

# 학내 망에서의 Mobile IP 지원을 위한 소프트웨어적 접근방법

김용탁\* 이종민\*\* 김성우\*\* 김태석\*\*  
동의대학교 컴퓨터공학과\*, 소프트웨어공학과\*\*

## Software Approach for Mobile IP Support in Campus Networks

Yong-Tak Kim\*, Jong-Min Lee\*\*, Seong-Woo Kim\*\*, Tai-Suk Kim\*\*  
\*Dept. of Computer Engineering Dong-eui University  
\*\*Dept. of Software Engineering, Dong-eui University  
E-mail : {redbear, jongmin, libero, tskim}@dongeui.ac.kr

### 요 약

인터넷 사용자 수가 급증하고 컴퓨터의 소형화와 고성능화로 인하여 이동성에 대한 사용자의 요구가 점점 늘어나고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 IETF에서는 Mobile IP를 제안하여, 이동으로 인한 IP의 변경 없이도 인터넷에 연결하여 사용할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 Mobile IP의 기본 동작 절차인 에이전트 발견, 등록, 데이터그램 전송 중 등록과 데이터그램 절차를 변경하여 추가적인 하드웨어 없이도 소프트웨어적으로 Mobile IP를 지원할 수 있는 방법을 제시한다.

### 1. 서론

인터넷에 연결된 사용자 수가 급증하고 휴대용 컴퓨터의 소형화와 고성능화로 인하여, 이동성에 대한 사용자의 요구가 점점 늘어나고 있다. 현재의 인터넷 프로토콜은 인터넷에 접속하는 호스트의 위치가 고정되어 있고, 호스트의 IP 주소로 호스트가 접속되어 있는 네트워크를 식별하여 라우팅이 이루어진다. 따라서 특정 호스트가 현재 사용중인 네트워크에서 라우팅 실패로 인하여 다른 네트워크로 이동할 경우, 인터넷에 접속할 수 없는 결과를 초래한다. 이때 사용자는 네트워크 관리자에게 임시로 사용할 수 있는 IP 주소를 받아 자신의 시스템 설정을 고쳐주거나 DHCP 서버를 활용할 수 있도록 시스템 설정을 바꿔주는 등 IP 주소 관리 등의 문제에 있어 많은 불편한 점을 감수해야 한다.

이 문제를 해결하기 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)[1]에서 Mobile IP를 제안하였고, 이 프로토콜 현재 사용중인 네트워크에서 호스트가 다른 네트워크로 이동할 경우 새로운 호스트의

새로운 위치로 IP 데이터그램을 전달할 수 있다.

하지만, 기존 네트워크 환경에서 Mobile IP를 지원하기 위해서는 새로운 기기들을 설치하거나, 기존 라우터에 이동 노드가 다른 네트워크로 이동했을 때 그 지점을 인식하고 네트워크에 자신의 새 위치를 알릴 수 있는 등록 절차 작업을 할 수 있는 새로운 환경 추가가 불가피하다. 이러한 환경을 만들기 위해서는 많은 인력과 비용이 들어, 단시간 내에는 이루어지는 힘들 것으로 보여진다.

본 논문에서는 Mobile IP 지원을 소프트웨어적으로 해결할 수 있는 방법을 제안한다. Mobile IP의 기본 동작 절차인 에이전트 발견(agent discovery), 등록(registration), 데이터그램 전송(datagram transmission)중 등록 절차와 데이터그램의 전송 절차를 변경하여 추가적인 하드웨어 지원 없이 소프트웨어적으로 Mobile IP를 지원할 수 있도록 한다.

