

## MPLS를 기반으로 한 Mobile IPv6의 이동성 지원 방법

최 은 석\*, 박 홍 성\*\*

(Eun Seok Choi and Hong Seong Park)

\* 강원대학교 제어계측공학과 (전화:(033)251-6501, 팩스:(033)242-2059, E-mail : cookie@control.kangwon.ac.kr)

\*\* 강원대학교 전기전자정보통신공학부(전화:(033)251-6346, 팩스:(033)242-2059, E-mail : hspark@kangwon.ac.kr)

**Abstract** : In recent years, there has been increased to access multimedia service through the Internet due to rise of the access speed. We suppose the co-existence of the various access networks in adjacent area in the future, such as wireless LAN, Bluetooth, and 3G Cellular. So, the size of the cell will be smaller and the number of access point will be increased. In other words, the potable devices need the efficient mobility scheme due to move between cells frequently. Currently, the several of the scheme, which is Cellular IP, HAWAII, Mobile IPv4 regional registration, and hierarchical Mobile IPv6, is suggested to support micro-mobility, but Mobile IPv4 is standard scheme to support the mobility of the mobile node. MPLS, which forwards the packet through switching instead of routing using IP address, has begun to deploy in the Internet backbone to increase the performance of mobility protocol. The integration of both MPLS and Mobile IP improves the scalability of the Mobile IP data forwarding process by leveraging on the features MPLS which are fast switching and high scalability. Moreover it abbreviates IP-in-IP tunneling between HA and FA. In this paper, we suggest efficient mobility scheme through integration of both MPLS and hierarchical Mobile IPv6.

**Keywords** : Mobile IPv4, Mobile IPv6, MPLS

### 1. 서 론

최근에는 인터넷 액세스 속도의 증가로 인해 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스의 요구가 증가하고 있다. 가까운 미래에 IEEE 802.11의 무선랜과 CDMA 2000을 기반으로 한 3G Cellular와 같은 액세스 네트워크가 이웃하여 공존하게 될 것이다. 이들은 상대적으로 작은 셀로 구성이 될 것이고, 그에 따라 액세스 포인트의 수도 증가하게 될 것이다. 그러므로 많은 모바일 노드들은 셀 간의 이동을 하게 될 것이므로, 이에 대한 적절한 이동성 지원 방안이 있어야 할 것이다.

현재 Mobile IP는 유무선 네트워크에서 이동성을 지원하기 위해서 표준으로 사용되고 있다. Mobile IP는 빠른 핸드오버와 신뢰성 있는 핸드오버에 중점을 두고 설계되지 않았기 때문에 마이크로 네트워크에는 적용하기 알맞지 않다. 그렇기 때문에 Cellular IP, HAWAII, HFA, 그리고 Mobile IP regional registration과 같은 마이크로 이동성 지원 프로토콜이 제안되어 조금 더 효율적으로 이동성을 지원할 수 있게 되었다. 하지만 앞으로는 다양한 액세스 네트워크가 같은 지역에 이웃하게 될 것이므로 핸드오버가 빈번하게 발생될 것이고, 데이터의 손실도 일어날 것이다. 그러므로 액세스 네트워크 간의 이동성 지원을 위해 Mobile IP의 역할이 중요하게 대두될 것이다.

