

# 핸드오버 성능향상을 위한 Mobile IP의 설계 및 구현

## Design and Implementation of Mobile IP for Handover Performance Improvement

박 석 천\*      정 선 화\*\*      이 정 준\*\*\*      정 운 영\*\*\*\*  
Seok-Cheon Park      Sun-Hwa Jung      Jeong-Jun Lee      Woon-Young Jung

### 요 약

최근 휴대용 컴퓨터가 점점 소형화, 고성능화 되고 무선 액세스 기술이 향상됨에 따라 이동성에 대한 사용자의 요구가 점차 증가하고 있으며 이런 변화는 이동 컴퓨터들이 네트워크 접속점을 수시로 변경하더라도 사용자들은 연결의 끊김 없이 통신하기 위한 네트워크 하부 구조의 변화를 요구한다. 인터넷상에서 이동성 제공을 위하여 IETF는 Mobile IP라는 프로토콜을 제안하였으며, 주소고갈 문제를 해결하기 위해 IPv6의 차세대 인터넷 프로토콜을 채택하였다.

본 논문에서는 기존의 Mobile IP의 문제점을 제시하고 구성 요소의 기능을 IPv6기반에서 재 설계하여 이동 노드가 접속점을 변경하는 핸드오버가 발생할 경우, 성능향상을 위한 바인딩 캐쉬 서버의 도입과 지역 등록 방안을 제안하였다. 이를 리눅스 환경에 설계 및 구현하고 시뮬레이션 하였으며, 잦은 핸드오버 발생시 제안한 방안이 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

### Abstract

This paper analyzes problems of existing Mobile IP and redesigns component functions, and proposes handover method using LRS and BCS for handover performance improvement. When mobile node moves another domain, the proposed BCS recognizes its mobility. So, BCS manages mobile node's binding information and serves micro mobility. When handover occurs among domains, micro mobility enables using LRS. As BCS and LRS have buffering function, they can reduce packet loss by forwarding the buffered datagram. It's designed component is implemented in LINUX environment. And then, handover performance was evaluated by simulation. The results of proposed handover method are better than existing method in both transmission delay time and packet loss.

## 1. 서 론

최근 휴대용 컴퓨터가 점점 소형화, 고성능화 되고 무선 액세스 기술이 향상됨에 따라 이동성에 대한 사용자의 요구가 점차 증가하고 인터넷과 웹에 연결된 사용자의 수가 급증하고 있다. 이러한 변화는 이동 컴퓨터들이 네트워크 접속점을

수시로 변경되더라도 사용자들은 끊김 없는 통신하기 위한 네트워크 하부 구조의 변화를 요구한다. 또한 이동 통신의 폭발적인 발전에 따라 향후의 유무선 통합망에서 IP 서비스를 제공하기 위해서는 이동성의 제공이 필수 불가결한 요소가 될 것이다. 이를 위해서는 이동 네트워크와 이동 네트워크를 통해 접속되는 이동 호스트가 IP 기반의 네트워크 프로토콜을 지원할 수 있어야 한다.

그러나 현재의 인터넷 프로토콜(IP : Internet Protocol)은 인터넷에 접속하는 호스트의 접속점(attachment)은 고정되어 있고, 호스트의 IP 주소로 호스트가 접속되어 있는 네트워크를 식별한다는 가정 하에 라우팅이 이루어지고 있다. 따라서 이

\* 경원대학교 컴퓨터공학과 정교수  
scpark@kyungwon.ac.kr

\*\* 경원대학교 대학원 컴퓨터공학(박사과정)  
sunny@comnet.kyungwon.ac.kr

\*\*\* 경원대학교 대학원 컴퓨터공학(석사과정)  
woon0@comnet.kyungwon.ac.kr

\*\*\*\* 경원대학교 대학원 컴퓨터공학(석사과정)  
mrcool@comnet.kyungwon.ac.kr

동 노드는 자신의 접속망이나 접속점이 달라지면 이미 설정된 트랜스포트 계층의 연결이 변경된 것으로 간주하여 기존의 TCP/IP 연결은 해제되어진다. 그러므로 기존의 인터넷 프로토콜은 호스트가 다른 네트워크로 이동할 경우 호스트의 새로운 위치로 IP 데이터그램을 전달할 수 없다.

이러한 문제를 해결하고 네트워크 계층에서 호스트의 이동성을 제공하기 위한 연구로 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 Mobile IP라는 프로토콜을 제안하였다. 이를 위치정보 관리 측면에서 보면, 인터넷에서 호스트의 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP 프로토콜은 홈 에이전트(HA : Home Agent)와 외부 에이전트(FA : Foreign Agent)로 구성된 두 계층 위치 정보 서버 구조를 가지고 있으며, 호스트가 다른 기지국으로 이동할 때마다 위치 정보를 등록하는 방식을 사용하고 있다. 또한 IETF에서는 IPv6라는 이름으로 차세대 인터넷 프로토콜을 채택하였다. 따라서, 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6에서의 이동성 지원을 위한 Mobile IP의 연구는 불가피하다고 할 수 있다.

