

MPLS 네트워크에서 PMIP 기반의 이동성 지원 방안

A Novel Mobility Support Scheme based on Proxy-Mobile IP in MPLS networks

Taehyong Lim*, Sungkuen Lee*, Jinwoo Park**
임태형*, 이성근*, 박진우**

Abstract

Proxy Mobile IP in IETF is a network-based mobility management scheme to solve the problem of host-based mobility management scheme, Mobile IP. PMIP shows the better performance in the aspect of mobility, but PMIP, as a legacy of Mobile IP based on "best effort service", lacks of consideration of QoS. In this thesis, a novel mobility support scheme is proposed for mobility and QoS support based on PMIP in MPLS networks.

요약

IETF에서 제안된 네트워크 기반의 이동성 지원 방식인 Proxy Mobile IP는 이동 단말이 아닌 LMA(Local Mobility Anchor)와 MAG(Mobile Access Gateway)등의 네트워크 요소가 이동성 지원 기능을 수행하기 때문에 단말 기반의 이동성 지원 방식인 MIP의 문제점을 해결하고 MIP보다 향상된 핸드오버 성능을 보인다. 그러나 여전히 PMIP은 MIP와 마찬가지로 IP의 Best Effort Service를 기반으로 하기 때문에 다양한 실시간 멀티미디어 서비스에 대한 QoS를 보장하지 못한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 MPLS 네트워크에서 PMIP기반의 이동성 지원 기술을 적용하여 이동성과 QoS의 보장을 모두 제공하는 네트워크 구조 및 핸드오버 절차를 제안한다.

Key words : PMIP, MPLS, handover, QoS, LSP

1. 서론

차세대 이동 네트워크는 이동하는 환경에서 VoIP(Voice over IP)나 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스등과 같은 다양한 서비스를 제공하기 위해 이동성 지원뿐만 아니라 서비스의 QoS(Quality of Service)특성에 따른 차등적인 서비스가 동시에 요구된다. 이동성을 지원하기 위한 MIP[1]는 IP 기반의 Best Effort Service만을 제공하기 때문에 다양한 서비스에 특화된 QoS를 제공하지 못하는 한계가 있다.

이에 상응하여 이동성을 지원하면서 동시에 QoS를 보장하기 위한 방식으로 MIP over MPLS[2][8][9], HMIP over MPLS[3] 와 같은 MPLS[4] 네트워크에서 이동성을 지원하는 방식들이 등장하였다. 이러한 방식은 기존 Mobile IP의 IP-in-IP 터널링을 MPLS의 LSP(Label Switched Path)로 대체하여 IP에서는 제공하지 못하는 차등적인 서비스를 MPLS의 Class

별 QoS 제공 메커니즘을 사용하여 이동성과 QoS를 모두 제공할 수 있는 특징이 있다. 그러나 기존의 제안된 MPLS기반의 이동성 지원 방식은 MIP의 이동성 지원 절차를 MPLS 네트워크로 도입하여 단순히 결합된 서비스의 형태를 보이고 있을 뿐 핸드오버 지연과 패킷 손실 문제 측면에서 크게 향상된 성능을 보여주지 못한다. 오히려 단말의 이동에 따라 MPLS의 LSP를 재설정하는 과정은 MIP의 핸드오버 지연이나 패킷 손실을 악화시킬 수 있는 가능성이 매우 높다.

한편 IP기반의 네트워크에서 이동성을 제공하기 위해 제안된 MIP는 오랜 시간을 거쳐 계속된 진화를 통해 성능향상이 이루어지고 있지만 소형 이동 단말에 탑재하기에는 큰 프로토콜로 현재까지 상용화가 어려운 실정이다. 또한 기존에 Mobile IP를 탑재하지 않은 많은 단말을 수용할 수 없기 때문에 이러한 어려움은 더욱 가중되고 있다[5]. 이러한 어려움을 해결하고자 네트워크에서 이동에 관한 절차를 대신 수행함으로써 소형 단말은 상대적으로 작고 가벼운 프로토콜로 운영될 수 있도록 등장한 것이 IETF NetLMM WG의 PMIP(Proxy Mobile IP)이다. IETF에서 제안된 PMIP은 기존의 단말 기반의 이동성 지원 방식의 문제점을 해결하기 위해 제안된 네트워크 기반의 이동성 지원 방식이다[6]. 즉, PMIP의 이동단

* 高麗大學校 電子電氣工學科
(School of Electronics and Electrical Engineering, Korea University)

★ 교신저자 (Corresponding author)

接受日:2009年 12月 10日, 修正完了日: 2009年 12月 22日

말은 이동성 지원을 위한 프로토콜을 탑재할 필요 없이 IPv6 기본 스택만 가지고 있으면 PMIP 도메인 내에서 이동성을 지원받을 수 있다. PMIP도메인 내의 LMA(Local Mobility Anchor)와 MAG(Mobile Access Gateway)와 같은 네트워크 요소들이 이동성 지원을 위한 절차를 이동 단말 대신 수행해 줌으로써 MIP에서 이동 단말이 수행해야 했던 바인딩 절차와 같이 이동성에 필요한 동작을 전혀 할 필요가 없어졌다.

