를 받게 될 때까지 지연이 발생하게 되며 이로 인해 패킷의 손실이 발생하게 된다. 본 논문에서는 보다 빠른 등록을 위해 [6]에서 제시된 방법과 유사한 형태로 다음과 같은 메시지 교환이 이뤄지게 된다. 즉 기존의 지역등록방법의 메시지 교환에 Leave 메시지와 Leave_MN을 추가하였다.

동일 GFA내의 FA로의 빠른 등록을 위해 본 논문에서 제안한 방법은 그림 6과 같으며, 이동노드가 움직이는 동안 GFA의 방문리스트와 교환되는 시그널링 메시지는 각각 그림 7, 그림 8과 같이 나타난다. 처음에 GFA의 방문리스트가 그림 7(a)와 같을 때, FA1에 속해있던 이동노드가 FA2로 이동하면 이동노드는 FA2에게 Join 메시지(①)를 보내게 된다. 이때 Join 메시지에는 FA1의 IP주소가 기록된다. Join 메시지를 받은 FA2는 GFA로 Registration 요청 메시지(②)를 보내게 된다. Registration 요청 메시지를 받은 GFA는 자신의 방문리스트에 FA2에 도착한 새로운 이동노드에 대해 기록하며, 이때의 방문리스트는 그림 7(b)와 같다. 이동노드의 움직임을 등록하는 동안 오게되는 패킷은 FA ID에 있는 것처럼 FA1과 FA2, 두 곳으로 가게된다. FA2로의 서비스등록이 끝나게 되면 GFA는 FA2에게 Registration 응답 메시지를 보내게 되고, FA2는 FA1으로 Leave 메시지(③)를 보낸다. FA1은 FA2로부터 Leave 메시지를 받은 후 GFA에게 Leave_MN 요청 메시지(④)를 보내어 이동노드가 이동하였으므로 더 이상 패킷을 보내지 않아도 됨을 알리게 된다. 이 때의 방문리스트는 그림 7(c)와 같이 나타난다.

제시된 방법을 이용하는 경우, 이동노드의 움직임

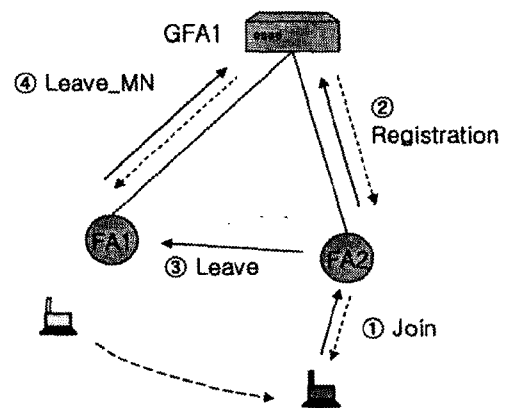


그림 6. 동일 GFA에서의 이동시 메시지 교환

GFA1			
Group ID	Membership List	FA ID	Cache
1	MN 1	1	

(a) 이동하기 전

GFA1			
Group ID	Membership List	FA ID	Cache
1	MN 1	1	
1	MN 1	2	

(b) 이동하는 동안

GFA1			
Group ID	Membership List	FA ID	Cache
1	MN 1	2	

(c) 이동한 후

그림 7. GFA의 방문리스트와 캐쉬

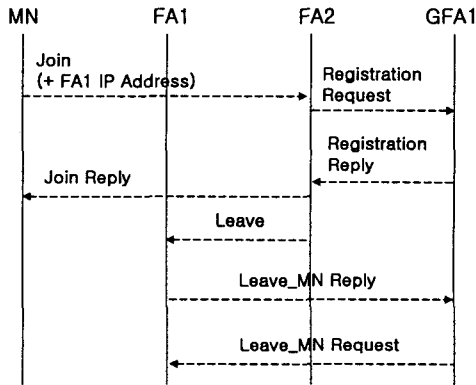


그림 8. 동일 GFA내에서 이동시 교환되는 시그널링 메시지

이 완전히 등록되는 동안 FA1과 FA2 두 곳으로 패킷이 전달되므로 패킷의 중복이 일어날 수 있다. 그러나 동일 GFA내에서 움직이는 경우에는 일반적인 지역등록방법과 마찬가지로 그룹에 가입하는 시간이 기존의 방법에 비해 상대적으로 짧기 때문에 심각한 수준의 중복패킷은 일어나지 않게 된다.

