

# Mobile IP를 수용하는 IMT-2000 교환망의 MPLS 구조

## (IMT-2000 Network Architecture using MPLS for Mobile IP)

유재필\* 김기천\*\* 이윤주\*\*\*  
(Jae-pil Yoo) (Kee-cheon Kim) (Yeon-ju Lee)

**요약** 적절한 이동 인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 IP의 이동성을 제공하는 Mobile IP의 지원이 필요하며 이를 위한 서비스 네트워크의 구축을 위해서는 속도, 확장성 그리고 서비스 제공능력이 뛰어난 IETF(Internet Engineering Task Force)의 MPLS(Multi-protocol Label Switching)로 구성이 바람직하다. 본 논문은 현재 MPLS표준화에서 이동성을 지원하는 노력을 하고있지 않은 상태에서 Mobile IP를 효율적으로 수용하는 MPLS 구조를 제시한다. 제시하는 구조는 Mobile IP의 등록 메시지와 MPLS 레이블의 분배를 결합하여 망 내의 터널링 시 3계층의 캡슐화가 아닌 2계층을 터널링을 활용하여 헤더의 낭비를 막고 홈 에이전트로 유입되는 패킷들이 이동성 바인딩 리스트를 참조하지 않고 지연 없이 망 내로 터널링될 수 있는 구조를 보여준다. 제시하는 구조는 특히 무선 망과의 연동과 인터넷과의 연동 기능을 수행하는 IMT-2000망에서 이동 인터넷을 위한 서비스 패킷 망의 기본 구조로 활용될 수 있다.

**Abstract** In order to provide a proper mobile internet service, Mobile IP is necessary to support IP mobility. Service network should be a backbone network among mobile agents which support mobility, and MPLS(Multi-protocol Label Switching) of IETF(Internet Engineering Task Force) is being considered as a backbone network because of its speed, scalability and the excellent service capability. MPLS, however, doesn't provide a way to support the mobility of the nodes. In this paper, we present an efficient IMT-2000 network architecture using MPLS to handle Mobile IP. The proposed architecture combines the MPLS label distribution and Mobile IP registration. It doesn't use the layer 3 encapsulation, instead it uses layer 2 for tunneling the data, reduces the size of the header, and it can tunnel the data without delay, which is needed to look up the mobility binding list, as a result.

### 1. 서론

이동 인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 이동성을 지원하는 패킷 교환 망이 필요하며 이는 이동성을 제공하는 IP계층의 지원과 무선 망의 지원이 필요하다. 이를 위한 요구 사항을 보면 이동성을 지원하는 프로토콜과 이를 지원하는 이동성 에이전트, 또한 이러한 프로토콜들

이 적용되는 에이전트간의 백본망을 들 수 있다. IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000) 서비스를 위한 패킷 교환 망을 구성하기 위해 현재 진행되고 있는 표준화 과정을 보면 3GPP2 - 북미의 3세대 패킷 데이터 시스템과 3GPP - 유럽의 GPRS (General Packet Data System)등을 들 수 있다. 3세대 패킷 데이터 시스템의 경우 이동성을 지원하기 위해 Mobile IP를 활용하며 외부 에이전트, 홈 에이전트등의 이동성 에이전트를 정의하고 이를 기반으로 하는 데이터 코어 망을 구축하여 무선 망과 연동하며 또한 인터넷으로의 접속 점을 제공하고 있다[3]. 유럽의 GPRS의 경우도 GTP(GPRS Tunneling Protocol)를 활용하여 프로토콜에서 이동성을 지원하며 이를 지원하는 이동성 에이전트라 할 수 있는 SGSN(Serving GPRS Support Node), GGSN(Gateway GPRS Support Node)등을 정

\* 본 논문은 1999년도 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

\* 학생회원 : 건국대학교 컴퓨터공학과

willow@kkucc.konkuk.ac.kr

\*\* 비회원 : 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

kckim@kkucc.konkuk.ac.kr

\*\*\* 중신회원 : 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소 연구원

yjlee@etri.re.kr

논문접수 : 1999년 11월 30일

심사완료 : 2000년 4월 12일

의하고 이를 기반으로 하는 IP기반의 내부 GPRS백본망을 구성하여 무선 망과 연동하며 인터넷과의 접속 점을 제공하고 있다[4][5]. 위의 두 가지 예는 모두 인터넷과의 접속 점 및 무선 망과의 연동기능을 지니고 있으며 모두 이동성을 지원하는 에이전트를 단위로 백본 망이 구성된다. 따라서 3계층의 다양한 기능을 완전히 수용하고 2계층의 고속교환의 효율성을 지원하는 MPLS망을 이용하여 이동 인터넷을 위한 서비스 백본망의 구축이 가능하며 특히 MPLS망으로 구성 시 교환속도, 확장성, 멀티서비스가 지원 되는 장점이 있다.