이런 측면에서 PMIP는 기존 MIP 보다 MPLS와 잘 연동될 수 있는 가능성을 제공한다. 단말이 이동함에 따라 발생하는 이동성 지원의 절차는 PMIP를 이용하고 패킷의 전달은 MPLS를 통해 차별화된 서비스를 제공하면 이동하는 네트워크에서도 QoS를 보장할 수 있게 된다. 기존의 MPLS를 기반으로 한 이동성 지원 방식은 CN(Corresponding Node)이 위치한 도메인에서부터 MN(Mobile Node)이 위치한 도메인까지 레이블 스위칭을 위한 LSP를 설정해야 하는데 이것은 이동으로 인한 핸드오버 지연 시간을 가중시켜 이동성 지원을 악영향을 끼칠 수 있다. 이것을 줄이기 위해 HMIP와 결합한 방식[3], LEMA[7]를 통한 방식 등 다양한 제안이 나오고 있으나 이러한 방식은 모두 이동 단말이 핸드오버 절차를 수행하여야 하기 때문에 이동 단말은 반드시 MIP를 지원해야 하는 제한이 있다. 그러나 PMIP와 MPLS의 절차는 기본적으로 네트워크에서 담당하므로 단말에 추가적인 프로토콜의 설치 없이 이동성과 QoS의 보장을 제공할 수 있으며 네트워크 운용의 측면에서 볼 때도 상당히 효과적인 방식이다.

뿐만 아니라 MPLS의 레이블 스위칭을 이용하면 기존의 IP-in-IP 터널링으로 인한 오버헤드가 레이블 스위칭으로 인해 감소하여 패킷 전송 시 중간 경로에서 부하가 감소한다.

본 논문에서는 이동성과 QoS 보장을 위해 MPLS 네트워크에서 PMIP를 기반으로 하는 이동성 지원 방식을 제안한다. 제안하는 방식에서는 네트워크 기반의 이동성 지원 방식인 PMIP와 QoS를 제공하기 위해 MPLS를 도입하여 보다 효율적인 새로운 이동성 지원 방식을 제안한다. 제안하는 방식은 핸드오버 시 발생하는 핸드오버 지연 시간과 패킷 손실을 줄이기 위해 MAG간의 미리 설정된 LSP를 통하여 확장된 LSP를 제공함으로써 서비스 단절이 없는 이동성을 지원한다. 그리고 이동 후에 새롭게 접속된 MAG와 LMA간에 LSP를 QoS에 따라 설정함으로써 단말에게 최적화된 서비스를 보장한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II 장에서는 관련 연구로 PMIP의 이동성 지원 절차에 대해 살펴보고, 제 III 장에서는 제안하는 방식의 네트워크 구조와 이동성 지원 절차에 대해 소개한다. 제 IV장에서는 시뮬레이션을 통해 제안하는 방식의 성능을 분석하고 마지막으로 제 V 장에서 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

II. 관련연구

본 장에서는 먼저, 지역적 이동성 지원 방안의 하나로 IETF의 Proxy-Mobile IP를 소개하고 MPLS 기반의 이동성 지원 방식에 대하여 소개한다.

1. Proxy Mobile IP (PMIP)

PMIP는 도메인 내에서 지역적인 이동성을 지원하는 네트워크 기반의 프로토콜로 하나의 도메인에는 그 도메인을 관리하는 LMA가 있고, 액세스 링크 상에서 단말의 관리를 담당하는 MAG가 있다. LMA는 지역 이동성 관리 앵커로 PMIP 도메인 내에서 MN의 이동을 MAG로부터 보고 받고 MN과 MAG간의 바인딩 정보를 유지 관리함으로써 외부로부터 전달된 패킷이 MN에게 잘 전달될 수 있도록 한다. 일반적으로 LMA는 도메인의 게이트웨이에 위치할 수 있다. MAG는 액세스 라우터에 위치할 수 있으며 MN의 접속 요청 시에 Policy Server에 MN의 인증 과정을 수행하고 도메인을 담당하는 LMA에게 MN의 접속을 알려 패킷이 전달 될 수 있도록 중개하는 역할을 수행한다. LMA와 MAG 사이에는 시그널링 메시지 및 MN에서 송/수신하는 데이터 패킷을 전달하기 위한 IP 터널이 존재한다. MAG는 PMIPv6를 이용하여 이동성 지원 서비스를 받고 있는 단말과 일반 단말에 대해서 각각 서로 다른 IP prefix를 지원할 수 있다.