2.2.3 다른 GFA로의 이동시 등록 방법

같은 GFA내에서 움직인 것과는 달리 다른 GFA로 이동노드가 이동한 경우에는 상대노드에게 GFA가 변경되었음을 알려야 한다. 즉, 지역등록방법에서 HA에게 이동을 알리는 홈등록과 같은 형태로 상대

노드에게 이동을 알려줘야 한다. 그러나 같은 GFA내에서 움직이는 것과는 달리 다른 GFA로 이동했을 때의 등록에는 긴 시간이 걸리게 되므로 그만큼의 패킷손실이 발생하게 된다.

따라서 본 논문에서는 캐시를 이용해 등록되는 동안 받게되는 패킷을 저장하고 등록이 완전히 끝나면 캐시에 저장된 패킷을 전송 받음으로써 이러한 손실을 줄이고자 한다.

다른 GFA로 움직인 경우, 패킷손실을 줄이기 위해 본 논문에서 제시한 방법은 그림 9와 같이 기존 지역등록 방법에 Leave 메시지와 Cache 메시지가 추가되었으며, 이동노드가 움직이는 동안 GFA의 방문리스트와 교환되는 시그널링 메시지는 각각 그림 10, 그림 11과 같다.

이동노드가 처음에 FA2에 속해있다고 가정한 경우, 그때 GFA의 방문 리스트는 그림 10(a)와 같다. 이동노드가 FA3쪽으로 움직이면, 이동노드는 FA3에 등록을 하기 위해 FA2의 IP 주소가 담긴 Join 메시지(①)를 보내고 메시지를 받은 FA3는 GFA쪽으로 Registration 메시지(②)를 보낸다. 메시지를 받은 GFA2는 자신의 방문리스트에 이동노드를 등록하고 이때 각 GFA의 방문리스트는 그림 10.(b)와 같다. IP 주소를 통해 이동노드가 다른 GFA(GFA1)에서 온 것임을 알게된 GFA2는 상대노드에게 이동노드의 움직임을 알리기 위해 Registration 메시지(③)를 보냄과 동시에 등록되는 동안 GFA1에게 오는 패킷을 저장하기 위해 GFA1에게 Cache 요청 메시지(④)를 보내며 이 요청 메시지에는 이동노드가 새로 부여