그러나 현재 IETF MPLS WG에서는 이동성을 지원하는 Mobile IP환경을 고려하고 있지 않으며 Mobile IP의 3계층 제어메시지와 2계층의 레이블기반 교환의 특성을 결합시킨다면 보다 효율적인 이동 인터넷 교환 기술을 지원할 수 있다. 제시하는 구조는 MPLS의 계층 2 스위칭을 이용하여 Mobile IP상에서 이루어지는 에이전트간 추가적인 IP의 캡슐화를 제거하여 전송효율과 프로세싱 비용을 줄이고 Mobile IP의 제어 메시지들을 MPLS계층에서 수용하여 협동적인 동작을 하도록 구성한다. 따라서 본 논문은 Mobile IP를 수용하는 MPLS 구조를 제시하여 IMT-2000망에서 이동 인터넷 서비스를 위한 효율적인 서비스 백본망을 구축하는데 기본 구조가 될 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP와 백본망을 구성하는 MPLS에 대하여 알아보고 3장에서는 mobile IP를 수용하는 MPLS망의 구조를 제시하고 제시된 망의 특징을 알아 보며 4장에서는 제시된 망의 효율성을 검증하며 마지막 으로 5장에서는 결론을 기술한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 Mobile IP[1]

Mobile IP는 네트워크 주소기반의 IP경로 설정에서 기인하는 호스트의 서브넷 간 이동의 제한을 극복하기 위하여 고안된 것으로 서브 넷 간의 이동에 대한 경로 배정 문제를 이동성 바인딩 리스트라는 외부 서브넷 주소를 포함하는 호스트 기반의 경로 배정 엔트리를 유지함으로써 해결을 하고 있다. 이동성 에이전트들은 이동성 바인딩 엔트리를 유지하여 호스트의 이동성을 유지하게 되는데 다음은 이를 이용한 Mobile IP의 동작 절차를 설명한다.

호스트가 이동하게 되면 해당 서브넷의 외부 에이전트는 호스트의 홈 네트워크에 있는 홈 에이전트에게 Mobile IP등록 요구 메시지를 전송하게 되며 홈 에이전

트는 메시지를 수신하여 현재 이동 호스트의 위치로 패킷 전송이 가능한 IP주소를 포함하는 이동성 바인딩 리스트(Mobility Binding List)를 생성하게 되고 이와 동시에 Mobile IP등록 응답 메시지를 외부 에이전트에게 전송하게 된다. Mobile IP등록 응답 메시지를 수신한 외부 에이전트는 호스트에 대한 정보인 방문자 리스트(Visitor list)를 생성하게 된다. 이 후 이동하는 호스트에게 전송될 패킷은 네트워크 주소 기반의 경로배정으로 인해 홈 에이전트를 경유하게 되며 홈 에이전트는 이동성 바인딩 리스트를 검색하여 목적지 호스트가 위치한 외부 에이전트를 찾아내고 본래의 패킷에 외부 에이전트로 경로배정이 가능한 주소인 의탁주소를 목적지 주소로 하는 IP헤더를 추가로 캡슐화 하여 전송을 하게 된다. 캡슐화 된 패킷의 목적지인 외부 에이전트는 패킷을 수신하게 되고 캡슐화 된 IP헤더를 제거함과 동시에 이동성 바인딩 리스트인 방문자 리스트를 검색하여 해당 노드에게 직접 전송하게 된다. 추가적인 IP헤더의 용도는 에이전트간의 전송이 IP경로배정 메커니즘에 종속되기 때문에 필요한 것으로 추가적인 IP헤더를 제외한 본래의 목적지 주소를 포함하는 IP헤더는 홈 에이전트와 외부 에이전트간의 라우터에는 전혀 이해되지 못한다. 이러한 이유로 추가적인 헤더의 추가를 캡슐화라 하고, 또한 캡슐화 된 패킷이 유효한 동안의 전송을 터널링이라 한다. Mobile IP의 경우 터널링을 위한 IP캡슐화를 세가지로 정의하고 있다.

### 2.2 MPLS[2]

MPLS기술은 IETF에서 표준화가 진행 중으로 특히 ATM교환기 상에서 IP패킷 교환이 가능한 기술이다. MPLS망은 외부와의 인터페이스 역할을 담당하는 레이블 경계 라우터(LER : Label Edge Router)와 내부의 교환기 역할을 담당하는 레이블 교환 라우터(LSR : Label Switch Router)로 구성되어 MPLS 망을 구성한다. LER은 패킷의 진행 방향에 의해 진입 라우터(Ingress router)와 출구 라우터(Egress router)의 역할을 담당하는데 외부 망으로부터 진입 라우터로 유입된 패킷은 특정한 논리에 따라 동일한 패킷의 흐름으로 간주되는 포워딩 동일 클래스(FEC: Forwarding Equivalence Class)분류를 받게 되고 MPLS망에서 일정한 경로를 갖는 레이블 교환 경로(LSP : Label Switching Path)를 갖게 된다. 진입 라우터는 구분된 FEC별로 LSP를 경유하게 되는 레이블을 첨가하여 다음 흐름으로 전송을 하게 되고 이후의 패킷들은 출구 라우터에 도달할 때까지 레이블을 교체하면서 스위칭을 하는 다수개의 LSR(Label Switch Router)를 거친다.