MN이 PMIPv6 도메인에 최초 접속 절차는 다음과 같다. MN이 링크 상에 연결되면, MAG는 MN_Attach를 통해서 MN의 ID와 프로파일 정보를 획득한다. MN의 프로파일 정보는 Policy 서버 등을 이용하여 획득할 수 있다. 이 프로파일 안에는 MN의 ID, LMA의 IPv6 주소, 액세스 링크 상의 IP 주소 설정방법이 필수적으로 기술되어 있으며, 추가적으로 MN의 IPv6 홈 네트워크 주소도 포함할 수 있다. 프로파일을 획득한 MAG는 MN의 현재 위치를 LMA에 등록하기 위해서 PBU 메시지를 전송한다. PBU를 수신한 LMA는 MN의 홈 네트워크 프리픽스 정보가 포함된 PBA 메시지를 MAG에게 전송하고, MN의 도달 가능 상태를 유지하기 위한 Binding Cache Entry (BCE)와 MAG-LMA간의 양방향 IP 터널을 생성한다. MAG가 PBA를 수신하면 MAG-LMA간 IP터널을 설정하고 MN에 데이터 전송을 위한 라우팅 테이블을 설정한다. 그 후, MN는 Router Solicitation/Router Advertisement Message를 통해 자신의 Home Network Prefix (HNP), 주소 설정 방법 등의 정보를 획득한 후 IP 주소를 설정하게 된다. 주소 설정이 끝나면 PMIPv6 도메인 외부에서 도메인 내 MN에게 보내지는 패킷은 LMA가 수신하여 MAG-LMA간의 IP 터널을 통해 MAG로 전송하고 이후 MN에게 포워딩된다. MN이 송신하는 모든 패킷은 MAG에서 IP 터널을 통해 LMA로 전달된 후, LMA에서 목적지로 다시 전달한다.

MN이 PMIPv6 도메인 내에서 핸드오버(Intra handover)하는 경우의 절차는 다음과 같다. MN이 자신의 액세스 링크 상에 존재하지 않음을 MN_Detach를 통하여 감지한 old MAG(oMAG)는 PBU 메시지를 통해 MN의 이탈을 LMA에 통보한다. LMA는 해당

MN에 관련되는 Binding Cache Entry (BCE)삭제하기 위한 동작을 수행하고 PBA를 전송한다. MN이 이동하여 링크 계층의 핸드오버(L2 handover)를 수행하여 new MAG(nMAG)에 접속되면 nMAG는 MN의 초기 접속 절차를 수행하고 RS/RA 메시지 교환을 통해서 MN이 초기 접속 시 할당 받았던 HNP 정보를 MN에게 전송한다. 따라서 MN은 최초에 할당받은 홈 주소(Home of Address: HoA)를 사용할 수 있다.

2. MPLS(Multi-protocol Label Switching)

차세대 네트워크의 서비스는 기본적으로 이동성을 제공하면서 동시에 수준 높은 QoS 보장을 요구한다. 이러한 요구사항에 맞추어 이동 환경의 IP 네트워크에서 제공되는 서비스의 신뢰성을 향상시키기 위해 QoS를 보장하는 다양한 시도가 이루어지고 있다. 그 중 대표적으로 MPLS를 기반으로 이동성을 제공하는 방식이 있다. MPLS는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화한 cut and through 방식의 패킷 전송 기술로 레이블 스위칭을 통해 고속의 전송 속도를 보장하며 트래픽 엔지니어링이나 QoS 보장 서비스, VPN(Virtual Private Network) 등의 다양한 서비스를 제공할 수 있다[4]. 특히 MPLS는 차세대 네트워크에서 요구하는 다양한 서비스의 제공이 가능하다. MPLS는 QoS 라우팅이나 DS(Differentiated Service)와의 연동을 통해 트래픽의 대역폭이나 요구 조건에 따라 LSP를 설정하여 QoS를 제공할 수 있다.

MPLS 네트워크는 코어 망 내의 LSR(Label Switch Router)과 Edge의 LER(Lable Edge Router)로 구성된다. 패킷이 MPLS 네트워크를 지날때 처음 통과하는 LER이 Incoming LER, 나갈때 마지막으로 통과하는 LER을 Outgoing LER이 되며, 패킷의 목적지나 QoS에 따라 Incoming LER-LSRs-Outgoing LER을 연결하는 경로인 LSP가 수립된다. LSP를 통한 패킷의 전달은 connection-oriented 방식의 이점을 제공함으로써 connectionless 서비스만을 제공하는 IP 네트워크의 훌륭한 보완제가 될 수 있다. LSP의 경로 설정은 사용자가 ISP(Internet Service Provider)와 연결되는 MPLS 망의 LER에서 패킷의 헤더를 분석하여 패킷의 서비스 클래스를 분류하여 이에 적절한 레이블을 할당하여 LSR간 레이블 스위칭을 통해 패킷을 전달한다. 이러한 방식은 기존의 라우터가 매 홉마다 패킷의 헤더 영역을 분석하여 처리하는 것과 달리 LER에서 단 한번 레이블을 할당할 때에만 패킷의 헤더를 분석하기 때문에 훨씬 효율적이고 빠른 프로세싱이 가능하게 한다. 또한 기존 라우터는 패킷의 목적지 주소만을 참조하여 다음 홉의 경로를 결정했으나 MPLS 네트워크에서는 QoS나 VPN 멤버 등 다양한 정책이나 조건에 의해 패킷의 경로를 결정할 수 있어 다양한 부가적인 서비스 제공이 가능하게 된다.