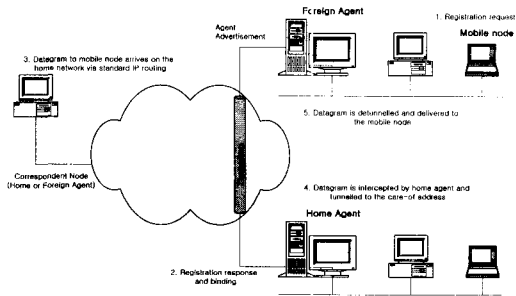
본 논문에서는 기존의 Mobile IP의 문제점을 제시하고 구성 요소의 기능을 IPv6기반에서 재설계하여 이동 노드가 접속점을 변경하는 핸드오버가 발생할 경우, 성능향상을 위한 바인딩 캐쉬 서버의 도입과 지역 등록 방안을 제안하고 이를 설계 및 구현하였다.

## 2. Mobile IP

본 장에서는 현재 IETF에서 표준화가 계속 진행 중인 IPv4에서 이동성 지원 방안에 대한 구조와 동작 절차를 분석하고, 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6의 구조 및 관련 요소 기술을 분석한다.

### 2.1 Mobile IP 개요

그림 1에서는 IETF에서 제안한 Mobile IP의 기본구성요소를 나타내고 있다. 여기서는 이동노드,



(그림 1) 기본적인 Mobile IP 환경

홈에이전트, 외부에이전트의 세 가지 구성 요소들을 정의하고 있으며, 이동노드는 자신의 IP 주소와 홈네트워크의 IP 주소인 long-term의 홈 주소를 가진다[1,2].

#### (1) 이동노드(MN : Mobile Node)

이동성 서비스를 지원하는 호스트나 라우터로써, 무선 네트워크에 대한 액세스 기능을 가지며 무선 접속의 종단점이 되는 이동 단말 노드

#### (2) 홈에이전트(HA : Home Agent)

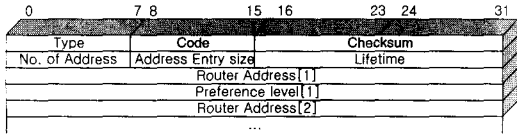
이동노드의 홈네트워크에 위치하는 라우터로 이동노드에 대한 위치관리와 데이터그램의 전달을 담당

#### (3) 외부에이전트(FA : Foreign Agent)

외부에이전트는 이동노드가 자신이 서비스하는 지역에 들어왔을 때 이들 노드에 대한 라우팅 서비스를 제공하며, 이동노드의 홈에이전트로부터 터널링되어 보내진 데이터그램을 디터널링(Detunneling)하여 이동노드로 보내는 역할 수행

### 2.2 Mobile IP의 기본 동작

Mobile IP의 기본 동작은 홈에이전트, 외부에이전트와 이동노드로 구성되고, 이동노드가 상대 노드와 통신 중에 홈네트워크에서 외부네트워크로 이동하였을 경우, 이를 지원하기 위한 절차를 필요로 하게 된다. Mobile IP의 동작은 크게 에이전트



(그림 2) ICMP 라우터 광고 메시지(RFC 1256)

트 발견(Agent discovery), 등록(Registration), 터널링(Tunneling)으로 구분된다.

(1) 에이전트 발견(Agent Discovery)

에이전트 발견은 이동노드와 에이전트들이 서로의 존재를 인식하는데 사용하며, 이동성 지원 에이전트가 자신과 연결된 각 링크가 가용하다는 것을 주기적으로 알림으로서 이동 호스트가 자신이 속한 네트워크를 식별할 수 있도록 하는 메커니즘이다[8].

라우터 광고 메시지의 형태는 그림 2와 같으며, 이는 ICMP 프로토콜이기 때문에 IP 헤더 뒤에 나오며, IP 헤더내의 각 항목들은 일반적인 IP 헤더 값을 갖는다[4].

(2) 등록(Registration)

Mobile IP에서의 등록 절차는 이동노드가 현재 속해 있는 네트워크 정보를 그들의 홈에이전트에게 전달하는 데에 필요한 유연하고 신뢰성 있는 방법을 제공한다. 다음은 이동노드에 의해 수행되는 절차이다.

- 외부에이전트를 방문할 때 포워딩 서비스를 요구
- 홈에이전트에 자신의 현재 COA를 전달
- 등록 만기에 따른 재등록
- 홈네트워크로 복귀했을 때 등록 해제

(3) 터널링(Tunneling)

홈에이전트와 이동노드 사이에 등록이 성공적으로 수행하게 되면, 외부에서 이동노드의 홈 주소로 보내는 데이터그램은 홈에이전트에 의해 이동노드의 COA로 터널링된다[7]. 홈에이전트는 이동

노드로 전송되는 모든 데이터그램을 가로채며, 이동노드가 자신의 네트워크에 위치하지 않을 경우에는 실제 이동 호스트가 위치한 네트워크의 COA를 목적지 주소로 하여 데이터그램을 캡슐화 한 후 터널링을 통하여 전송하게 된다[9]. 외부에이전트는 캡슐화 된 데이터그램을 분해하고 이동노드로 데이터그램을 전송한다. 반면에, 이동노드가 인터넷의 상대 노드에게 데이터그램을 전달하고자 할 때에는 표준 IP 라우팅 방법에 의해 바로 전달이 가능하다. 이러한 비대칭 라우팅을 삼각 라우팅이라 한다. 삼각 라우팅 문제는 상당한 네트워크의 비효율성을 초래하며, 상대 노드가 이동노드와 가까운 위치에 존재할 경우에는 더욱 비효율성이 가중된다[3,5].