MPLS도메인 내의 라우터 들은 패킷의 교환을 위해 포워딩 정보 베이스(FIB; Forwarding Information Base)와 레이블 정보 베이스(LIB : Label Information Base)를 참조하여 패킷을 교환하게 된다. 특히 MPLS망은 각 홉마다 IP 라우팅 테이블의 참조로 인한 3계층 라우팅이 아닌 미리 지정된 레이블의 교체인 2계층 스위칭으로 고속교환이 이루어진다. 교체되는 레이블의 배정은 레이블의 배정을 목표로 하는 프로토콜인 LDP(Label Distribution Protocol)가 담당하거나 IP 라우팅 프로토콜의 경로배정 시 Piggybacking의 형태로 완성된다.

### 3. Mobile IP를 수용하는 MPLS구조

본 장은 Mobile IP를 수용하는 MPLS구조를 제시하고 이러한 구조에서 Mobile IP가 MPLS의 지원을 받아 동작이 가능한 토폴로지 드리븐 방식과 Mobile IP - 요구 드리븐 방식을 제시한다.

#### 3.1 MPLS와 Mobile IP의 단순한 결합의 문제

서론에서 밝힌 바와 같이 이동성을 지원하는 패킷 망의 구성은 인터넷과의 연결 점 및 무선 망과의 연결을 위해 에이전트간을 연결하는 백본 망을 필요로 하게 되며 이는 망의 확장, 고속 교환, 멀티 서비스를 지원하는 MPLS기반으로 구성이 가능하다. 홈 에이전트의 기능은 홈 네트워크에 속한 호스트들 중 현재 이동 중인 호스트에게 패킷을 전송하는 것이며 이를 위하여 3계층 헤더를 캡슐화 하여 외부 에이전트로 터널링 하게 된다. MPLS도메인에서 레이블 경계 라우터의 역할을 보게 되면 유입되는 패킷을 조사하여 FEC분류를 거치고 목적지로 향하는 레이블 교환 경로를 정한 후 레이블을 붙여 전송하는 2계층의 터널링이 일어나게 된다. 이동성 에이전트간의 라우터들은 목적지 에이전트 노드로 패킷을 전송하기 위한 교환의 역할을 할 뿐이며 패킷에 대한 어떠한 작용도 하지 않는다. MPLS도메인의 내부에 있는 LSR(Label Switch Router)의 경우, 경계 라우터로 패킷을 전송하기 위한 교환의 역할을 하게 된다. 터널링의 관점, 특히 Mobile IP에서 이동성 에이전트간의 3계층 터널링과 MPLS LER간의 2계층 터널링을 고려하면 LER과 에이전트간의 기능요소의 결합이 합리적이다.

이를 기반으로 Mobile IP를 수용하는 MPLS망 구조를 구성하면 다음 (그림 1)과 같다. IMT-2000 서비스 네트워크의 특징은 외부 패킷 망 및 무선 인터페이스와 연동하며 이동 노드를 위하여 유선 패킷 망 상에서의 지연 없는 패킷의 교환을 목표로 한다. 결국 서비스 네트워크를 MPLS도메인으로 구성할 경우 패킷 교환의 중단 점은 레이블 경계 라우터가 되며 레이블 경계 라우터

터는 외부 네트워크의 인터페이스 및 무선과의 인터페이스 역할을 수행하여야 한다. 망의 이동성에 관한 관점에서 홈 에이전트는 외부 패킷 망과의 인터페이스를 담당하는 레이블 경계 라우터가 되며 유선 망에서의 패킷 교환의 중단 점인 외부 에이전트의 기능 또한 레이블 경계 라우터가 담당한다. 아래 그림에서 홈 에이전트는 서비스 네트워크를 사용하는 이동 노드에 대한 패킷 터널링을 담당하고 외부 에이전트는 교환된 패킷을 무선 인터페이스로 전송하는 기능을 담당하게 된다. 이후 기술하는 모든 내용들은 아래 (그림 1)의 Mobile IP를 수용하는 MPLS망을 전제로 한다.