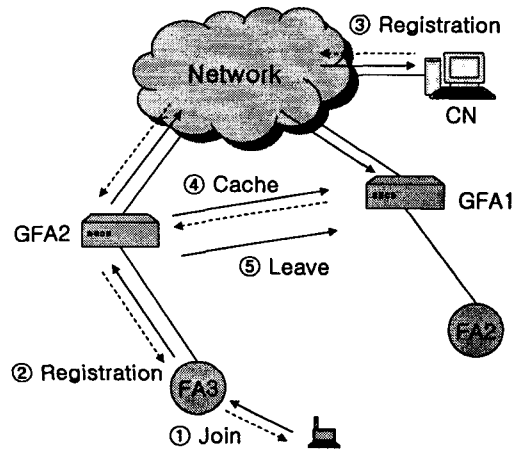


그림 9. 다른 GFA로 이동시 메시지 교환

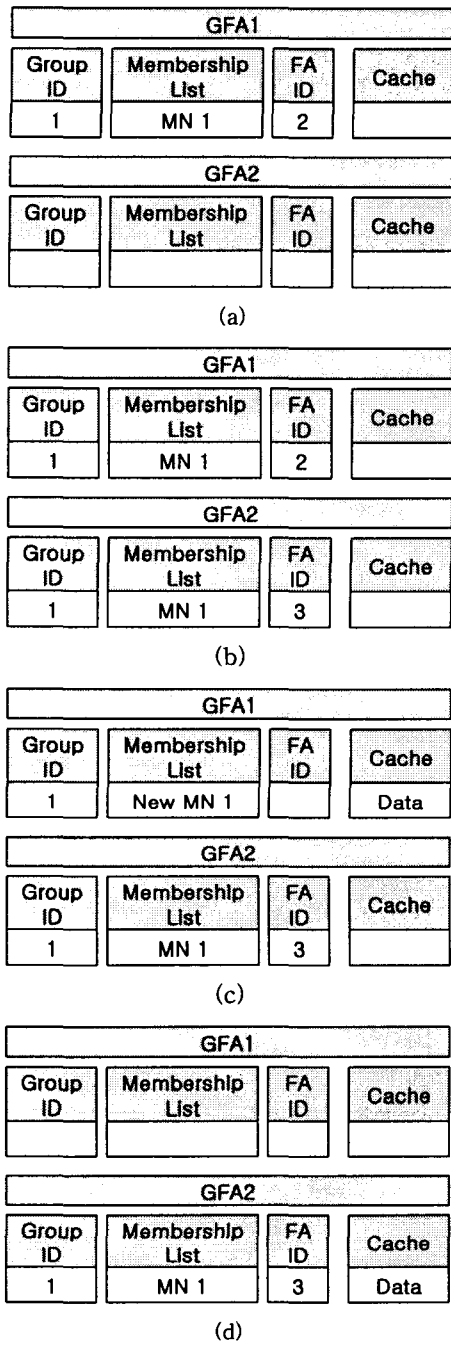


그림 10. GFA의 방문리스트와 캐쉬

받은 주소가 함께 보내진다. 이 경우 각 GFA의 방문 리스트는 그림 10.(c)와 같다. 등록응답을 받은 GFA2는 FA3에게 응답메시지를 보냄과 동시에 등록 완료되는 동안 GFA1쪽에 왔던 패킷을 요구하기 위해 GFA1에게 Leave 메시지(⑤)를 보내게 된다. Leave

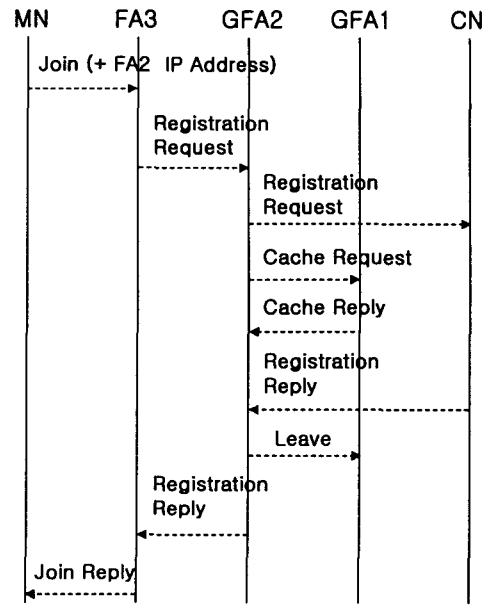


그림 11. 다른 GFA로 이동시 교환되는 시그널링 메시지

메시지를 받은 GFA1은 캐시에 있던 데이터를 GFA2 쪽으로 보내게 되고, 자신의 방문 리스트에서 이동노드의 정보를 완전히 삭제하게 된다. 즉 방문리스트는 그림10.(d)와 같게 된다. 이러한 과정을 통해 다른 GFA로 움직인 이동노드는 패킷손실없이 서비스를 계속 받을 수 있게 된다.

3. 시뮬레이션 및 검토

본 논문에서 제안한 방법의 성능분석을 위해 NS2 (Network Simulator 2)[7]를 이용하였다. 시뮬레이션 모델은 그림 12와 같다. 다른 GFA간의 이동과 같은 GFA간의 이동을 고려하기 위해, 같은 간격으로 일정하게 위치한 10개의 FA가 연결되어 있는 2개의 GFA가 있다고 가정한다. 이동노드는 랜덤하게 움직이며, 상대노드는 네트워크를 통해 GFA로 멀티캐스트 서비스를 제공한다. 각 유선링크는 10Mbps의 양방향링크이며, 이동노드와 FA사이의 무선링크는 2Mbps이다.

성능평가는 이동노드 수를 30으로 고정된 후, 시뮬레이션 시간동안 이동노드의 핸드오프 횟수를 늘리면서 평균 패킷 손실률과 등록 시간 측면에서 기존의 방법인 Remote-subscription 방법과 일반적인 지역등록방법이 사용된 경우를 비교한다. 기존의 또 다