Mobile IP는 액세스 네트워크 간의 이동성을 지원하는

데 있어 빠른 핸드오버와 높은 핸드오버 지연시간과 같은 문제점이 있다. Mobile IP의 기능을 그대로 유지하면서 문제를 해결하기 위해 IP기반의 라우팅 대신 MPLS의 스위칭 기술을 적용하는 방법이 제안되었다. 현재 MPLS는 ISP(Internet Service Provider)가 안정적인 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 백본망으로 도입하여 적절한 QoS를 제공해주려는 목적으로 사용되고 있다. 인터넷 백본망으로 사용되는 MPLS는 라우팅과 패킷 포워딩을 분리하여 링크 계층의 스위칭 기술을 이용하기 때문에 기존의 IP 기반 라우팅에 비해 패킷을 빠르게 전달할 수 있고, traffic engineering을 이용하여 사용자에게 적절한 QoS를 제공할 수 있는 장점이 있다. 또한 MPLS는 fast switching, high scalability를 제공하기 때문에 Mobile IP의 데이터 포워딩 과정의 성능을 향상시켜 준다. 게다가 IP-in-IP 터널링을 이용한 과정도 필요하지 않게 된다. 그러므로 MPLS 네트워크와 Mobile IP를 통합하여 사용한다면 기존의 IP 기반 네트워크에서 Mobile IP를 사용하는 것보다 좋은 성능을 보일 것이다[1].

기존의 논문들은 MPLS 네트워크에 Mobile IPv4를 적용하여 효율적인 이동성 지원을 하기 위한 방법을 제안하였다[2~5]. 하지만 앞으로 IP를 기반으로 하는 휴대용 장치들의 수가 증가함에 따라 IPv6의 사용이 확대될 것이고, 따라서 Mobile IPv6에 대한 연구도 필요하게 될 것이다

[6]. 본 논문에서는 MPLS 기반의 액세스 네트워크에 Mobile IPv6를 적용한 효율적인 이동성 지원 방법에 대해 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 Mobile IPv6와 MPLS에 대하여 설명하고, 3장에서는 MPLS와 Mobile IP의 통합 동작에 대해 알아본다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 MPLS 네트워크에서의 hierarchical Mobile IPv6를 이용한 이동성 지원방법에 대해 설명하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 기존 연구들

### 1. Mobile IPv6

인터넷 사용자들은 언제 어디서든지 자신이 원하는 만큼의 고품질 서비스를 받기를 원한다. 노트북이나 PDA와 같은 이동 단말기들은 무선 통신 기술의 발달로 그 수가 증가하고 있다. 모든 이동 단말기들이 서비스를 계속 이어가기 위해서는 IP주소를 사용하게 되는데 앞으로 그 수가 부족하게 될 것이므로 차세대 인터넷 프로토콜로 IPv6가 제안되었다. Mobile IPv6는 IPv6의 기능을 그대로 이용하면서 이동성을 제공하기 때문에 Mobile IPv4보다 효과적으로 이동성을 지원할 수 있다.

모바일 노드는 IP를 기반으로 인터넷에 액세스 하기 때문에 다른 서브넷으로 이동을 하게 되면 그 서브넷에 맞는 네트워크 프리픽스를 가지는 IP주소로 바뀌어야 한다. 그렇게 되면 TCP연결 등의 상위 계층의 통신을 보장해 줄 수가 없다. 그러므로 기존의 사용하던 IP 주소를 유지하면서 이동성을 보장해 주기 위해 Mobile IPv6가 사용되는 것이다. Mobile IPv6는 이동 감지(Movement Detection), COA 획득(COA Acquisition), 등록(Registration)의 동작으로 나뉘어져 있다. 그림 1은 Mobile IPv6를 이용한 모바일 노드의 핸드오버 시퀀스를 보여주고 있다.

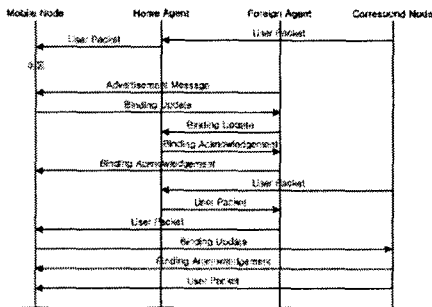


그림 1. Mobile IPv6에서의 핸드오버 시퀀스

그림 1에서 모바일 노드가 외부 네트워크로 이동을 하였을 때 라우터의 RA(Router Advertisement) 메시지를 수신하여 자신의 이동을 감지하게 된다. RA에는 외부 에이전트의 prefix 정보와 모바일 노드가 사용하게 될 라우터