특히, 학내 망과 같은 경우에는 고정 IP를 사용하면 서도, 이동성(mobility)이 자주 일어나는 곳으로 효율적인 IP사용 및 관리가 어려워 Mobile IP 지원으로 인한 효과가 클 것으로 기대된다. 그리고 본 논문에서

제안하는 Mobile IP 지원 서버(Mobile IP Support Server)의 경우 대규모 망에서 이동 노드들의 모든 정보를 등록을 유지하기에는 하드웨어적으로 많은 문제를 가질 수 있기 때문에, 학내 망에서의 사용이 가장 적절하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 Mobile IP의 기본 동작 절차를 살펴보고, 3절에서는 제안된 방법의 기본 동작절차와 기존 방법과의 차이를 설명하고, 4절에서는 제안 모델을 평가한다. 5절에서는 향후 연구과제의 제시 및 결론을 기술한다.

## 2. Mobile IP 기술

### 2.1 용어 표기

먼저 Mobile IP의 동작 절차를 설명하는 데 필요한 기본 용어에 대하여 간략하게 기술한다.

- **MN (Mobile Node)** : IP 주소의 변경 없이도 자신의 접속위치를 변경할 수 있는 호스트
- **CN (Correspondent Node)** : 이동노드에 데이터그램(datagram)을 전송하는 호스트
- **HA (Home Agent)** : MN의 IP주소와 같은 망 주소를 가지는 라우터로서, MN이 다른 망에 있을 때 MN으로 가는 데이터그램이 제대로 전송될 수 있도록 터널링(tunneling)을 해 줌.
- **FA (Foreign Agent)** : MN이 방문한 망의 라우터로서, MN으로 터널링되어 오는 데이터그램의 종착지이며 이를 MN으로 재전송해 줌.
- **터널링 (tunneling)** : COA를 목적지 주소로 하여 데이터그램을 캡슐화(encapsulation)하여 전송하고, 목적지 노드에서 디캡슐화(decapsulation)하여 데이터그램을 수신하는 방법
- **COA (Care-Of Address)** : MN의 이동성을 보장하기 위하여 HA에서 터널링된 데이터그램의 도착 주소로서, 본 논문에서는 FA의 IP 주소를 COA-이를 FA COA라 한다-로 사용하는 방법을 사용한다. 이외에도 COA를 DHCP서버로부터 획득하여 사용하는 방법[2]이 있는 데, 이는 본 논문의 범위를 벗어난다.

### 2.2 Mobile IP의 기본 동작 절차

Mobile IP는 IP 주소 구성에 따라서 Mobile IPv4[2]와 Mobile IPv6[3,4]로 나눌 수 있는데 본 논문에서는 Mobile IPv4를 가정한다.

Mobile IP는 에이전트 발견(agent discovery), 등록(registration), 데이터그램 전송 (datagram

transmission) 절차로 구성된다. <그림 1>에서처럼 MN이 HN(Home Network)에서 FN(Foreign Network)으로 이동했다고 가정하자.

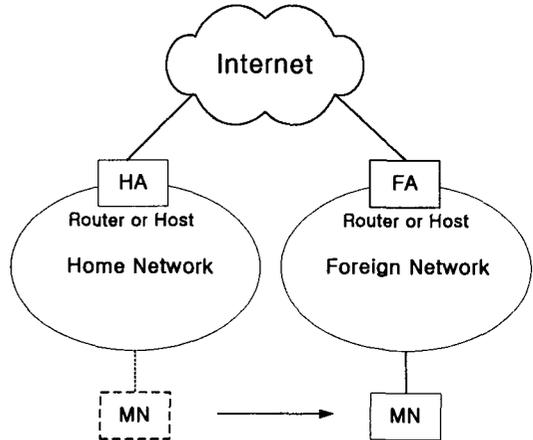


그림 1. Mobile IP의 기본 환경

이 때 Mobile IP의 기본적인 동작은 <그림 2>에서처럼 수행된다. 에이전트 발견 과정은 다음과 같다. HA 또는 FA는 자신의 에이전트 정보를 알리기 위해 에이전트 광고(agent advertisement) 메시지를 주기적으로 망 내에 방송(broadcast)한다. 이때 MN이 이를 수신하여 자신이 망을 이동하였는지, 그리고 HN이나 FN에 있는지 알 수 있다. 만약 MN이 특정 망에 연결되었을 때 에이전트 정보를 알 수 없다면 에이전트 간원 (agent solicitation) 메시지를 방송하여 그 망의 에이전트로부터 에이전트 광고 메시지를 수신할 수도 있다.