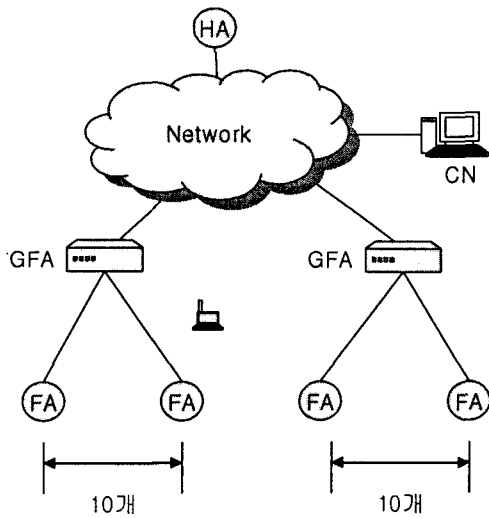


그림 12. 시뮬레이션 모델

른 모바일 멀티캐스트 방법인 Bi-directional Tunneling의 경우에는 멀티캐스트 트리의 재구성없이 터널링을 통해 데이터 교환이 이뤄지므로 비교대상에서 제외했다. 또한 멀티캐스트 트리의 재구성 횟수와 평균 패킷전송길이에 대해서는 제시된 방법이 Remote-subscription 기반이므로 성능평가부분에서 고려하지 않았다.

3.1 패킷 손실률

패킷 손실률은 모든 이동노드가 상대 노드로부터 받은 패킷의 평균 패킷손실률을 나타낸다. 그림 13에서 나타나듯이 본 논문에서 제안한 방법은 패킷손실이 거의 없음을 알 수 있다. Remote-subscription 방법에서는 이동노드의 움직임에 의해서 항상 재가입이 이뤄지므로 그에 따른 손실이 발생할 수밖에 없다. 또한 일반적인 지역 등록 방법만을 사용한 경우에서, 동일 GFA로 이동시에는 기존 방법에 비해 효과적으로 패킷손실을 줄일 수 있으나, 다른 GFA로 이동한 경우에는 원격 가입 기법과 마찬가지로 상대노드에게 등록요청을 해야하므로 이때 발생하는 서비스 끊김 현상으로 핸드오프 수가 증가할수록 패킷손실도 커지게 된다. 이에 반해 본 논문에서 제안한 방법은 GFA내에서 이동하는 경우에는 기존의 등록을 유지하고, 다른 GFA로 이동한 경우에는 캐쉬에 저장된 데이터를 전송 받기 때문에, 중복패킷을 감안하는 경우 패킷손실이 거의 없음을 알 수 있다.

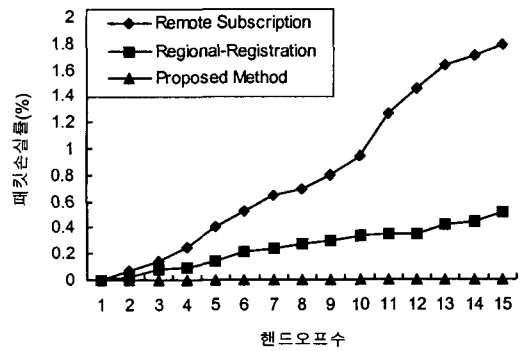


그림 13. 패킷 손실률

3.2 등록 시간

등록시간은 시뮬레이션 시간동안 모든 노드가 등록요청메시지를 보내고 등록응답메시지를 받을 때까지 걸리는 시간을 나타낸다. 그림 14와 같이 Remote-subscription 방법에서는 매번 재등록 요청을 해야하므로 핸드오프수가 증가할수록 등록시간이 크게 나타난다. 이에 반해 지역등록 방법을 사용한 경우는 다른 GFA로 이동했을 때를 제외하고는 등록시간이 거의 걸리지 않게 된다. 이는 같은 GFA 내에서 이동했을 경우에는 이동노드에서 FA를 거쳐 GFA로만 등록요청을 하면 되기 때문에, 직접 상대 노드에게 이동을 알려야 하는 Remote-subscription 방법과는 달리 등록시간이 매우 짧기 때문이다. 여기서 제시된 방법과 일반적인 지역등록방법과 유사한 등록시간을 보이는 것은, 본 논문에서 제안한 방법은 기존의 지역등록방법의 메시지 교환과 동시에 Leave 메시지(그림 8)와 Cache 메시지(그림 11) 전송이 이뤄지기 때문이다. 따라서 그림 14와 같이 유사한 등록시간이 걸리게 되지만, 본 논문에서 제시한 방법은 캐시를 이용하여 손실된 패킷을 재전송하므로 그림 13과 같이 패킷손실은 거의 나타나지 않게 된다.

