

## Mobile IP 기술 동향

이준호\* · 조성훈\* · 정운영\* · 정선화\* · 황대훈\* · 박석천\*

### 1. 서 언

현재 IP에서는 호스트가 인터넷을 이용하기 위한 접속위치가 고정적으로 지정되어야 했으나 무선 액세스 기술이 향상됨에 따라 이동성에 대한 사용자의 요구가 점차 증가하고 있다.

이러한 변화는 이동 컴퓨터들이 네트워크 접속 점을 수시로 변경하더라도 사용자들은 연결의 끊김 없이 통신하기 위한 네트워크 하부 구조의 변화를 요구한다. Mobile IP에서는 기존의 IP를 확장시켜 인터넷 상에서 Mobile Node에게 유일한 주소를 제공함과 동시에, 어느 위치에 존재하더라도 무선 단말의 데이터를 효과적으로 전달할 수 있도록 하기 위한 기술이다. Mobile IP는 IP 주소를 바꾸지 않고도 지리적 위치에 상관없이 인터넷 서비스를 이용할 수 있고, 다른 라우터나 호스트를 변경할 필요가 없다. 즉, LAN 환경의 무선 통신 환경을 이용하기는 하지만 통신망을 통한 데이터그램 교환은 기존의 유선 인터넷망을 그대로 이용한다. 하지만, 인터넷에서의 이동성 관리에 아직 미약한 것으로 평가되고 있으며 이동 사용자의 이동시 발생하는 Handoff 처리 등 이동성 관리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이동성 관리 지원을 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 Mobile IP를 규정하고 있으며[1] 그

외 HAWAII(Handoff Aware Wireless Access Internet Infrastructure)[2]와 Cellular IP[3] 등이 있다. 이동통신망의 패킷 데이터 서비스 표준화 그룹들에서도 이러한 연구활동들을 고려하여 인터넷과의 연동 및 이동성 지원을 위한 기술들을 표준화하는 과정에 있다. 그 대표적인 것이 북미 계열의 3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2)와 유럽계열의 3GPP이다. 이동성 관리는 망의 크기에 따라 수 킬로미터 이상인 Macro 망과 수 백미터 내외인 Micro 망으로 구분할 수 있다. 즉 PDSN(Packet Data Serving Node)에서 다른 PDSN으로 Mobile Node가 이동할 경우 지원되는 이동성을 Macro Mobility라 하며, PDSN 관리 영역 내의 하나의 RN(Radio Network)에서 다른 RN으로 이동시에 지원되는 이동성을 Micro Mobility라 한다.

본 고에서는 기존의 IP를 확장시켜 인터넷 상에서 이동 컴퓨터에게 유일한 주소의 제공과 어느 위치에서라도 이동 컴퓨터의 데이터를 효과적으로 전달하고 받을 수 있도록 하기 위해 IETF에서 표준화 작업이 이루어지고 있는 Mobile IP에 대한 기술적인 분석을 살펴본다. 또한 Mobile IP를 중심으로 IETF와 이동통신망 표준화 그룹의 연구활동을 살펴보고, 북미의 표준규격을 기반으로 한 동기식 이동통신시스템과 유럽의 표준규격을 기반으로 한 비동기식 이동통신시스템에서의

\* 경원대학교 컴퓨터공학과

Mobile IP 적용 방향을 검토한다.

## 2. Mobile IP 기술

### 2.1 Mobile IP 개요

인터넷에서 현재 사용하고 있는 TCP/IP 프로토콜(IPv4)은 이동 인터넷에서 요구되는 패킷 라우팅과 Soft Handoff를 동시에 지원하기 어려운 단점을 지니고 있다. 현재 인터넷에서는 수신 노드의 IP 주소를 사용해서 수신 노드가 연결되어 있는 네트워크까지 패킷을 전달한다. 따라서 Mobile Node가 다른 네트워크로 이동할 경우에 이동한 네트워크의 위치를 나타내는 IP 주소를 새롭게 할당받아 사용해야만 Correspondent Node 부터 Mobile Node까지 패킷이 전달될 수 있다. 그러나, 인터넷의 전송계층 프로토콜인 TCP는 수신 IP 주소, 수신 포트 번호, 송신 IP 주소, 송신 포트 번호의 4가지 조합으로 각 세션을 구분하고 있으며, 이 중 하나의 값이 바뀌어도 세션이 바뀐 것으로 인식한다. 따라서, Correspondent Node와 세션을 유지하고 있는 Mobile Node가 새로운 네트워크로 이동해서 새로운 IP를 할당받아 Mobile Node의 수신 주소로 사용하면 TCP는 수신자 IP 주소의 변화 때문에 세션을 지속할 수 없게 된다.