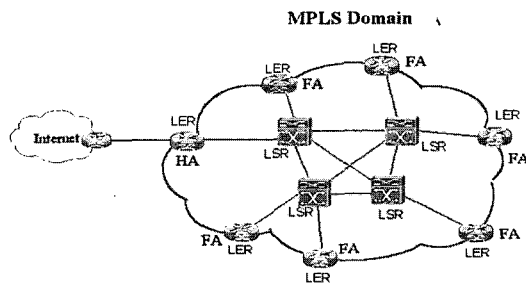


그림 1 Mobile IP 이동성 에이전트를 매핑한 MPLS 도메인의 구조

Mobile IP의 경우 에이전트간 전송을 하기 위하여 IP-in-IP[6]와 같은 터널링을 위한 IP캡슐화를 수행한다. 이와 같은 IP캡슐화는 홈 기반의 경로배정 메커니즘에 기인한다. 또한 MPLS의 특징은 3계층의 경로배정 정보를 기반으로 레이블을 분배하여 일종의 가상회선을 설정하고 계층 2 스위칭을 하는 것으로 Mobile IP와 MPLS의 조화가 없을 경우 3계층의 터널링을 위한 IP 헤더를 붙이고 2계층의 터널링을 위한 레이블을 붙이는 기능의 중복이 발생한다. 에이전트간의 터널을 2계층에서 수행하면 3계층의 터널링을 위한 캡슐화를 수행할 필요가 없으며 이러한 문제는 호스트의 이동성을 지원하기 위하여 3계층의 Mobile IP를 활용하고 이의 터널링은 MPLS의 2계층으로 넘기는 것이 효율적이다.

다음 (그림 2)는 MPLS망의 경계에서 레이블 경계 라우터가 이동성 에이전트의 기능을 수행할 시 MPLS 레이블 분배와 Mobile IP등록 메시지의 결합된 상태와 결합되지 않은 상태의 절차를 나타낸다. (그림 2)의 위의 그림 1.은 MPLS의 기능과 Mobile IP의 제어가 결합되지 않은 상태이다. MPLS망 경계의 홈 에이전트는 외부 망으로부터 패킷을 수신하여 이동성 바인딩 엔트리를 검색하여 터널링 여부를 결정한다. 이동성 바인딩

리스트에서 엔트리가 발견되면 의탁주소를 확인하게 되고 터널링을 위해 의탁주소를 목적지로 하는 IP헤더를 추가한다. 이후 하부 계층에서는 IP-in-IP 터널링 헤더가 추가된 패킷을 MPLS망 내에서 전송을 하기 위해 FEC분류와 레이블 분배 및 레이블, FEC 매핑등의 MPLS특징적인 절차를 수행하여 MPLS도메인 내에서 전송을 하게 된다. (그림 2)의 아래 그림 2.는 MPLS레이블 분배와 Mobile IP의 제어 가 결합된 상태를 나타낸다. MPLS망 경계의 홈 에이전트는 외부 망으로부터 패킷을 수신하여 이동성 바인딩 리스트를 참조 하지 않고 곧 바로 FIB, LIB를 참조하게 된다. 이러한 직접적인 FIB,LIB의 참조는 계층 3 터널링 IP헤더의 추가와 이동성 바인딩 리스트의 참조를 없애주는데 이를 위해서 3계층 터널링의 의미를 반영하여 FIB, LIB를 구축하는 과정이 필요하며 이는 Mobile IP의 등록 과정 중 Mobile IP제어 메시지와 MPLS의 FEC분류, 레이블 분배의 협동에 의한 선 처리 과정으로 인해 가능해진다.

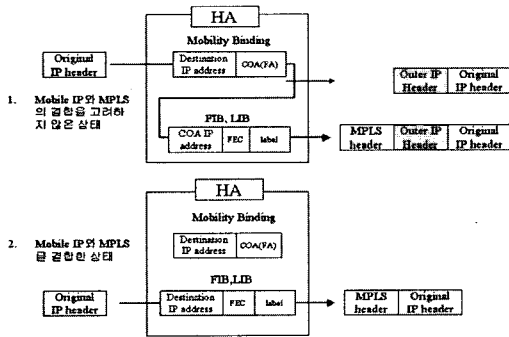


그림 2 홈 에이전트 기능을 수행하는 레이블 경계 라우터의 패킷 처리 절차

이러한 선처리 작업은 구체적으로 MPLS망이 토폴로지 드리븐 방식의 경우 FEC-레이블 매핑 시 에이전트의 바인딩 리스트의 참조로 인해 가능하며 MPLS망이 Mobile IP 요구 드리븐 방식을 정의하여 Mobile IP 등록 시 FEC-레이블 매핑을 통해 가능하다. 이와 같은 Mobile IP를 수용하는 계층 2 터널링의 장점은 IP-in-IP와 같은 20바이트의 오버헤드를 가지는 3계층 헤더의 삽입을 막아 전송률을 높이고 캡슐화에 따르는 지연 및 프로세싱 비용을 줄일 수 있다.