MPLS 헤더에는 패킷 전달을 위한 레이블 이외에도 3bit의 EXP 정보가 들어가게 되는데 이것을 이용하면 DiffServ와의 연동을 통해 차등적인 수준에 따라 서비스를 제공할 수 있다. 사용자가 요구하는 서비스 별로 차등적인 큐를 할당함으로써 class 단위의 차등 서비스의 지원이 가능하다. 이러한 특성을 통하여 이동

네트워크에서 MPLS가 QoS를 보장할 수 있는 메커니즘으로 사용 가능하다. 이동 환경에 MPLS의 label switching과 LSP 단위의 QoS 제공과 같은 메커니즘을 결합하면 이동성과 QoS를 모두 제공할 수 있다. MPLS가 기본적으로 제공하는 class별 QoS를 통해 이동 환경에서도 신뢰성 높은 서비스를 보장받을 수 있다. 또한 MPLS에서 제공하는 LSP를 이용한 패킷 포워딩은 이동 환경에서 끊임 없는 핸드오버를 지원하기 위한 soft 핸드오버를 지원할 수 있는 가능성이 있다. 이처럼 MPLS 기반의 이동성 지원 방식은 유·무선 통합 이동 망에서 안정적이고 신뢰성 높은 Internet 플랫폼으로 차세대 네트워크에 적합한 방식이라고 할 수 있다.

III. 본론

본 장에서는 이동성과 QoS의 보장을 동시에 제공하기 위한 새로운 네트워크 구조와 핸드오버 방식을 제안한다.

1. 네트워크 구조

그림 1은 제안하는 PMIP을 지원하는 MPLS 네트워크 구조를 나타낸다. 제안하는 네트워크 구조는 레이블 스위칭을 수행하는 MPLS 노드로 구성된 MPLS 네트워크이며 이동성을 지원하기 위해 PMIP의 LMA

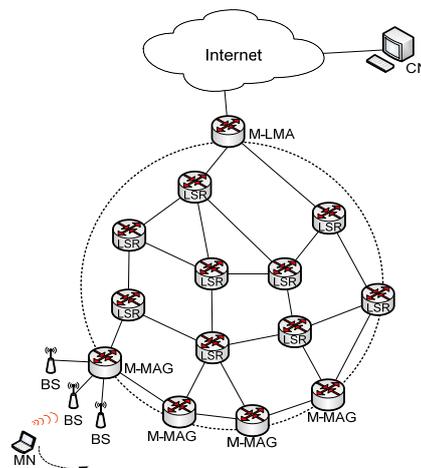


Fig 1. Proposed MPLS Network Architecture supporting PMIP

그림 1. PMIP을 지원하는 MPLS 네트워크 구조

와 MAG기능이 MPLS의 LER에 추가되어 동작하게 된다. 즉, 액세스 네트워크에서 외부 인터넷과 연결되는 게이트웨이에 MPLS의 LER 기능을 수행할 수 있는 M-LMA(MPLS enabled Local Mobile Anchor)가 위치하고 단말과 기지국을 통해 직접적으로 연결되는 액세스 망의 가장 자리에는 제안하는 M-MAG (MPLS enabled Mobile Access Gateway)가 위치한다. M-LMA와 M-MAG의 사이에는 레이블 스위칭을 위한 경유 노드인 LSR이 그물망 형태의 망 구성을 이루어 분포한다. 분포된 LSR은 M-LMA와 M-MAG 간의 MPLS LSP 터널의 중간 노드가 되

며 기존 MPLS 네트워크를 지원하는 LSR에서와 동일한 기능을 수행하기 때문에 추가적인 수정을 요구하지 않는다. 따라서 제안하는 네트워크 구조는 기존의 MPLS 네트워크의 LER에만 새롭게 PMIP기능을 추가함으로써 쉽게 적용 가능한 장점을 지닌다. MPLS의 LER과 PMIP의 LMA의 역할을 수행하는 M-LMA는 M-MAG와 이동단말간의 바인딩 정보를 통하여 MN에 대한 이동성을 지원하며 MPLS의 Ingress/Egress LER의 기능을 수행하여 외부에서 MN로, 또는 MN에서 외부로 향하는 데이터를 레이블 스위칭 하기 위해 MN이 접속해 있는 M-MAG까지 LSP 터널을 뚫어 패킷을 전달한다. 따라서 제안된 구조에서는 MPLS의 레이블 스위칭을 통하여 패킷이 전달되기 때문에 기존의 Proxy Mobile IP의 LMA와 MAG간 IP-in-IP 터널링을 통한 패킷 전달보다 빠른 패킷 전달이 가능하며 중간 경유 노드에서 발생할 수 있는 프로세싱 오버헤드를 감소시킬 수 있다. 또한 MPLS에서 제공하는 load balancing과 같은 traffic engineering이 가능해지기 때문에 네트워크 운영 측면에서 여러 가지 장점을 얻을 수 있다.