만약 MN이 방문 망을 이동하였다면 에이전트 광고 메시지에서 알 수 있는 FA COA를 자신의 HA에 등록하는 등록 과정을 수행하여야 한다. 이는 MN이 등록 요청 (registration request) 메시지를 FA로 송신하면, FA가 이를 다시 HA로 전송해 줌으로써 이루어진다. 이때 HA는 등록 응답 (registration reply) 메시지를 FA로 보내주고, FA는 다시 이를 MN으로 보내 줌으로써 등록 과정이 완료된다. 등록 과정에서 FA는 MN과 HA 중간에서 등록 요청 메시지와 등록 응답 메시지를 중계해 주는 역할을 하게 된다. 이러한 등록 과정을 통하여 HA는 자신의 망에 속한 MN의 현재 위치를 알 수 있게 된다.

등록 과정이 완료된 후에 CN에서 MN으로 전달되는 데이터그램은 모두 HA에서 캡슐화되어 FA로 전송되

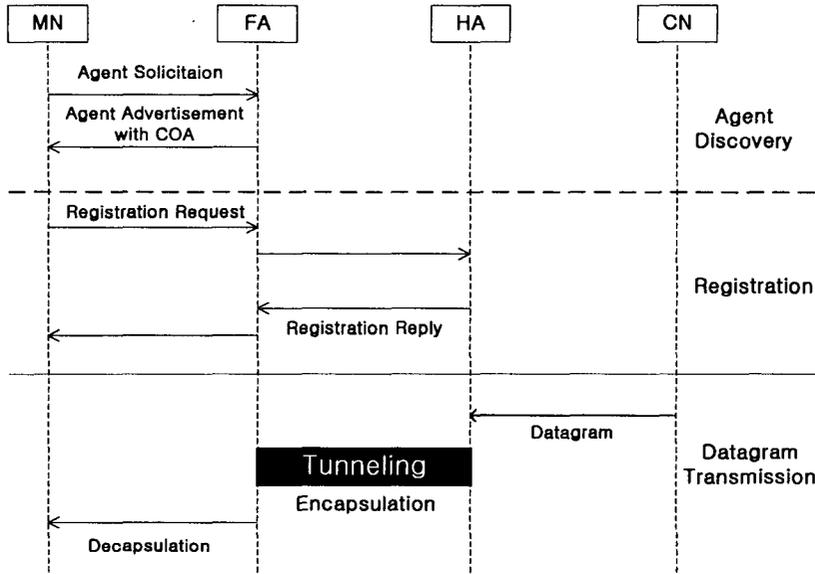


그림 2. Mobile IP의 기본 동작 절차

며, FA에서 다시 MN으로 재전송이 일어나게 된다. 이렇게 함으로써 CN은 MN의 변경된 위치와 관계없이 MN의 기존 IP 주소만을 사용하여 데이터그램을 보낼 수 있게 된다. 이 방식은 출발지에서 라우팅 경로를 결정하여 라우팅하는 출발지 라우팅(source routing) 방법을 사용하는 경우에는 사용할 수 없다. 그러나 일반적으로 인터넷에서의 라우팅은 목적지 주소만을 가지고 라우팅 경로를 찾아가는 방식이 주로 사용되며, Mobile IP에서는 이 방식을 가정한다.