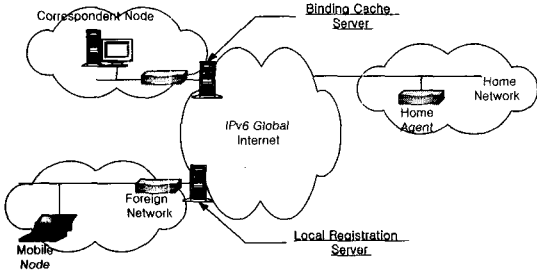
Mobile IP의 기본적인 패킷 전송에서 외부네트워크에 존재하는 이동노드로 전송될 데이터그램은 항상 홈네트워크를 경유하게 되므로, 인터넷상에서의 불필요한 오버헤드 증가로 인한 패킷의 지연이 일어나게 된다. 기존의 삼각 라우팅 문제를 해결하는 경로 최적화를 위하여 상대 노드가 이동노드의 캐쉬 정보를 가지고 직접 이동노드에게 전송함으로써 해결이 가능하다. 이러한 방법 이외에 Mobile IP 성능 개선을 위한 다양한 방법이 연구되고 있다[6].

### 3. 핸드오버 성능 향상을 위한 Mobile IP의 설계

본 장에서는 IPv6에서 이동성 지원을 위한 Mobile IP의 프로토콜 구조와 관련 기술을 바탕으로 핸드오버 성능 개선을 위한 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 과정을 정의하고 동작 절차에 따라 핸드오버 성능 향상을 위한 Mobile IP를 설계하였다.

#### 3.1 Mobile IP의 설계

본 논문에서 설계하는 Mobile IP는 IPv6기반 네트워크에서 단말의 이동성을 제공하기 위한 것



(그림 3) 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버의 위치

으로 IPv6 기본 프로토콜이 가지는 장점을 이용하여 기본적인 구성요소와 더불어 라우팅 문제의 개선과 오버헤드의 감소를 위한 Mobile IP의 기본 구조와 동작을 설계하였다.

이동성 정보의 효율적 관리를 위해 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버의 도입을 제안하였으며, 그림 3에 제안한 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버의 위치를 도시하였다. 이들을 이용하여 핸드오버 시 제어 메시지의 수를 감소시키고, 데이터 손실을 방지하는 방법을 제안하고 설계하였다.

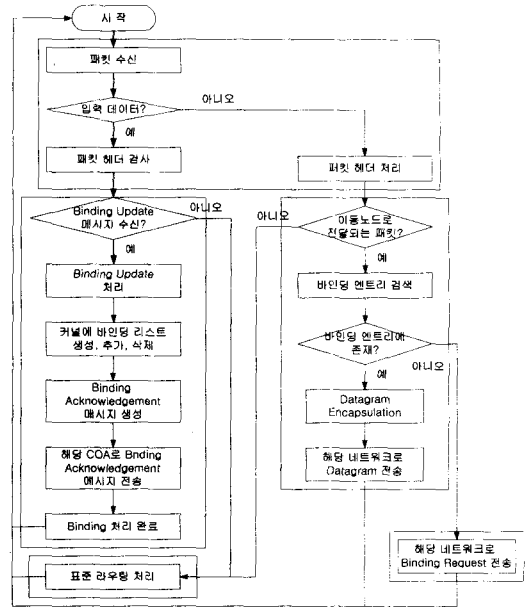
### 3.1.1 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버의 설계

Mobile IP를 이용하여 이동 노드로 데이터그램을 전송할 때 홈 에이전트와 외부 에이전트를 경유하는 삼각 라우팅 문제를 해결하기 위하여 상대 노드가 이동 노드의 바인딩 정보를 관리할 수 있도록 바인딩 캐쉬를 사용하였다.

Mobile IP 라우팅 최적화 방안에서 이동 노드와 통신하려는 상대 노드는 이동성 바인딩을 관리하고 유지하는 기능을 가진다. 이러한 핸드오버 방안은 이동이 연속적으로 일어날 경우에는 바인딩 정보의 갱신이 이루어지는 동안 데이터의 손실이 발생하게 되며, 핸드오버가 일어날 때마다 자신의 위치 정보에 대한 제어 신호를 전송해야 하므로 네트워크의 비효율적 동작을 초래하므로 이를 개선하도록 하였다.