2. 이동성 지원

제안하는 네트워크 구조에서 이동성 지원은 기본적으로 PMIP의 이동성 지원 방식을 따른다. 즉 LSP를 수립하는 control message는 기존의 CR-LDP나 RSVP 프로토콜을 사용하며 이동성을 제공하기 위한 Proxy Binding message는 기존 PMIP의 프로토콜을 그대로 사용한다. M-LMA가 도메인 내의 MN과 액세스 게이트웨이인 M-MAG간의 바인딩 정보를 유지 관리하고 MPLS의 LSP를 통하여 외부로부터 들어온 패킷을 MN이 접속된 M-MAG로 전달한다. M-MAG는 MN의 접속 시 MPLS의 레이블 스위칭을 위한 LSP set up message를 M-LMA에게 보내 레이블 스위칭을 위한 동작을 수행하고, 동시에 MN의 위치 정보를 도메인을 담당하는 M-LMA에게 PMIP의 Proxy Binding Update 를 통하여 통보한다. 처음 MN이 Proxy Mobile MPLS의 도메인에 들어오면 도메인의 액세스 게이트웨이인 M-MAG에 L2 커넥션을 요청한다. M-MAG는 자신의 바인딩 캐시를 조사하여 새로운 MN이 접속한 경우 이것을 도메인을 담당하는 M-LMA에게 Proxy Binding Update를 MN 대신 수행한다. 동시에 MPLS의 레이블 스위칭을 위한 LSP를 생성하기 위해 LSP set up request를 요청한다. MN의 서비스 요구 수준이나 네트워크의 트래픽 상황을 고려하여 M-MAG와 M-LMA간의 LSP가 설정이 되면 CN으로부터 MN로 전달되는 패킷은 레이블 스위칭을 통하여 전달이 된다. 만일 MN이 같은 도메인 내에서 다른 MAG로 이동하는 경우 이동단말은 L2 트리거를 발생시켜 현재 접속한 M-MAG에게 핸드오버를 알린다. 그러면 현재 접속된 M-MAG는 이동 상황을 MN이 새로 접속할 M-MAG로 Handover Indication message를 통하여 알린다. Handover indication message에는 MN의 ID와 주소, LMA의 바인딩 정보가 들어 있다. M-MAG와 M-LMA간에 설

정된 LSP는 핸드오버 시 발생될 수 있는 핸드오버 지연과 패킷 손실을 방지하기 위해 새로 접속된 M-MAG로 확장된 LSP를 통해 핸드오버가 수행되는 동안 패킷이 전달된다. 동시에 MN의 새로운 M-MAG는 MN이 요구하는 서비스 품질에 맞게 M-LMA까지 새로운 LSP를 미리 설정한다. 기존의 PMIP에서는 M-MAG와 M-LMA간의 IP-in-IP 터널링을 사용하기 때문에 QoS를 보장할 수 없는 반면 제안하는 네트워크 구조에서는 MPLS의 data-driven 방식에 의해 MN의 서비스 품질에 따라 동적으로 LSP를 새로 설정하기 때문에 다양한 수준의 보장된 서비스를 제공할 수 있다.

MN이 새로운 M-MAG로 이동하게 되면 새로운 M-MAG는 M-LMA와 LSP 설정이 완료되기 전까지는 MN이 이전에 접속했던 M-MAG와의 사이에 설정된 확장된 LSP를 통하여 패킷을 전달한다. 새로 M-MAG와 M-LMA간에 LSP가 설정 완료 되면 이후부터는 새로운 LSP를 이용하여 서비스를 제공한다.

가. 등록 절차

그림 2에는 MN이 Proxy Mobile MPLS 도메인에 처음 등록하는 경우 등록 절차를 보여준다. 등록 절차는 다음과 같은 절차에 따라 수행된다.

1. MN은 BS로부터 Beacon을 받고 L2 커넥션을 생성하기 위해 Access initiation을 수행한다.
2. BS는 M-MAG에게 MN의 연결을 보고한다.
3. M-MAG는 MN의 인증을 위해 도메인 내에 위치한 Policy store 로 인증 절차를 수행한다.
4. Policy store는 MN의 인증과 함께 MN의 profile을 M-MAG에게 제공한다.
5. M-MAG는 MN에게 L2 커넥션이 완료되었음을 알리고 동시에 도메인을 담당하는 M-LMA에게 Proxy Binding Update message를 전달한다. 또한 동시에 MN을 위해 M-MAG와 LMA간의 LSP 터널 설정을 위한 LSP set up request를 날린다.
6. M-MAG로부터 Proxy Binding Update message와 LSP set up request를 받은 M-LMA는 다시 한번 Policy store와 인증 과정을 수행한다.
7. 인증이 완료되면 M-LMA는 MN의 profile을 얻고 MN에게 도메인 내에서 고유한 home prefix를 생성하여 Proxy Binding Ack를 M-MAG에게 보낸다.