다음 (그림 3)은 Mobile IP를 수용하는 MPLS망에서의 제어 및 전송 프로토콜 스택을 보여주고 있다. 이는 (그림 1)에서 제시한 이동성 에이전트 기능을 매핑한 MPLS구조에 완전히 적용된다. 이동 호스트는 본 논문

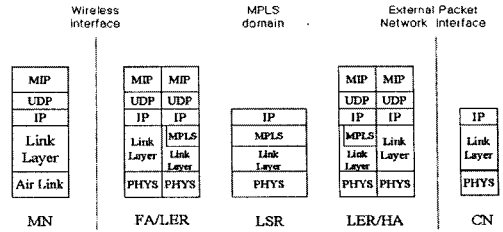


그림 3 Mobile IP를 수용한 MPLS망에서의 프로토콜 스택 구조

에서 제시하는 구조를 알지 못하고 기본적인 Mobile IP 구조를 따르게 된다. FA/LER은 유무선 인터페이스, HA/LER은 외부 패킷 망과의 인터페이스를 가질 수 있으며 Mobile IP와 MPLS제어를 모두 수용하여야 하며 특히 제시하는 메시지 절차를 수용해야 한다. MPLS도메인 내의 LSR들은 기본적인 MPLS제어만을 수용하게 된다.

다음은 MPLS표준에서 정의하는 레이블 분배 방식에 대한 Mobile IP수용 구조를 각각 제시하게 되는데 제시하는 구조는 (그림 1)의 망 구조와 (그림 3)의 프로토콜 스택을 따르게 된다.

### 3.2 Mobile IP 요구 드리븐(request-driven) 레이블 분배 방식

Mobile IP 요구 드리븐 레이블 분배 방식은 Mobile IP의 제어 메시지를 MPLS특징적인 레이블 분배로 연결한다. MPLS WG(working group)은 일반적인 요구 드리븐 레이블 분배 방식에 있어서 RSVP제어 메시지와 MPLS레이블 분배를 조화한 형식을 제시하고 있다[7]. 본 논문은 특별히 IMT-2000 패킷 서비스 네트워크를 구성하는데 있어서 이동성을 지원하기 위해 Mobile IP 제어 메시지에 기반 하는 요구 드리븐 방식의 결합을

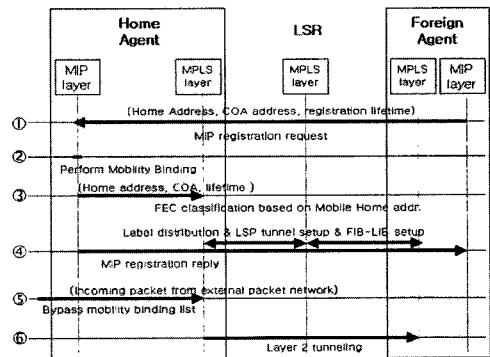


그림 4 Mobile IP 요구 기반 레이블 분배 방식의 동작 절차

제시한다. 다음 (그림 4)은 Mobile IP 요구기반 레이블 분배 방식에서의 동작 절차를 나타낸다.

① 호스트의 이동 시 외부 에이전트는 Mobile IP등록 요구 메시지를 홈 에이전트에게 전송한다.

② 홈 에이전트는 등록 요구 메시지를 수신하여 홈 주소, 의탁주소, 바인딩 라이프타임 정보를 포함하는 이동성 바인딩 리스트를 생성한다.

③ 홈 에이전트의 MPLS계층은 수신된 MIP등록 메시지의 이동 홈 주소를 기반으로 FEC 분류를 수행하게 된다.

④ 홈 에이전트는 Mobile IP등록 응답 메시지를 외부 에이전트에게 전송하게 된다. 이때 홈 에이전트 및 LSR, 외부 에이전트의 MPLS계층은 Mobile IP의 등록 응답 메시지의 전송과 동시에 LSP를 설정하게 되고 레이블의 분산과 FIB,LIB의 설정을 수행하게 된다. 특히 이동 노드의 위치 유효성은 Mobile IP의 등록 라이프타임으로 확신되며 제시되는 구조에서는 외부 패킷 망에서의 패킷 유입 시 이동성 바인딩 리스트의 참조가 없게 되므로 이동노드의 위치 유효성이 확신 되지 않는다. 따라서 이를 동기화 하기 위해 Mobile IP등록 라이프타임과 MPLS 레이블 바인딩 유효 시간을 동기화하는 방법을 취한다. 레이블 교환 라우터는 레이블 바인딩 시 세션 라이프타임을 Mobile IP등록 라이프타임과 같게 설정한다. Mobile IP 등록 응답 시 LSP설정과 레이블 분배의 동기화는 독립적인 LDP프로토콜을 활용한다. Mobile IP등록 메시지의 확장(extension)을 활용하는 방법을 생각할 수 있으나 이는 이동성 에이전트간 터널링 되므로 중간의 LSR에게는 이해되지 못하여 레이블의 분배가 이루어 지지 않는다. 이는 (그림 3)에서 확인할 수 있다.