### 3.1 기본 환경

기존의 Mobile IP 기능 지원을 위해서는 <그림 1>에서처럼 기존의 라우터에 HA와 FA기능이 추가되거나 이를 지원할 수 있는 라우터로 교체되어야 한다. 본 논문에서는 이를 소프트웨어적으로 처리할 수 있도록 <그림 3>에서처럼 HA와 FA 기능을 할 수 있는 호스트를 각각 HN과 FN에 추가하고, 약간의 동작 절차 변경과 더불어 이에 따른 처리를 도와주는 MSS (Mobile IP Support Server)를 더 추가한다. 이렇게 함으로써 기존 인터넷 환경은 그대로 두고 Mobile IP

### 3. 제안 방법 기술

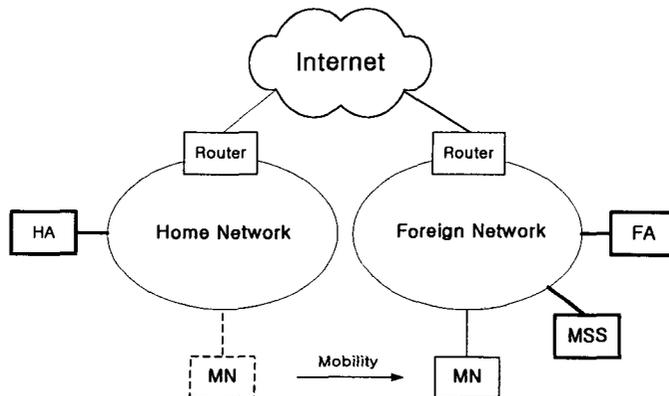


그림 3. 제안된 방법의 기본 환경

기능 지원을 위한 환경 구축을 소프트웨어적으로 가능하게 한다.

### 3.2 수정된 기본 동작 절차

<그림 3>에서 제안된 환경에 따라 MN이 망을 이동 하더라도 올바르게 데이터그램 전송을 가능하게 해주기 위해서는 Mobile IP 지원을 위한 기존 동작 절차를 일부 수정하여야 한다. <그림 4>는 이를 위해 기존 동작 절차를 일부 수정한 것을 보여준다. Mobile IP 지원을 위한 세 가지 기본 동작 절차 중에서 에이전트 발견 절차는 동일하다. 그러나 등록 절차와 데이터그램 전송 절차는 일부 수정되어야 한다.

기존의 등록 절차에서는 HA가 MN으로부터 FA COA에 대한 정보를 등록 요청 메시지를 통해 입수한 후, CN으로부터 MN으로 전송되는 메시지를 중간에서 가로채어 FA로 터널링을 통한 재전송이 가능하였다. 그러나 본 논문에서 제안하는 방법에서는 HA가 그 망의 라우터가 아니므로 CN으로부터 MN으로 전송되는 데이터그램을 중간에서 가로챌 수가 없다. 이를 해결하기 위하여 MN으로부터 FA를 통하여 HA로 등록 요청 메시지가 도착했을 때, HA에서 MSS로 <MN, FA COA> 정보를 등록하기 위한 이동 정보 등록(movement information registration) 메시지를

전송하고 이에 대한 응답을 받는다. 해당 메시지 송수신은 HA와 MSS간에 UDP 프로토콜[5]을 사용하여 이루어진다.

CN에서 MN으로 데이터그램 전송을 할 때는 먼저 MSS에 이동 정보 요청(movement information request) 메시지를 보내어 이에 대한 응답으로 이동 정보 등록 메시지에 의해 등록되었던 <MN, FA COA> 정보를 가져온다. 그리고 CN에서 직접 FA COA를 목적지 주소로 하는 터널링 기법을 이용하여 직접 FA로 데이터그램을 전송한다. FA에서는 CN으로부터 MN으로 가는 데이터그램이 도착했음을 알고, 이를 MN으로 재 전송해 줌으로써 CN에서 MN으로 가는 데이터그램 전송이 올바르게 수행될 수 있다. 만약 이동 정보 요청 메시지를 MSS로 보냈을 때, 이에 대한 정보가 없다면 MN이 HN에 있음을 알 수 있으므로 터널링 기법을 사용하지 않고 이전처럼 MN을 목적지 주소로 하여 데이터그램을 전송해 주면 된다.