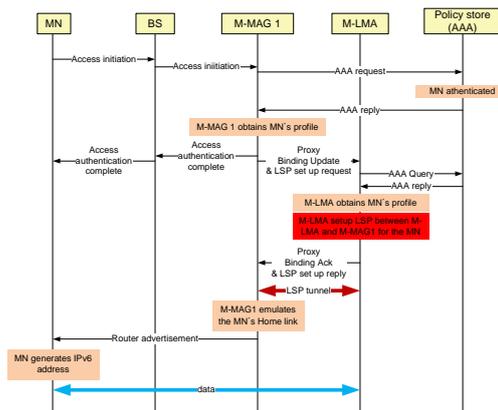


Fig 2. Registration Procedure
 그림 2. 제안된 방식의 등록절차

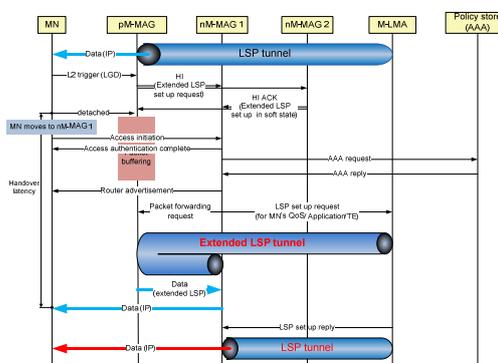


Fig 3. Handover Procedure between MAGs
 그림 3. MAG간 핸드오버 절차

8. M-LMA는 바인딩 캐시에 MN과 M-MAG간의 바인딩 엔트리를 생성한다. 또한 동시에 M-MAG와 M-LMA간의 LSP를 설정하여 LSP set up reply를 M-MAG에게 전달한다.
9. M-LMA로부터 Proxy Binding Update ACK를 받은 M-MAG는 MN에게 Route advertisement를 보내 MN이 주소를 생성할 수 있도록 한다.
10. Route advertisement를 받은 MN은 home prefix를 바탕으로 자신의 IP 주소를 생성하고 통신을 시작한다.

나. MAG내 이동

MN이 MAG내의 BS간 핸드오버를 수행하는 경우에는 L3핸드오버 절차는 발생하지 않고 L2 핸드오버만 발생하게 된다. 이 경우에는 M-MAG가 자체적으로 핸드오버를 수행하기 때문에 M-LMA로 Proxy Binding Update를 전달할 필요가 없기 때문에 M-LMA와 M-MAG간의 LSP 터널링은 변화하지 않는다.

다. MAG간의 이동

MN이 현재 접속된 M-MAG에서 도메인 내의 새로운 이웃 M-MAG로 이동하는 경우의 절차는 그림 3

에 나타나 있다. MAG간의 이동 절차는 다음과 같다.

1. MN은 L2 trigger(LGD)를 통해 현재 연결된 M-MAG에게 무선 링크가 다운되고 있음을 알려 핸드오버를 대비하게 한다.
2. 현재 서비스 중인 pM-MAG는 이동 단말로부터 L2 트리거를 받고 Handover Indication message를 생성하여 자신의 이웃한 M-MAG들에게 Handover Indication message를 생성하여 전달한다.
3. MN은 이동하기 직전 L2 trigger(detached)를 pM-MAG에게 전달하고 링크는 다운된다.
4. pM-MAG는 L2 trigger(detached)를 받고 핸드오버 시 지연과 패킷 손실을 방지하기 위해 버퍼링을 시작한다.
5. Handover Indication message를 받은 nM-MAG는 MN이 자신에게 접속할 것을 준비하여 Binding Entry를 soft state로 생성한다.
6. MN은 이동하여 새로운 nM-LMG에게 L2 연결을 위한 절차를 수행한다. nM-MAG는 MN에 대한 인증을 수행하고 L2 연결을 설정하고 MN에게 곧바로 Router Advertisement message를 전달한다. 동시에 pM-MAG에게 MN로 온 버퍼링된 패킷들을 포워딩 시키도록 Packet forwarding request를 보낸다.
7. nM-MAG로부터 Packet forwarding request를 받은 pM-MAG는 패킷을 전달하고 MN로 향하는 패킷이 nM-MAG로 전달되도록 자신의 LIB를 수정한다. 이후 MN로 향하는 패킷은 pM-MAG를 통하여 nM-MAG로 확장된 LSP를 통하여 전달된다.
8. 이후 nM-MAG는 MN이 요구하는 서비스나 네트워크 상황에 따라 새로운 LSP를 설정하기 위해 LSP 터널링을 위한 LSP set up request message를 날린다.
9. M-MAG가 M-LMA로부터 LSP set up reply를 받으면 M-MAG와 M-LMA간에 새로운 LSP 터널링이 생성되고 이후부터 전달되는 패킷은 새로운 LSP를 통하여 전달된다.