정보가 포함되어 있다. 모바일 노드는 Address auto-configuration의 방법으로 COA를 획득하게 되고, HA에 BU(Binding Update) 메시지를 보낸다. HA는 BU 메시지를 받게 되면 proxy Neighbor Discovery 기능을 이용하여 모바일 노드로 가는 모든 패킷을 가로채어 터널링을 한다. 모바일 노드는 터널링된 패킷을 받으면 패킷을 전송한 CN이 자신의 바인딩 정보를 가지고 있지 않다고 판단하고, BU를 CN에게 보내어 자신의 COA를 알려주게 된다. 이후부터 CN은 바인딩 정보를 이용하여 직접 모바일 노드에게 패킷을 전송할 수가 있게 된다. 이와 같은 라우팅 최적화는 기존의 모든 패킷들이 HA를 통하여 터널링 되었을 때의 홈 네트워크에서의 병목현상, HA가 다운되었을 경우의 문제점, 그리고 삼각 라우팅 문제를 해결할 수가 있다.

Mobile IPv6는 Smooth 핸드오버를 지원하는데 이것은 패킷 손실율을 줄이는 것을 목적으로 한다. 모바일 노드는 이동 후에 BU를 HA에 보내어 자신의 COA를 등록한다. HA는 모바일 노드의 홈 어드레스를 목적지로 하는 패킷을 가로채어 모바일 노드에서 포워딩을 하게 되고, 터널링된 패킷을 받은 모바일 노드는 BU를 패킷을 보낸 CN에게 보내어 바인딩 업데이트를 하게 된다. 이후에는 터널링 없이 패킷을 CN으로부터 직접 받게된다. 이는 핸드오버 동안에 데이터의 손실율을 최대한 줄이게 된다.

### 2. MPLS

MPLS는 네트워크 백본망에서 기존의 IP라우팅 대신에 패킷 스위칭의 방법을 사용하여 데이터 포워딩 속도를 높인 기술이다. 기존의 포워딩 방식은 패킷 헤더의 정보를 분석하여 다음 홉을 결정하는데, MPLS 기반의 세그먼트는 네트워크 레이어 헤더의 레이블 정보를 보고 다음 홉을 결정하게 된다. 기존의 패킷 포워딩에서는 패킷의 목적지 IP 주소에 의해 전송하지만, MPLS에서는 망의 Edge LSR에서 IP주소를 고정된 길이의 레이블에 매핑한 다음 이 레이블을 이용하여 패킷을 포워딩하기 때문에 H/W에 의한 고속 스위칭이 가능해진다. MPLS에서 레이블을 부여하고 분배하는 것은 LDP(Label Distribution Protocol)에 의하여 동적 또는 고정된 경로를 따라 패킷을 전송할 수 있다. 그림 2는 MPLS 네트워크의 기본 구조도를 보여주고 있다.