#### (1) 바인딩 캐쉬 서버의 동작 절차

바인딩 캐쉬 서버는 IP 데이터그램의 캡슐화



(그림 4) 바인딩 캐쉬 서버의 동작 절차도

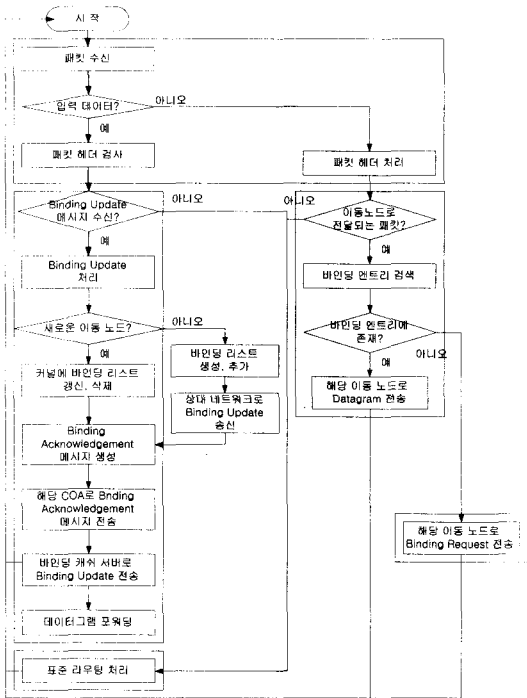
기능을 가지며, 이동성 바인딩 정보를 기반으로 이동 노드에 대한 바인딩 엔트리를 유지하고 관리하는 역할을 가지도록 하였다. 바인딩 서버의 기능 흐름은 그림 4에 나타내었다.

바인딩 캐쉬 서버의 동작절차는 IP 패킷의 헤더를 처리하는 기능부와 바인딩 엔트리를 생성하여 이동노드의 위치갱신을 하기 위한 기능부 그리고 바인딩 엔트리에서 이동 노드로 전송될 데이터그램의 처리와 데이터그램의 표준처리를 수행하는 기능 및 이동 노드의 위치 정보를 요구하는 다섯가지 기능부에 의해 수행된다.

#### (2) 지역 등록 서버의 동작 절차

지역 등록 서버는 이동 노드의 위치 변경 사실을 상대 노드의 바인딩 캐쉬 서버로 직접 통보함으로써 잘못된 라우팅을 방지할 수 있다. 지역 등록 서버의 기능 흐름은 그림 5에 나타내었다.

지역 등록 서버의 동작 절차는 바인딩 캐쉬 서버에서와 마찬가지로 IP 패킷의 헤더를 처리하는 기능부와 바인딩 엔트리를 생성하여 이동노드의 위치갱신을 하기 위한 기능부 그리고 바인딩 엔



(그림 5) 지역 등록 서버의 동작 절차도

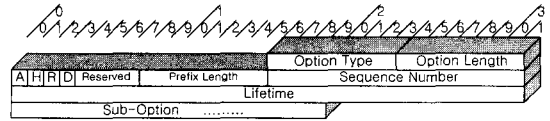
트리에서 이동 노드로 전송될 데이터그램의 처리와 데이터그램의 표준처리를 수행하는 기능 및 이동 노드의 위치 정보를 요구하는 다섯가지 기능부에 의해 수행된다.

### 3.1.2 Mobile IP의 메시지 형식 정의

Mobile IP의 라우팅 최적화를 위해 필요한 메시지 형식을 Binding Update Option, Binding Acknowledge Option, Binding Request Option의 세 가지로 정의하였다. Binding Update, Binding Acknowledge, Binding Request 옵션은 IPv6 노드들이 이동 노드와 통신하면서 동적으로 이동 노드의 바인딩 정보를 알아내고 캐시하기 위해서 사용되는 새로운 착신 옵션(destination option)으로 사용된다.

#### (1) Binding Update Option

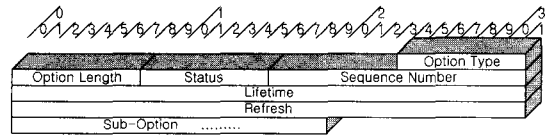
Binding Update Option은 이동 노드가 홈 에이전트와 상대 노드에게 자신의 COA를 알리기 위해



(그림 6) Binding Update Option 메시지 형식

(표 1) Binding Update 메시지의 필드 구성

필드	내용
Option Type	198 (Binding Update)
Option Length	8비트의 부호 없는 정수로 Option Type과 Option Length를 포함한 Option의 크기를 octet 단위로 표현
A	Acknowledge
H	Home Registration
R	Router
D	Duplicate Address Detection
Prefix length	Home Registration Binding Update의 경우만 유효
Sequence No.	순서 번호
Life time	유효 시간



(그림 7) Binding Acknowledge Option 메시지 형식

사용하며, 이동 노드가 홈네트워크를 벗어나 외부 네트워크에 있을 경우 이 옵션을 사용하여 바인딩을 등록하도록 한다. 그림 6에 Binding Update 메시지 형식을 정의하였으며 표 1에 Binding Update 메시지의 필드 구성을 나타내었다.

#### (2) Binding Acknowledge Option

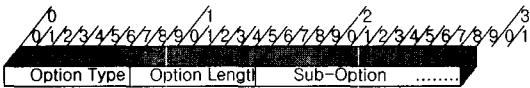
바인딩에 대한 응답으로 사용되는 메시지인 Binding Acknowledge를 그림 7과 같이 정의하였으며, 표 2에 메시지의 각 필드 구성을 나타내었다.