⑤ 등록 과정이 끝난 후 외부 패킷 망으로부터 전송된 패킷은 자연스럽게 홈 에이전트의 MPLS계층을 거치고 분류된 FIB를 참조하게 된다. FIB에 엔트리가 존재할 경우 단계에서 정의된 LIB를 검색하고 레이블이 추가되어 외부 에이전트로 MPLS계층의 터널링이 수행된다. Mobile IP와 MPLS가 결합되지 않은 일반적인 경우의 구조에서는 MPLS계층에서 FIB엔트리를 찾지 못할 경우 FEC분류를 시행하고 터널링을 수행하나 제시하는 구조에서 FIB엔트리를 찾지 못할 경우 패킷을 버린다. FIB엔트리에 없다는 것은 Mobile IP등록 유효시간이 초과되거나 등록이 되지 않아 위치 파악이 되지 않는 것이며 FEC분류와 강제적인 패킷 터널링은 올바른 패킷의 전송을 보장하지 않는다.

⑥ 위의 과정이 완료되면 이후 홈 에이전트로 진입하

는 패킷들은 이동성 바인딩 엔트리를 참조하지 않고 외부 에이전트로 직접 터널링이 가능해진다. 패킷이 2계층으로 터널링 되어 외부 에이전트에 도착하게 되면 외부 에이전트는 패킷을 수신하여 레이블을 벗기고 방문자 리스트를 참조하여 해당 목적지로 전송한다.

Mobile IP는 매 lifetime이 만기하기 전에 이동 호스트가 재 등록을 하여 이동성 바인딩 리스트를 유지시킨다. 이러한 Mobile IP의 특성에 의존할 경우 제시하는 구조는 불필요한 과정을 거치게 된다. 제시하는 구조는 매 Mobile IP 등록 시 마다 등록 응답과 동시에 LSP를 설정하고 FEC-레이블 매핑을 수행하게 된다. 실제적으로 호스트가 이동하여 경로가 바뀌기 이전에 전송되는 등록 메시지는 제시하는 구조에서는 등록 라이프타임을 유지하기 위한 기능으로만 사용된다.

Mobile IP를 수용하는 MPLS 구조에서는 Mobile IP의 등록 메시지 수신에 따른 홈 에이전트의 처리규칙이 MPLS상에서 변하게 된다. 이는 처음으로 이동 호스트의 등록이 일어날 경우 FEC분류와 FEC-레이블 매핑을 수행하며 이후 의탁주소가 변경되지 않은 채 등록 메시지가 전송될 경우 FEC-레이블 매핑은 수행하지 않고 단지 등록 라이프타임을 갱신하게 된다. 이후 홈 에이전트는 에이전트간 LSP의 레이블 바인딩 타임을 등록 라이프타임으로 갱신하여 이동성 바인딩의 유효시간과 레이블 바인딩 유지의 시간을 동기화시킨다. 이와 같은 경우 Mobile IP의 바인딩 lifetime과 MPLS의 레이블 바인딩 타임의 동기화가 이루어져 패킷이 다른 곳으로 전송되는 일이 없어진다. 특별한 의탁 주소가 바뀐 등록 메시지를 수신하면 새로운 Mobile IP등록 응답 시 LSP-FEC 매핑을 설정하고 기존 레이블은 철수시키며, 또한 라이프타임을 0로 하는 등록 메시지 수신 시도 레이블을 철수시킨다.

### 3.3 토폴로지(OSPF,BGP) 드리븐 방식

토폴로지 드리븐 방식은 Mobile IP 요구 드리븐 방식이 Mobile IP제어 메시지와 레이블 분배를 결합한 방식과는 달리 FEC분류과정에서 이동성 바인딩 리스트 참조하여 2계층 터널링을 가능하게 하는 점이 다르다. 다음 (그림 5)는 토폴로지 기반의 레이블 분배 방식에서의 Mobile IP와 MPLS의 협동적인 동작 절차를 나타낸다.

3계층의 라우팅 프로토콜인 OSPF(Open Shortest Path First), 혹은 BGP(Border Gateway Protocol)등은 라우팅 프로토콜의 전파에 따라 망 내의 모든 가능한 최단 LSP에 대하여 레이블이 분배되어 있다. 따라서 레이블의 분배와 레이블 교환 경로의 설정 시기는 Mobile IP 요구기반에서의 Mobile IP등록 응답 시가 아니며 목

적지로 하는 레이블 교환 경로로 향하여 미리 분배된 레이블과 FEC를 매핑 시키기만 하면 된다.