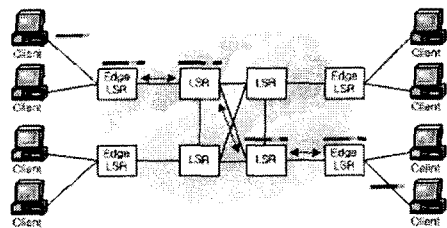


그림 2. MPLS 네트워크의 기본 구조도

### III. MPLS와 Mobile IP의 통합

Mobile IP는 Agent advertisement 과정, 등록 과정, 그리고 데이터 포워딩 과정의 3가지 동작으로 나뉘어져 있다. 이 동작들은 많은 수의 모바일 노드로 이루어지는 네트워크에서 Mobile IP를 위해 효과적으로 동작해야 한다. Mobile IP의 HA의 데이터 포워딩 과정은 IP 터널링의 동작을 포함하고 있다. HA가 많은 모바일 노드에게 터널링에 의한 데이터 포워딩을 제공하려면 많은 시간이 소모될지도 모른다. HA에 의해 모든 패킷들을 포워딩하려면 많은 오버헤드가 발생할 것이기 때문이다. Mobile IP의 성능을 향상시키기 위한 방법으로 MPLS와 Mobile IP의 통합에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이 프로토콜들의 통합은 MPLS의 fast switching, small state maintenance, 그리고 high scalability의 특징으로 인해 Mobile IP의 데이터 포워딩 과정의 scalability를 향상되기 때문이다. 게다가 HA와 FA 사이의 터널링의 과정도 생략할 수가 있다. 그림 3은 MPLS와 Mobile IPv4의 통합 네트워크 구조를 보여주고 있다.

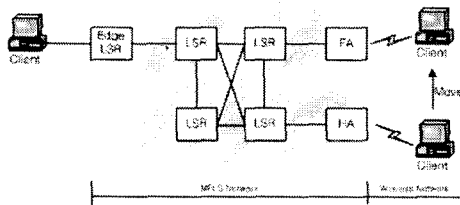


그림 3. MPLS와 Mobile IP의 통합 구조도

### IV. RMAP(Root Mobile Anchor Point)을 이용한 MPLS 기반의 Mobile IPv6 이동성 지원 방법

앞 절에서 언급했듯이 Mobile IP는 성능을 높이기 위해 MPLS와의 통합으로 많은 이득을 얻을 수 있다. 또한 Mobile IPv4의 단점을 많이 보완한 Mobile IPv6는 이동성 지원에 있어 많은 성능 향상을 보여준다.

본 논문에서는 그림 4와 같은 MPLS 기반 네트워크 모델에서 모바일 노드의 이동성 지원 방법에 대해 제안한다. 그림 4의 MAP(Mobile Anchor Point)은 hierarchical Mobile IPv6[7]에서 모바일 노드의 COA를 바인딩하여 마이크로 이동성을 제공해주고, RMAP은 MAP들의 정보들을 관리하여 주는 새로이 제안된 엔티티이다. 우리는 모바일 노드가 MAP 내부에서는 hierarchical Mobile IPv6를 이용한다고 가정한다. 또한 MAP이 가지고 있는 모바일 노드에 대한 정보를 RMAP도 같이 관리한다고 가정한다.

Hierarchical Mobile IPv6에서는 MAP이라는 새로운 엔티티를 도입하여 모바일 노드의 최소한의 확장을 필요로 하고, CN과 HA 사이에 대해서는 변경을 필요치 않는다. RMAP은 hierarchical Mobile IPv6의 바인딩 갱신이 지역 등록과 일반 등록으로 나뉘는 것을 기반으로 확장한 것이다. MAP은 자신과 모바일 노드와의 바인딩 정보와 자신

과 CN 또는 HA과의 바인딩 정보를 관리하게 된다. 그러나 모바일 노드가 다른 MAP의 영역으로 이동하게 되었을 때는 일반 Mobile IPv6가 사용이 되게 된다. 이 때 모바일 노드와 CN 또는 HA 사이에 라우팅 최적화와 Smooth 핸드오버를 위한 시그널링이 발생하게 되는데 RMAP은 MAP의 상위 계층에 있는 RMAP이 MAP의 정보를 관리함으로 인해 이와 같은 시그널링을 줄이게 된다.