#### (3) Binding Request Option

상대 노드가 직접 이동 노드에게 Binding Update

(표 2) Binding Acknowledge 메시지 필드 구성

필드	내용
Option Type	7 (Binding Acknowledge)
Option Length	8비트의 부호 없는 정수로 Option Type과 Option Length를 포함한 Option의 크기를 octet 단위로 표현
Status	Binding Update의 상태를 지시
Sequence No.	순서 번호
Life Time	유효시간
Refresh	Binding Update를 재전송하는 간격
Sub-Option	Binding Acknowledgement와 관련된 추가적인 정보



(그림 8) Binding Request Option 메시지 형식

(표 3) Binding Request 메시지 필드 구성

필드	내용
Option Type	8 (Binding Request)
Option Length	8비트의 부호 없는 정수로 Option Type과 Option Length를 포함한 Option의 크기를 octet 단위로 표현
Sub-Option	Binding Request와 관련된 추가적인 정보

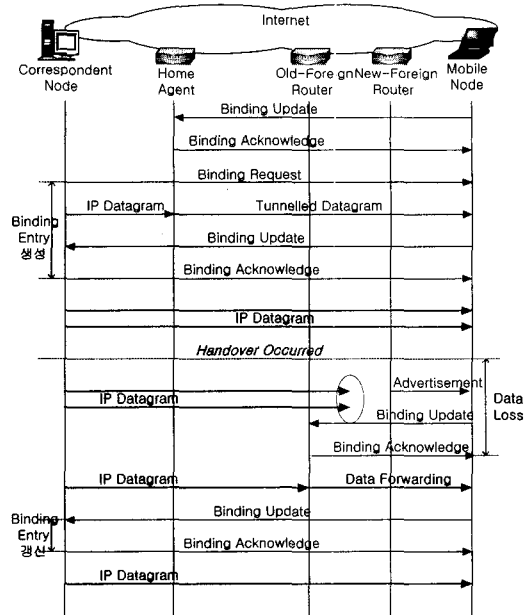
를 요청할 때 사용하기 위한 메시지인 Binding Request Option 메시지를 그림 8과 같이 정의하였으며, 표 3에 메시지 각 필드의 구성을 나타내었다.

### 3.2 핸드오버 성능 향상 방안

본 절에서는 Mobile IP에서의 핸드오버를 하나의 지역 등록 서버를 논리적 영역 내(Intra-Domain)에서의 핸드오버와 논리적 영역 간(Inter-Domain) 핸드오버로 구분하고, 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버의 기능 및 각각의 핸드오버에 대한 동작 절차를 설계하였다.

#### 3.2.1 도메인 내(Intra-Domain)에서의 핸드오버

본 논문에서 도메인 내에서의 핸드오버는 지역

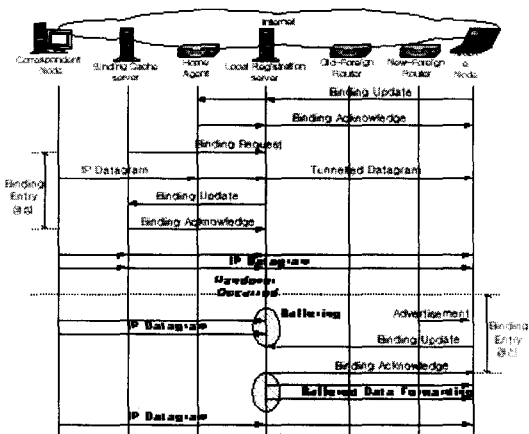


(그림 9) 라우팅 최적화에 따른 핸드오버 절차

등록 서버에 이동 노드의 위치를 등록하는 방식을 이용한다. 그림 9는 기존의 라우팅 최적화 방안에 따른 핸드오버 절차를 나타내었다.

지역 등록을 통한 도메인 내에서의 핸드오버 동작 방안은 지역 등록 서버에 핸드오버 시 발생할 수 있는 데이터 손실의 방지를 위하여 버퍼를 씌움으로써 효율을 증가시켰다. 지역 등록 서버가 이동 노드의 새로운 위치에 대한 바인딩 정보를 수신할 때까지 전송되는 데이터그램을 저장할 버퍼만 있으면 데이터의 손실은 발생하지 않는다. 또한 새로운 위치로 이동한 이동 노드의 위치 정보를 상대 노드에서는 고려하지 않아도 되므로 제어 메시지가 필요 없고, 따라서 이에 대한 전송 지연이나 패킷의 손실을 막을 수 있다.

그림 10에 제안한 방안에 따른 도메인 내에서 핸드오버 절차를 도시하였다. 그림에 나타난 바와 같이 본 논문에서 제안한 도메인 내에서 핸드오버 절차는 기존의 상대 노드로 Binding Update 메시지를 전송하지 않아도 되므로 제어 메시지가 감소하였으며, 지역 등록 서버가 핸드오버 발생 시 데이터그램을 버퍼링하고 바인딩 엔트리가 갱



(그림 10) 제안한 방안에 따른 도메인 내에서의 핸드오버 절차

신된 이후, 이를 포워딩하기 때문에 데이터의 손실을 방지한다.