Table 1. Simulation parameters

표 1. 시뮬레이션 파라미터

파라미터	설명	실험값
B _w	유선 링크 대역폭	10Mbps
B _{wl}	무선 링크 대역폭	1Mbps
D _w	유선 링크 지연 시간	0.5ms
D _{wl}	무선 링크 지연 시간	0.1ms
P _{wl}	노드별 메시지 처리 시간	5ms
P _{network}	CN-Crossover Router까지 패킷 전달 시간	50ms
T _{AUTH}	인증 절차 처리 시간	100ms
T _{ASSO}	L2 association 시간	100ms
N _{x-y}	노드간 평균 홉 수	1-5
PK	패킷 사이즈	1000bytes

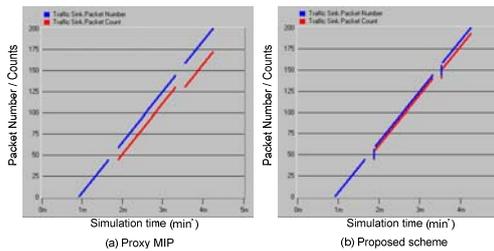


Fig 4. Comparison of Packet Loss during Handover

그림 4. 핸드오버 시 패킷 손실 비교

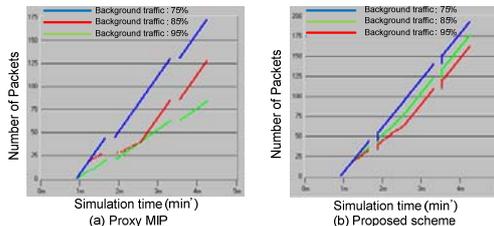


Fig 5. Comparison of QoS performance

그림 5. QoS 보장 성능 비교

IV. 실험 및 결과

제안하는 방식은 PMIP에서 제공하지 못하는 서비스 품질을 보장하기 위해 제안되었다. 따라서 본 논문에서는 손실은 CN에서 발생시킨 패킷 수와 MN에서 받은 패킷 수를 비교함으로써 측정하였다. 실험은 이동 단말이 처음 도메인 내에 들어왔을 때 초기 등록 과정을 수행하는 것을 시작으로 하여 이동 단말이 이웃한 BS로 이동하는 MAG간 핸드오버를 차례대로 수행하고 핸드오버 종료 후 패킷을 수신하는 단계까지 진행하였다. 시뮬레이션은 OPNET 14.0을 사용하여 수행하였으며 표 1은 실험에 사용된 파라미터 값을 나타낸다. 그림 4에 핸드오버 시 패킷 손실에 대한 결과가 나타나 있다. 그림 4의 (a)는 기존의 PMIP의 결과로 CN에서 발생한 패킷과 MN에서 수신한 패킷의 수를 비교하여 나타낸다. Proxy MIP에서는 버퍼링을 하지 않기 때문에 핸드오버가 일어나는 시점에서 패킷이 손실되어 CN에서 발생한 패킷의 수와 MN에서 수신한 패킷의 수가 차이가 나는 것이 확인된다. 이 차이만큼 MN은 CN으로부터 발생한 패킷을 수신하지 못한다. 이는 패킷 손실이 서비스 품질의 중요한 요소가 될 수 있는 실시간 서비스에서 문제가 될 수 있다. 그림 4. (b)는 제안하는 방식의 결과를 나타낸다. 핸드오버가 일어나는 시점에서 버퍼링에 의해 MN으로 향하는 패킷이 새로운 M-MAG로 포워딩되는 것을 볼 수 있다. 제안하는 방식은 버퍼링으로 인해 MN이 이동 후에도 이전 MAG로부터 이전 패킷을 전달 받을 수 있기 때문에 패킷 손실이 최소화된다. CN에서 CBR(4Mbps)로 패킷을 발생시켰을 때 이동 단말에서 받은 패킷의 수를 비교해보면 Proxy Mobile MPLS는 평균 174개의 패킷을 수신하였고, Proxy Mobile IP는

평균 149개의 패킷을 수신하였다.

그림 5 에는 네트워크가 혼잡시에 제안하는 방식과 기존 PMIP에서의 MN의 패킷 수신을 나타내고 있다. 네트워크에 백그라운드 트래픽을 발생시켜 트래픽의 상황에 따라 MN로 전달되는 패킷이 얼마나 많이 폐기되는지 비교함으로써 서비스 품질이 보장되는지 비교 분석하였다. 즉, 기존의 PMIP에서는 서비스 품질에 대한 고려가 없기 때문에 MN로 가는 패킷에 대한 보장이 이루어지지 않는다. 따라서 네트워크가 혼잡시에 패킷은 중간 경유 노드에서 임의적으로 폐기될 수 있고 사용자가 요구하는 서비스의 품질을 만족시키지 못한다. 그림 5. (a)는 PMIP의 경우를 나타내며 도메인 내 트래픽 백그라운드의 비율이 증가함에 따라 MN이 수신하는 패킷의 수가 급격히 줄어드는 것을 알 수 있다. 이는 CN에서 발생한 패킷이 중간 노드에서 백그라운드 트래픽과 동일하게 취급되어 차별화된 서비스를 보장 받지 못함을 나타낸다. 따라서 기존의 PMIP 에서 사용하는 서비스 품질을 보장 받지 못하는 문제가 발생한다. 그림 5. (b)는 제안하는 방식의 경우를 나타내며 네트워크가 혼잡함에 따라 패킷 손실이 발생하긴 하지만 PMIP와 같이 급격하게 패킷 손실이 많아지지 않고 일정 수준 이상의 패킷 수신을 보임으로써 네트워크의 혼잡시에도 서비스가 요구하는 서비스 품질을 만족시킴을 확인할 수 있다. 제안하는 방식에서는 MN로 향하는 패킷에 우선순위를 주어 백그라운드 트래픽보다 우선 적으로 처리함으로써 서비스 품질을 보장하기 때문이다. 따라서 동일한 수준의 혼잡이 발생하더라도 PMIP과 비교하여 우수한 패킷 전달을 보장할 수 있다. 또한 제안하는 방식에서는 MPLS의 트래픽 엔지니어링을 통하여 현재 네트워크의 트래픽 상황을 고려하여 LSP를 설정함으로써 보다 효율적으로 네트워크 자원을 사용하여 혼잡 상황을 예방하기 때문에 더욱 더 수준 높은 서비스 품질을 보장할 수 있다.