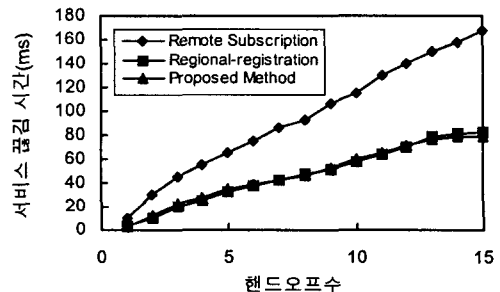


그림 14. 등록 시간

4. 결 론

본 논문에서는 모바일 IP를 이용한 멀티캐스트 서비스를 제공함에 있어 패킷손실을 줄이기 위한 방법을 제시했다. 이러한 목적을 위해 본 논문에서는 기존 지역등록방법을 이용한 모바일 멀티캐스트에서, 패킷손실률을 줄이기 위해 몇 가지 메시지와 캐시를 추가하였다. 제안한 기법은 동일 GFA내에서 이동시에는 이전의 연결을 유지하며, 다른 GFA로 이동시에는 이전 GFA내의 캐시에 저장된 패킷을 전송 받음으로써 패킷 손실을 줄이게 된다. 또한 Remote-subscription 기반이므로 패킷전송길이는 최적에 가까우며, 기존 지역등록방법에 최소한의 수정을 가한 것이므로 비슷한 등록시간을 가지면서 패킷손실률은 크게 줄일 수 있음을 3장의 결과를 통해 알 수 있다.

추후 연구과제로는 좀더 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위한 재전송 메커니즘이 추가되어야 할 것이다. 또한 같은 GFA내에서 효과적인 서비스를 제공하기 위한 최적의 FA수를 알아내는 방법과 동적인 지역 등록 기법에 관한 연구가 필요하다. 지역 등록에서의 최적의 FA수와 동적인 지역 등록 기법에 관한 것은[8,9]에서 제시된 바 있지만, 멀티캐스트 서비스를 제시하기 위해서는 새롭게 정의되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] C.E.Perkins, "IP Mobility Support," *Request For Comments(RFC)* 2002-2006.
 [2] H.Gossain, C.D.M.Cordeiro, D.P.Agrawal, "Multicast: wired to wireless," *IEEE Communication Magazine*, vol. 40, no. 6, pp. 116-123, June 2002.
 [3] E.Gustafsson, A.Jonsson, C.E.Perkin, "Mobile IP Regional Registration," *draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-04.txt*, May 2001.
 [4] C.E.Perkins, "Mobile IP", *IEEE Communications Magazine*, vol. 40. no. 5, Part:Anniversary, pp. 66-82, May 2002.
 [5] P.Chumchu, A.Seneviratne, "Multi-Level Reliable Mobile Multicast Supporting SRM (scalable reliable multicast)," *VTC Spring 2002. IEEE 55th*, vol. 3, pp. 1410-1414, 2002.
 [6] B.S.Kim, K.J.Han, "Multicast handoff agent

scheme for micro-mobility in all-IP wireless network," *Electronics Letters*, vol. 38, no. 12, pp. 596-597, June 2002.

[7] UCBLBLN/VINT Network Simulator (NS), <http://www.isi.edu/nsnam>.
 [8] X.Jiang, R.Akyildiz, "An optimal location management scheme for minimizing signaling cost in Mobile IP," *ICC 2002*, vol. 5, pp. 3313-3317, 2002.
 [9] 강용혁, 엄영익, "이동 컴퓨팅 환경에서 이동 호스트들에 대한 동적인 지역 등록 기법." *한국정보과학회 2000 가을 학술발표논문집*, vol. 27, no. 2, pp. 523-525, Oct. 2000.



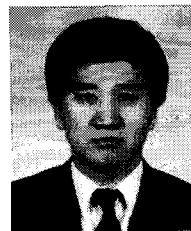
박 태 현

2002년 인하대학교 자동화공학과(공학사)
 2003년 인하대학교 정보통신대학원(공학석사)



김 철 순

1996년 인천대학교 전자계산학과(공학사)
 1998년 인하대학교 정보공학과(공학석사)
 2001년 인하대학교 멀티미디어공학과(박사과정)



곽 경 섭

1979년 인하대학교 전기공학과(공학석사)
 1981년 미국 University of Southern California 대학원(EE석사)
 1988년 미국 University of California San Diego 대학원(통신이론 및 시스템 박사)

1989년~1990년 미국 IBM 연구원
 1990년~현재 인하대 정보통신공학부 교수
 1995년~2001년 통신학회 상임이사
 2002년~현재 통신학회 부회장

교 신 저 자

박 태 현 402-751 인천 남구 옹현3동 인하대학교 2북 566B 인하대학교 정보통신대학원