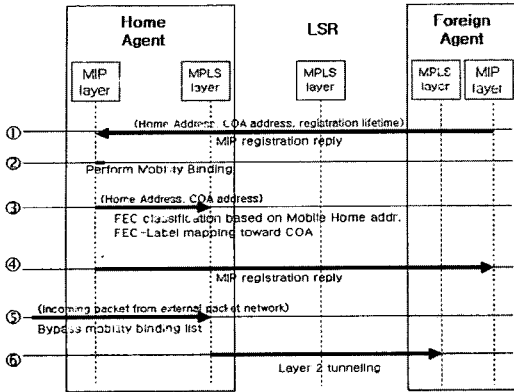


그림 5 토폴로지 기반 레이블 분배 방식의 동작 절차

- ① Mobile IP등록 메시지를 수신한다.
  - ② 이동 호스트 주소와 의탁주소, 등록 라이프타임에 기반하여 이동성 바인딩 리스트를 생성한다.
  - ③ 홈 에이전트의 MPLS계층은 FEC분류를 수행하고 FIB, LIB를 구축한다. 특히 의탁주소를 목적지로 하는 레이블의 분배가 존재하지 않고 미리 분배되어 있으므로 FEC분류를 홈 주소를 기반으로, FEC-레이블 매핑은 의탁주소를 목적지로 하는 레이블 매핑을 수행한다. 이를 위해 MPLS계층은 Mobile IP계층으로부터 홈 주소와 의탁주소 필드를 참조한다.
  - ④ 홈 에이전트는 Mobile IP등록 응답 메시지를 전송한다.
  - ⑤ 외부에서 홈 에이전트로 유입된 패킷은 자연스럽게 FIB를 참조하게 된다. 현재 분류된 FEC는 의탁주소를 목적지로 하는 레이블과 매핑되어 있으므로 FIB, LIB를 참조하여 교환되면 목적지 외부 에이전트로 전송이 된다.
  - ⑥ 위의 과정이 완료되면 이후 홈 에이전트로 진입하는 패킷들은 이동성 바인딩 엔트리를 참조하지 않고 외부 에이전트로 직접 터널링이 가능해진다. 외부 에이전트에 도착된 패킷은 방문자 리스트를 참조하여 해당 목적지로 전송된다.
- 등록 라이프 타임과 레이블 바인딩 타임의 동기화를 보면 위의 요구 드리븐 방식과는 다른 규칙을 적용한다. 이유는 요구 드리븐 방식의 경우 Mobile IP등록 메시지에 의해 LSP가 설정되고 레이블이 분배되어 LSP의 유지 시간이 Mobile IP 등록 메시지에 의해 유지되어야

하나 토폴로지 드리븐 방식은 LSP의 유지가 3계층의 라우팅 프로토콜에 의해 유지되기 때문에 Mobile IP 등록 메시지에 의해 LSP의 유지 시간이 결정될 수 없다. 따라서 토폴로지 드리븐 방식의 경우 등록 메시지의 수신 시 의탁주소의 변경 유무에 따라 레이블 매핑의 변경을 시도하거나, 등록 라이프 타임이 0이거나 만기하는 경우 LEC-레이블 매핑을 해제한다.

다음은 Mobile IP의 등록 메시지에 포함되어 있는 필드들에 대한 홈 에이전트의 대응을 기술한다.

S bit : 레이블 정보 베이스(LIB: label Information Base)의 내용 중 기존의 LSP를 경유하는 레이블을 삭제하지 않고 새로운 LSP를 경유하는 레이블을 하나 더 추가.

B bit : 방송주소와 외부 에이전트간의 LSP를 경유하는 레이블을 추가로 매핑.

D bit : 이동 호스트가 레이블 스위칭이 가능한 경우 D bit을 세팅 할 수 있다. 그러나 실질적으로 무선환경에서 MPLS헤더는 의미가 없다.

M , G , V bit : 3계층 터널링을 하지 않으므로 MPLS망에서는 사용하지 않음

Lifetime : 레이블 바인딩 시간과 동기화 시키는데 사용  
Home address : FEC분류를 위한 기준으로 사용

#### 4. 단순 결합 구조와 제시하는 구조와의 비교

다음은 Mobile IP환경을 고려하지 않은 단순 결합 구조와 Mobile IP를 효율적으로 수용하는 구조와의 비교를 나타낸다.