V. 결론

점차 증가하고 있는 VoIP나 실시간 멀티미디어 서비스등과 같은 새로운 서비스를 이동 무선 네트워크에서 지원하기 위해서는 이동성의 지원과 QoS의 제공은 필수적이다. 본 논문에서는 IETF의 PMIP과 MPLS를 연동하여 네트워크 기반으로 이동성과 QoS 를 동시에 제공하는 새로운 방식을 제안하였다. 제안하는 방식은 PMIP의 LMA와 MAG간 IP-in-IP 터널링 대신에 MPLS의 LSP를 사용하여 이동 단말에 개별적인 LSP를 할당하여 이동 단말이 요구하는 서비스 품질을 보장할 수 있다. 또한 이동시에는 임시적인 MAG간 LSP 터널을 통해 패킷을 전달함으로써 기존 PMIP과 비교하여 패킷 손실 17% 정도 적고 망이 혼잡한 상황에서도 보장된 경로를 통해 패킷을 전달함으로써 서비스 품질이 저하되지 않는 장점이 있다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT산업원천기술개발사업 [2008-F015-02, 서비스 이용성을 위한 이동성 관리 기술 연구]과 서울시 Bell Lab in Seoul 프로젝트의 일환으로 수행하였음.

참고문헌

- [1] C. Perkins, ed., "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, Oct 1996.
- [2] Z. Ren, C. Than, C. Foo, and C. Ko, "Integration of mobile IP and Multiprotocol label switching," In *IEEE International Conference on Communications*, June 2001.
- [3] T. Yang and D. Makrakis, "Hierarchical mobile mpls : Supporting delay sensitive applications over wireless internet," In *International Conference on Info-tech and Info-net*, October 2001.
- [4] E. Rosen, A. Viswanathan, and R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture," RFC 3031, January 2001.
- [5] 정상진, 신명기, "망 기반의 지역 이동성 기술 표준화 동향," 전자 통신 동향 분석 제 22권 제 6호, 12월 2007년
- [6] "Network-based Localized Mobility Management (NETLMM)," *IETF Working Group*, <http://www.ietf.org>.
- [7] F. Chiussi, D. Khotimsky, and S. Krishnan, "A network architecture for mpls-based micro-mobility," In *IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, March 2002.
- [8] R. Langer, G. Le Grand, and S. Tohme, "Fast handover process in micro mobile mpls protocol for micro-mobility management in next generation networks," In *Proceedings of the 2nd Annual conference on Wireless On-demand Network Systems and Services*, Jan. 2005.
- [9] V. Vassiliou, H. Owen, D. Barlow, J. Sokol, H. Huth, and J. Grimminger, "M-MPLS: Micro mobility - enabled multiprotocol label switching," In *IEEE International Conference on Communications*, May 2003.

임 태 형 (정회원)



2005년: 고려대학교 전기 전자 전과 공학부 학사
2008년 고려대학교 전자 전기 공학부 석사
2008년 8월 ~ 현재 고려대학교 전자전기공학부 박사과정
<주관심분야> 이동성 관리 기술, MPLS, Flow-aware networking. 무선통신 공학

이 성 근 (비회원)



2004년 고려대학교 전기 전자 전과 공학과 학사
2007년 고려대학교 전자공학과 석박사통합 과정수료
2009년 고려대학교 전자공학과 박사
2009년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 IPTV 네트워크 인프라스트럭처 연구팀
<주관심분야> 전자공학, 광통신공학, 무선통신공학, 이동성 관리 기술

박 진 우 (비회원)



1979년 고려대학교 전자공학과 학사
1983년 클렘슨대학교 전자공학과 석사
1987년 버지니아 주립대학교 박사
1988년 3월~1989년 2월 명지대학교 전자공학과 교수
1989년 3월~현재 고려대학교 전자공학과 교수
<주관심분야> 무선통신공학, 광통신공학, 광통신망