### 3.2.2 도메인 간(Inter-Domain)의 핸드오버

그림 11에 제안한 방안에 따른 도메인간의 핸드오버 절차를 도시하였다.

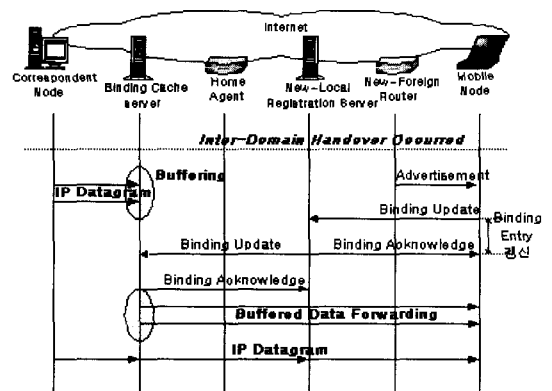
도메인간의 핸드오버는 기존의 라우팅 최적화 방안에 따른 핸드오버 시 발생할 수 있는 데이터의 손실을 바인딩 캐쉬 서버의 버퍼에 의해 방지할 수 있고, 전송 지연 시간도 줄일 수 있다.

## 4. Mobile IP의 구현 및 성능평가

본 장에서는 3장에서 설계한 바와 같이 기존의 Mobile IP 동작을 수용하면서 기존의 삼각 라우팅 문제와 비효율적 핸드오버를 동시에 개선 가능한 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버를 리눅스 환경에서 구현하고 핸드오버에 따른 패킷 전송 성능을 분석하였다.

### 4.1 Mobile IP의 구현

본 논문에서 IPv6 기반의 Mobile IP를 구현을 위해 설계된 Mobile IP에서 사용되는 메시지 구조체를 그림 12와 같이 정의하였다.



(그림 11) 제안한 방안에 따른 도메인 간 핸드오버 동작 절차

구현은 리눅스 환경의 커널에서 제공하는 IPv6 프로토콜 스택을 이용하고 상위 계층에서 동작하도록 하였다. 구현된 Mobile IP는 이동 노드로 데이터그램을 전달하기 위해 기존 프로토콜의 라우팅 경로를 재설정하는 것으로 크게 메시지 교환을 통해 위치 정보를 수정하는 기능과 데이터그램의 캡슐화 기능으로 구분할 수 있다. 그림과 같은 메시지를 Mobile IP 구성 노드간에 교환을 통하여 이동 노드에 위치 변경에 따라 경로를 다시 설정함으로써 프로토콜이 동작하게 되고, Mobile IP 상하 계층에 대하여 투명하게 동작하여야 한다.

본 논문에서 구현한 Mobile IP의 상하위 계층과의 모듈 동작 구조를 그림 13에 나타내었다. 상위 계층은 TCP 계층을 위하여 기존 연결 구조의 단절이 없도록 데이터의 원활한 전송이 가능하도록 터널링되어 전송된 데이터그램을 디터널링하여 전송하여 주며, IP 계층에서의 라우팅을 보조하여 위치 변경이 발생하더라도 이동 노드에서 서비스가 가능하도록 바인딩 정보에 대한 처리를 넘겨주는 역할을 한다.

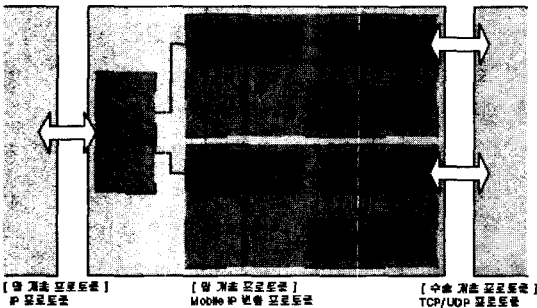
### 4.2 Mobile IP의 성능평가

본 절에서는 구현된 Mobile IP의 성능 분석을 위하여 핸드오버 발생에 따른 기본적인 Mobile IP와 라우팅 최적화를 적용한 경우에 대하여 전송

```

typedef struct mip_update_flag {
    __u8  A:1; // Acknowledge           __u8  H:1; // Home Registration
    __u8  R:1; // Router
    __u8  D:1; // Duplicate Address Detection
    __u8  reserve:4;
} mip_update_flag_t;
struct mip_msg_bind_update {
    __u8  type;           __u8  length;
    struct mip_update_flag flag;    __u8  prefix;
    __u16 snum;          __u32  lifetime;
    __u128 home_addr;    __u128 home_agent;
    __u128 care_of_addr;
    struct mip_field_ident identification;
    struct mip_extension extensions[0];
};
struct mip_msg_bind_ack {
    __u8  type;           __u8  length;
    __u8  status;        __u16  snum;
    __u32 lifetime;      __u32  refresh;
    __u128 home_addr;    __u128 home_agent;
    struct mip_field_ident identification;
    struct mip_extension extensions[0];
};
struct mip_msg_bind_req {
    __u8  type;           __u8  length;
    __u128 home_addr;    __u128 home_agent;
    struct mip_extension extensions[0];
};
    
```

(그림 12) 리눅스에서 Mobile IP의 메시지 구조체



(그림 13) Mobile IP의 기능 모듈 구조

지연 및 패킷 손실에 따른 패킷 처리율에 대한 성능을 분석한다.