<그림 5>는 기존의 데이터그램 전송 절차와 본 논문에서 제안한 방법에서의 데이터그램 전송 절차 시 터널링을 위한 캡슐화를 목적지와 출발지 주소 관계 중심으로 표현한 것이다. 기존 방법에서는 터널링이 HA에서 발생하므로 HA가 출발지 주소로 사용되나, 본 논문에서 제안한 방법에서는 CN에서 터널링이 시작되므로 CN을 출발지 주소로 사용하는 것이 차이점

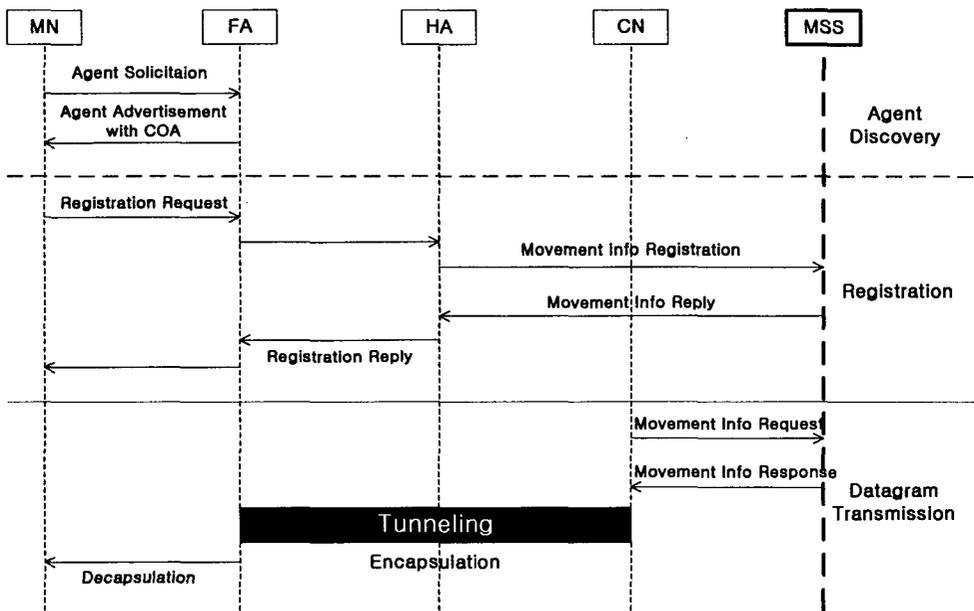


그림 4. 제안된 방법의 기본 동작 절차

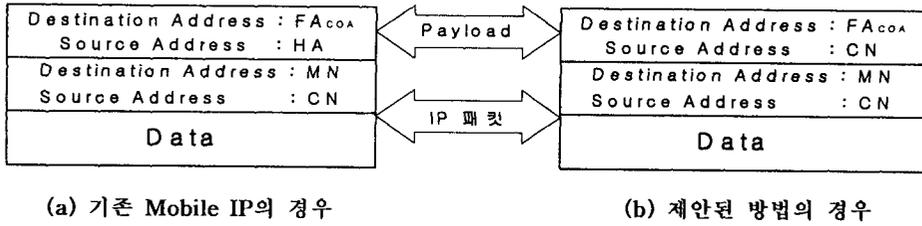


그림 5. 터널링을 위한 캡슐화시 목적지와 출발지 주소 관계

임을 알 수 있다.

#### 4. 평가

본 논문에서 제안한 방법과 기존 Mobile IP와의 차이점은 등록 절차와 데이터그램 전송 절차에 있다. 등록 절차에서 이동 정보 등록 메시지를 이용하여 <MN, FA COA> 정보를 MSS에 등록하는 것과, 데이터그램 전송 절차에서 CN이 MN의 이동 정보를 검색하여 직접 터널링을 통한 데이터그램 전송을 수행하는 것이다. 이렇게 함으로써 Mobile IP 지원을 위한 추가적인 하드웨어 지원 없이 소프트웨어 적으로 Mobile IP 지원이 가능하다는 장점이 있다.