표 1 단순 결합 구조와 제시하는 구조와의 비교

구 조 / 특 성	터널링을 위한 2/3계층 캡슐화 부담	3계층 IP캡슐화에 따른 프로세싱 지연	이동성 바인딩 리스트 참조 지연	레이블 분배에 따른 지연
Mobile IP와 MPLS의 단순한 결합	15.7%	지연	지연	지연, 지연 없음
제시하는 구조(요구 드리븐)	12.6%	지연 없음	지연 없음	지연, 지연 없음
제시하는 구조(토폴로지 드리븐)	12.6%	지연 없음	지연 없음	지연 없음

위의 캡슐화 오버헤드는 평균 576바이트의 IP패킷을 기준으로 하며 ATM기반의 MPLS교환기에 적용하고 3

계층 터널링을 위해 IP-in-IP캡슐화[6]를 수행할 경우의 예이다. Mobile IP와 MPLS의 단순한 결합으로 보면 575바이트의 경우 셀로 변환 시 12개의 셀로 분할되며 이는 60바이트의 셀 헤더를 필요로 한다. 또한 IP-in-IP캡슐화의 경우 20+20바이트의 IP헤더가 필요하게 되어 결국 100바이트의 헤더에 따른 오버헤드를 가지게 된다. 제시하는 구조의 경우 모두 2계층의 터널링을 수행하므로 IP의 캡슐화가 일어나지 않고 결국 80바이트의 오버헤드를 가지게 되며 약 3.7%의 헤더/데이터 전송효율을 얻을 수 있다. 또한 제시하는 구조는 3계층의 IP캡슐화에 따른 프로세싱의 비용과 지연이 없으며 FEC-레이블 바인딩이 일어난 후에는 이동성 바인딩 리스트의 참조에 따른 지연도 없게 되며 특히 지연에 민감한 이동 인터넷에서의 활용성이 높아 IMT-2000망에서의 이동 인터넷 서비스 망으로 활용이 가능하다.

**5. 결 론**

본 논문에서는 현재 망의 확장성 및 속도, 서비스 제공능력이 뛰어난 IETF MPLS상에서 Mobile IP를 지원하는 위한 구조를 제시하였다. 이는 MPLS표준에 입각하여 요구 드리븐 방식과 토폴로지 드리븐 방식에 따라 각각 Mobile IP를 수용하기 위한 구조를 제시하였다. 제시하는 구조는 Mobile IP의 3계층 터널링과 MPLS의 2계층 터널링의 기능을 결합하였다. 이는 3계층 헤더의 캡슐화를 제거하여 캡슐화에 따른 프로세싱 비용과 지연을 줄이며 헤더의 남용을 막아 전송효율을 높이며 이동성 바인딩 리스트의 참조를 없애 이동에 따른 지연을 보상하는 장점을 제공한다. 제시하는 구조는 특히 망의 경계에 에이전트기능 노드를 두고 있으며 이러한 구조는 특히 무선망과의 연동과 인터넷과의 연동 기능을 수행하는 IMT-2000망에서 이동 인터넷을 위한 서비스 패킷망의 구성에 기본 구조로 활용될 수 있다.

**참 고 문 헌**

[1] C.E. Perkins, IP Mobility Support, RFC 2002, October 1996  
 [2] Eric C. Rosen, Arun Viswanathan and Ross Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture," IETF Internet Draft, April 1999  
 [3] TIA/EIA draft TR45, "Wireless IP Network Architecture based on IETF Protocols", June 28 1999  
 [4] ETSI SMG, "GSM 3.60 version 6.1.1 - General Packet Radio Service description Stage 2," European Standard Draft, August 1998

[5] ETSI SMG, "GSM 9.60 version 6.1.0 - GPRS Tunneling Protocol," European Standard Draft, August 1998  
 [6] Perkins, IP Encapsulation within IP, RFC2003, October 1996  
 [7] Daniel O. Awduche, Lou Berger, Der-Hwa Gan, Tony Li, George Swallow, Vijay Srinivasan, Extensions to RSVP for LSP Tunnels, internet draft, September 1999



**유재필**  
 1999년 2월 건국대학교 컴퓨터 공학과 졸업(학사) 1999년 3월 ~ 현재 건국대학교 컴퓨터공학과 석사과정. 관심분야는 이동 인터넷, IMT-2000



**김기천**  
 1988년 2월 서울대학교 계산통계학과 졸업(학사). 1992년 7월 미국 Northwestern Univ. 전산학(박사). 1998년 3월 ~ 현재 건국대학교 컴퓨터공학과 조교수. 관심분야는 이동 인터넷, IMT-2000, MMDB



**이윤주**  
 1974년 2월 숭실대학교 전자공학과 졸업(학사). 1989년 2월 숭실대학교 전자공학가 대학원 졸업(석사). 1998년 2월 숭실대학교 전자공학과 대학원 졸업(박사). 1979년 1월 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원. 1991년 1월 ~ 1992년 1월 미국 Virginia Polytechnic Institute 방문연구원. 관심분야는 Digital Switching, PCS, IMT-2000 MSC, Wireless ATM