#### 4.2.1 성능 평가 및 검토

성능 평가를 위하여 기본 Mobile IP의 동작, 라우팅 최적화에 의한 동작, 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버를 이용한 세 가지 경우에 대하여 전송 지연 및 IP 패킷 처리율에 대한 이동성 지원

(표 4) Mobile IP 이동성 지원 방안의 비교

이동성 지원 방안	특징
기본 Mobile IP	기본 Mobile IP를 적용한 경우는 데이터 패킷의 삼각 라우팅이 발생하고 핸드오버 시는 핸드오버가 완료될 때까지 데이터 패킷의 손실이 발생한다.
라우팅 최적화 방안	상대 노드가 바인딩 엔트리를 관리함으로써, 초기 전송에서는 이동성 바인딩 엔트리가 생성될 때까지 전송 지연이 발생하며, 데이터 패킷의 삼각 라우팅 문제는 발생하지 않는다.
바인딩 캐쉬 서버 및 지역 등록 서버	바인딩 캐쉬 서버가 바인딩 엔트리를 관리함으로써, 이동 노드로 데이터 패킷을 직접 전송하므로 삼각 라우팅 문제는 발생하지 않으며, 핸드오버 시에 전송 확인이 되지 않은 패킷 모두를 바인딩 캐쉬 서버나 지역 등록 서버에서 포워딩하므로 데이터 손실이 발생하지 않는다.

특징을 분석하여 표 4에 나타내었다. 각 경우에 대한 데이터 전송 성능 분석을 위해 사용한 시뮬



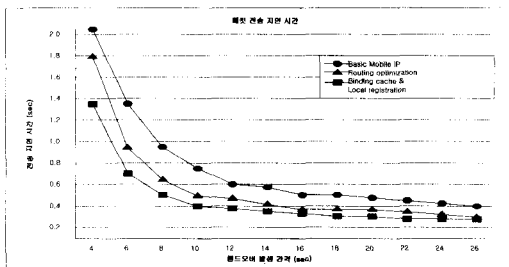
(표 5) 시뮬레이션의 주요 파라미터

주요 파라미터	수치
LAN에서의 데이터 전송율	10Mbps
각 노드 바인딩 정보 처리 시간	25ms
IP 패킷의 최대 크기	1 KByte
데이터 버퍼의 크기	128Kbyte
전송 데이터 크기	512Kbyte
무선 데이터 전송율	100Kbps
라우터 광고 메시지 전송 간격	1 sec

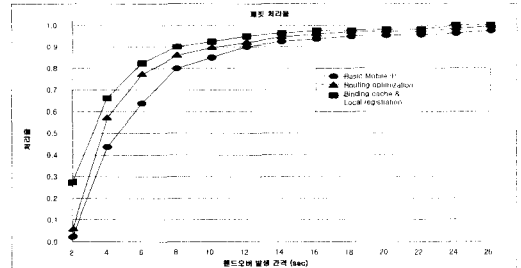
레이션 파라미터는 표 5와 같다. 파라미터는 일반적인 데이터 전송율을 기준으로 하고, 성능 평가 시 데이터 링크 계층이나 물리 계층에서 발생하는 오버 헤드는 고려하지 않았으며, 시뮬레이션은 범용 시뮬레이션 언어인 SLAM II를 사용하여 성능 분석을 수행하였다.

이동 노드의 핸드오버에 따른 성능 분석을 위하여 핸드오버 시간 간격은 지수 분포를 따른다고 가정하고, 핸드오버 시 발생하는 패킷의 손실은 응답대기시간 후, 재전송에 의해 복구된다. 핸드오버 발생 시간간격에 따른 패킷의 전송 지연 시간의 변화를 그림 14에 나타내었다. 그림에 나타난 바와 같이 기본 Mobile IP의 경우 삼각 라우팅으로 인해 가장 전송 지연이 많이 나타나며, 제안된 방식을 적용한 경우에 지역 등록 서버 및 바인딩 캐쉬 서버에서 버퍼링된 데이터를 포워딩하는 방법을 가짐으로써, 핸드오버 발생 간격을 줄여 가장 우수한 성능이 나타나는 것을 확인하였다.

그림 15에 핸드오버 발생 시간 간격에 따른 패



(그림 14) 핸드오버 발생 간격에 따른 패킷의 전송 지연



(그림 15) 핸드오버 발생 시간 간격에 따른 패킷의 처리율

킷의 처리율을 나타내었다. 그림과 같이 핸드오버 시간 간격이 작을수록 기본 Mobile IP와 다른 방안들 사이에 큰 성능 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다. 이는 제안된 방안이 지역 등록 서버에서 데이터 버퍼링을 통해 데이터 손실을 방지하고, 이동성 바인딩의 갱신이 지역에 국한되므로 보다 우수한 성능이 나타나는 것을 확인하였다.