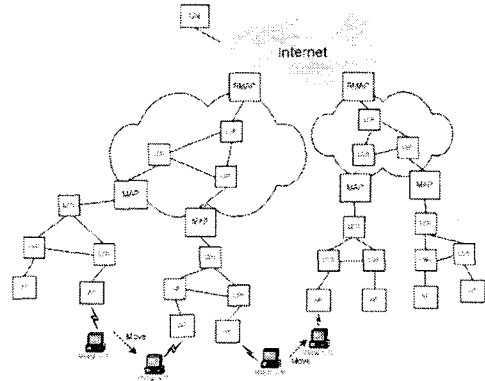


그림 4. MPLS를 기반으로 한 Mobile IPv6의 구조

#### 1) 모바일 노드가 RMAP내에서 이동할 경우

모바일 노드가 MAP 내부에서 이동을 하게 되면 기본적인 hierarchical Mobile IPv6의 동작에 의해 이동성을 지원 받게 된다. 하지만 MAP이 바뀌는 경우에는 Mobile IPv6에 의해 동작하게 되며 MAP 간의 데이터 포워딩 과정에 필요한 시그널링의 오버헤드가 발생하게 된다. 하지만 RMAP이 MAP을 관리하게 되면 MAP의 외부로 이동하게 되었을 경우에도 CN에 투명하게 이동성을 지원할 수 있다.

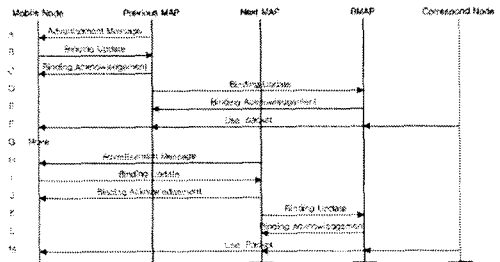


그림 5. 다른 MAP의 영역으로 이동했을 때의 시퀀스

모바일 노드는 동작을 시작하게 되면 자신이 속한 MAP의 Advertisement 메시지를 수신하게 된다(그림 5의 A). Advertisement 메시지를 통해 자신이 속한 RMAP과 MAP을 알게 되고, MAP 옵션을 이용하여 NMAP 내부의 AP의 COA인 LCOA주소와 PMAP상의 COA인 RCOA를

auto-configuration을 통해 생성하게 된다. 이후에 모바일 노드는 Binding Update 메시지를 PMAP에게 보내어 지역 등록을 하게 된다(그림 5의 B). Binding Update 메시지에는 LCOA가 소스 주소, NMAP 주소가 목적지 주소, 그리고 RCOA를 홈 어드레스 옵션 주소로 설정되어 있다. PMAP은 Binding Update 메시지를 받고 LCOA와 RCOA를 바인딩하며 바인딩이 성공적으로 이루어지면 모바일 노드에게 Binding Acknowledgement 메시지를 보낸다(그림 5의 C). PMAP은 바인딩을 수행하고 나서 RMAP에게 마찬가지로 Binding Update를 보내어 RMAP에게 자신과 같은 동작을 하도록 한다(그림 5의 D, E). 이후에는 모바일 노드가 CN과 통신을 시작할 수 있으며 같은 MAP 내에서의 이동은 MAP까지의 지역 등록만으로 CN에 투명하게 이동성을 지원할 수 있다. 모바일 노드가 다른 MAP의 영역으로 이동을 하게 되면(그림 5의 G) 새로운 Advertisement 메시지를 받게 될 것이다. 이후에는 처음 동작할 때와 같은 NMAP에 Binding Update 메시지를 보내어 RMAP에 이르기까지 경로의 재설정 동작이 이루어지게 되고(그림 8의I-L), RMAP은 CN에 투명하게 모바일 노드에게 이동성을 제공해 줄 것이다.

2) 모바일 노드가 다른 RMAP의 영역으로 이동할 경우

본 절에서는 그림 5의 네트워크 구조에서 모바일 노드가 다른 RMAP의 영역내로 이동하는 경우에 대해 설명하고, 그림 6은 동작 시퀀스를 보인다.