그러나 등록 절차에서 이동 정보 등록에 의한 추가적인 망 트래픽 발생과 데이터그램 전송 절차에서 MN의 위치 정보를 알기 위한 이동 정보 요청 과정에 의한 추가적인 망 트래픽 발생이 불가피하다. 그러나 이 두 과정에서 발생하는 망 트래픽은 지속적인 것이 아니라 간헐적인 성격을 지니며, 전체적으로 망 성능을 저하시키는 않을 것으로 예상된다. 또한 CN에서 터널링을 위한 캡슐화가 필요하므로 데이터그램 전송에 있어서 CN에 추가적인 부하가 발생함을 알 수 있다. 그러나 이러한 추가적인 부하는 기존 Mobile IP 절차중 HA에서 자신의 망에 속한 모든 MN으로의 터널링이 집중적으로 발생하던 것에 비해, 여러 CN에서 터널링이 수행되므로 부하가 분산되는 효과가 있음을 알 수 있다.

소프트웨어적으로 Mobile IP를 지원하기 위해서 본 논문에서 제안한 방법은 데이터그램 전송 시 MN의 위치 정보를 알기 위해 CN과 MSS간에 수행되는 이동 정보 요청 과정이 언제, 어떻게 수행되느냐에 데이터그램 전송의 성공 여부가 달려 있다. 극단적으로 데이터그램 전송 시 매번 이동 정보 요청 과정을 수행할 수도 있고, 아니면 특정 MN으로의 데이터그램 전송 전 과정에 걸쳐 처음 한 번만 수행할 수도 있다. 이는 MN의 망간 이동이 얼마나 빈번한가에 따라서 CN에서 MN으로 보내는 데이터그램 전송의 성공 여부가 달려 있기 때문이다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 Mobile IP 지원을 추가적인 하드웨어 지원 없이 기존 망에서 소프트웨어적으로 처리할 수 있는 방법을 제시하였다. 기존 동작 절차인 에이전트 발견, 등록, 데이터그램 전송 중에서 등록과 데이터그램 전송 절차를 일부 수정하고, HA와 FA 기능을 라우터가 아닌 다른 호스트에서 소프트웨어적으로 지원할 수 있도록 하였다. 또한 이러한 과정이 원활하게 수행될 수 있도록 MSS(Mobile IP Support Server)를 추가하였다. 데이터그램 전송 절차에서 기존 방법과의 차이점은 HA에서 터널링이 발생한다는 것이 아니라 CN에서 FA로 직접 터널링이 발생한다는 점이다.

이렇게 함으로써 추가적인 망 트래픽이 발생하나, 이는 간헐적으로 발생하는 것으로 파악되므로 망 성능을 저하시키는 요인이 되지 않을 것으로 예상된다. 향후 연구 방향으로서는 본 논문에서 제안된 방법이 올바르게 동작함을 보여 주기 위해서 LINUX 운영체제 환경에서 구현하는 것이 있으며, 이의 성능 분석이 필요할 것으로 예상된다.

#### [참고문헌]

- [1] C. Perkins, Ed. "IP Mobility Support," Internet RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] C. Perkins, Ed. "IP Mobility Support for IPv4" Internet RFC 3220, Jan. 2002.
- [3] Carl Williams, Ed. "Localized Mobility Management Requirements for IPv6", "http://draft-ietf-mobileip-lmm-requirements-01.txt", March 2002
- [4] Wolfgang Fritsche, "Mobile IPv6 white Paper." 2001
- [5] 오창석, 이재광, 홍경선 "TCP/IP 네트워킹" 이한 출판사, 1998
- [6] Stephen Kent, Ed. "IP Encapsulating Security Payload (ESP)", Apr. 2002