## 6. 결론

이동 통신 기술의 발전과 인터넷 사용 인구의 급증은 장소의 제한 없이 이동 중에도 인터넷 서비스 제공이 가능한 IP의 이동성 제공 기술을 요구하고 있다. 현재의 인터넷 프로토콜은 인터넷에 접속하는 호스트의 접속점이 고정되어 있고, 호스트의 IP 주소로 호스트가 접속되어 있는 네트워크를 식별한다는 가정 하에 라우팅이 이루어지고 있어, 기존 TCP/IP 모델은 이동 컴퓨팅 환경에서는 적합하지 않게 되어 있다.

본 논문에서는 Mobile IP를 분석하고, 라우팅의 비효율성과 정적 이동성 기반의 Mobile IP의 특징을 개선하기 위하여 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버를 제안하고 핸드오버 발생시 성능 향상을 위한 방안을 제시하였다. 제안된 바인딩 캐쉬 서버와 지역 등록 서버를 리눅스 환경에서 C언어를 이용하여 구현하고 메시지 전송이 성공적으로 이루어짐을 확인하고 이동 노드의 핸드오버에 따른 데이터 패킷의 전송 성능을 시뮬레이션을 통

해 분석한 결과, 전송 지연 시간과 패킷 처리율에서 기존의 이동성 지원 방안 보다 우수한 성능을 보였다. 특히, 핸드오버가 빈번하게 발생하거나, 홈 네트워크와 방문중인 네트워크의 거리가 매우 멀 경우에 있어서는 더욱 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

본 논문에서 설계 및 구현한 Mobile IP의 핸드오버 성능 향상에 관한 연구는 향후 차세대 인터넷 환경으로의 전이 시 IPv6 기반에서 효율적인 멀티미디어 이동 인터넷 서비스를 위한 기반 기술로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### Acknowledgement

본 연구는 2001년도 경원대학교 학술연구비의 지원을 받아 이루어졌음

### 참고 문헌

[1] D. B. Johnson and C. E. Perkins, Route Opti-

mization in Mobile IP, Internet-Draft, IETF, Nov. 1997.

[2] Charles E. Perkins, IP mobility support version2, Internet-Draft, IETF, Nov. 1997.

[3] Charles E. Perkins, IP encapsulation within IP, RFC 2003, May. 1996.

[4] Stephen. E. Deering, ICMP router discovery messages, RFC 1256, Sep. 1991.

[5] Charles E. Perkins, Minimal Encapsulation within IP, RFC 2004, Oct. 1996.

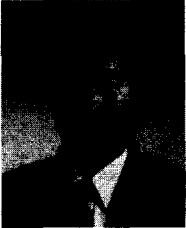
[6] Hanks Stan, Tony Li, Dino Farinacci, and Paul Traina, Generic Routing Encapsulation, RFC 1701, Oct. 1994.

[7] James D. Solomon, Mobile IP - The Internet Unplugged, Prentice Hall, 1998.

[8] P. McCann, et al., Transparent Hierarchical Mobility Agents, Internet Draft, IETF, Mar. 1999.

[9] E. Gustafsson, et al., Mobile IP Regional Tunnel Management, Internet Draft, IETF, Aug. 1999.

● 저 자 소개 ●



**박 석 천**

1977년 고려대학교 전자공학(공학사)  
1982년 고려대학교 컴퓨터공학(공학석사)  
1989년 고려대학교 컴퓨터공학(공학박사)  
1979년~1985년 금성통신 연구소  
1991년~1992년 Univ. of California, Irvine Post Doc.  
1992년~1994년 경원대학교 산업기술연구소장  
1988년~현재 : 경원대학교 컴퓨터공학과 정교수  
관심분야 : 차세대 인터넷, 멀티미디어 통신, 위성 통신망, 통신망 관리, IMT-2000 etc.  
E-mail : scpark@kyungwon.ac.kr



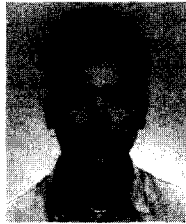
**정 선 화**

1993년 경원대학교 전자계산학(공학사)  
1995년 경원대학교 교육대학원 전자계산학(교육학석사)  
1997년 성일정보산업 고등학교 교사  
2001년~현재 : 경원대학교 대학원 컴퓨터공학(박사과정)  
관심분야 : 차세대 이동통신, 무선 Ad-Hoc 네트워크, IMT-2000 etc.  
E-mail : sunny@comnet.kyungwon.ac.kr



**이 정 준**

2001년 경원대학교 컴퓨터공학(공학사)  
2001년~현재 : 경원대학교 대학원 컴퓨터공학(석사과정)  
관심분야 : Mobile IP, Qos, Multicast etc.  
E-mail : mrcool@comnet.kyungwon.ac.kr



**정 운 영**

2001년 경원대학교 전자공학(공학사)  
2001년~현재 : 경원대학교 대학원 컴퓨터공학(석사과정)  
관심분야 : 무선 인터넷, IMT-2000 etc.  
E-mail : woon0@comnet.kyungwon.ac.kr