모바일 노드는 NMAP의 영역내로 들어가게 되면 자신의 Advertisement 메시지로 인해 자신의 위치를 인지할 수 있게 된다. 지역 등록과 비슷한 과정을 거치게 되는데 NMAP이 NMAP으로부터 Binding Update 메시지를 받았을 때 모바일 노드가 다른 RMAP의 영역 내에서 이동해 온 것을 알게 되면 이전 RMAP인 PRMAP에게 Binding Update 메시지를 포워딩하게 된다(그림 6의 E). 그림 6에서는 PRMAP로 Binding Update 메시지를 포워딩하는 것을 볼 수 있으며 그에 대한 응답을 받게 된다(그림 6의 F). 이 과정을 통해 새로운 바인딩 정보를 유지할 수 있게 된다. 모바일 노드는 RMAP간의 바인딩 갱신 이 끝나게 되면 CN으로 바인딩 갱신을 요구하여 (그림 6의 H) PRMAP를 거치지 않고 바로 NMAP를 통해 통신을 하게 된다.

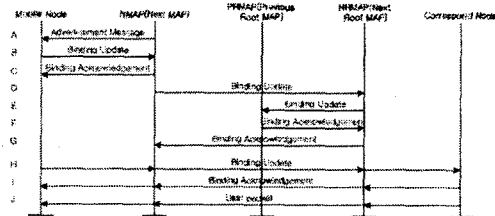


그림 6. 다른 RMAP의 영역으로 이동했을 때의 시퀀스

V. 결 론

최근에 인터넷 액세스 속도의 증가로 인해 인터넷의 사용 증가와 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구가 증가하고 있다. 또한 PDA나 노트북과 같은 이동성을 보장해야 하는 휴대용 장치의 수가 늘어나고 있다. 앞으로는 무선랜, 블루투스, 그리고 CDMA 2000을 기반으로 한 3G Cellular와 같은 네트워크들이 이웃하면서 공존하게 될 것이다. 그에 따라 휴대용 장치들의 셀 간의 이동은 더욱 더 잦아질 것이므로, 이에 대한 적절한 이동성 지원 방법이 있어야 한다.

이동성 프로토콜의 성능을 증가시키기 위해 IP 라우팅 대신 스위칭을 통해 패킷을 포워딩하는 MPLS가 등장하게 되었다. MPLS의 fast switching과 high scalability를 이용하여 Mobile IP의 단점인 데이터 포워딩 시간을 줄일 수 있고, IP-in-IP 터널링의 과정보다 생각할 수가 있게 되었다.

본 논문에서는 이동성 지원을 위한 표준으로 사용되고 있는 Mobile IP의 성능을 높이기 위해 MPLS와 Mobile IPv6의 통합하는 방법을 제안하였다. hierarchical Mobile IPv6를 기반으로 MAP의 확장인 RMAP을 제안하여 마이크로 이동성의 개념을 확장시켰다.

앞으로 할 일은 제안된 이동성 지원 방법이 기존의 방법보다 나은 성능을 보인다는 것을 시뮬레이션을 통하여 증명하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Zhong Ren et al, "Intergration of Mobile IP and MPLS", Internet draft, <draft-zhong-mobile-ip-mpls-01.txt>
- [2] Fabio M. Chiussi, Denis A. Khotimsky, Santosh Krishnan, "A network Architecture for MPLS-Based Micro-Mobility", 2002, IEEE
- [3] ayman abdel-Hamid, Hussein Abdel-Wahab, "Local-area Mobility support through cooperatin Hierarchies of Mobile Foreign Agents", 2001, IEEE
- [4] Kaiduan Xie, Vincent W.S. Wong, and Victor C.M. Leung, "Support of Micro-Mobility in MPLS-based Wireless Access Networks", 2003, IEEE
- [5] Tai Won Um, Jun Kyun Choi, "A Study on Path Re-routing Algorithms at the MPLS-based Hierarchical Mobile IP Network", 2001, IEEE
- [6] Jun yun Choi, et al. "Mobile IPv6 support in MPLS, Internet draft, <draft-choi-mobileip-ipv6-mpls-00.txt>, Mar, 2001
- [7] Karim M. Malki, Hesham Soliman, "Hierarchical Mobile IPv4/v6 and Fast Handoffs", Internet draft, <draft-elmalki-soliman-hmip4v6-00.txt>