Mobile Node는 기본적으로 인터넷에 연결된 Link-Layer Point가 바뀌어도 IP 주소를 그대로 사용하여 다른 Node와 통신이 가능해야 하며 Mobility 기능들이 구현되지 않은 Node와도 통신이 가능해야 한다. 이러한 기본 조건을 맞추는 이동 인터넷의 구조는 그림 1과 같으며, Mobile Node가 다른 네트워크로 이동하더라도 제약 없이 인터넷을 사용하는 환경을 나타낸다.

네트워크 계층에서 이동성을 지원한다면 응용 계층 프로그램에 별도의 수정을 가할 필요가 없으며 Seamless Roaming을 제공할 수 있는 장점을

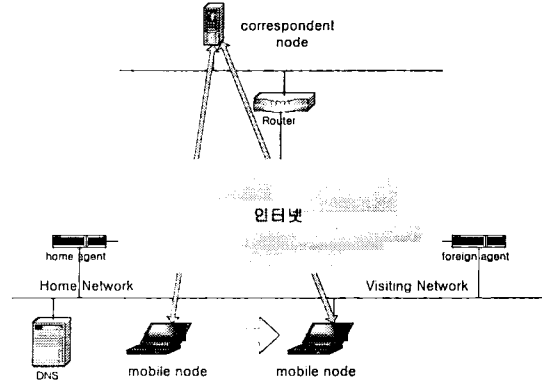


그림 1. 이동 인터넷 개요

가진다[2]. Mobile IP는 라우팅과 Soft Handoff를 동시에 지원하면서 호스트의 이동성을 네트워크 계층에서 지원하기 위해서 고안되었으며, IETF의 RFC 2002에 그 세부 내용이 기술되어 있다. 이러한 Mobile IP 표준과 관련된 RFC는 RFC 2003~2006 등이 있다. 라우팅 문제와 Soft Handoff 문제를 해결하기 위해서 Mobile IP에서는 두 개의 IP 주소(Home Address, COA)를 사용한다. 즉, Correspondent Node는 Mobile Node의 Home Address를 사용해서 패킷을 Home Address까지 전송하고, Home Address는 Mobile Node의 COA를 사용해서 패킷을 Foreign Agent까지 전송(Tunneling)시킨다. Visiting Network에서는 다시 패킷의 수신 IP 주소를 Mobile Node의 Home Address로 바꾸어 전송함으로써 세션의 연속성을 유지시킨다.

### 2.2 Mobile IP 구성요소

- Mobile Node : 이동성 서비스를 지원하는 호스트나 라우터로써, 무선 네트워크에 대한 액세스 기능을 가지며 무선 접속의 종단점이 되는 이동 단말 노드이다. 이동 노드는 자신의 IP 주소를 변경하지 않은 채 네트워크 사이를 옮겨 다닐 수

있으며 자신의 고정 IP 주소로 인터넷의 다른 노드들과 계속적으로 통신할 수 있다.

- Home Agent : 이동 노드의 홈 네트워크에 위치하는 라우터로 이동노드에 대한 위치관리와 데이터그램의 전달을 담당한다. 이는 이동 노드의 현재의 COA(Care-of-Address)와 홈 주소를 관리하는 이동 노드의 홈 네트워크에 속한 에이전트로, 이동 노드가 외부 네트워크에 있을 때 상대 노드의 데이터그램을 이동 노드가 현재 속한 네트워크로 전달하기 위해 터널링시키는 기능을 가진다.

- Foreign Agent : 이동 노드가 방문한 네트워크에 위치한 라우터로 Home Agent와 연계하여 데이터그램의 정확한 전달을 수행한다. 이는 이동 노드가 외부 네트워크에 속할 때 COA를 부여하는 에이전트로서 자신의 IP 주소를 COA로 부여하거나 또는 임시 주소로 부여 가능하다. 외부 에이전트는 이동 노드가 자신이 서비스하는 지역에 들어왔을 때 이들 노드에 대한 라우팅 서비스를 제공하며, 이동 노드의 홈 에이전트로부터 터널링 되어 보내진 데이터그램을 디터널링(DeTunnelling) 하여 이동 노드로 보내 준다. 이동 노드로부터 보내진 데이터그램에 대해서는 외부 에이전트가 기본 게이트웨이 서비스를 한다.

- Mobility Agent : 이동 노드에 대한 이동성 관리기능을 제공하는 네트워크 노드로 Home Agent와 Foreign Agent를 통틀어 이동성 에이전트라 한다.

- Home Address : 이동 노드를 식별하는 유일한 IP 주소

- Home Network : 이동 노드의 홈 주소가 속한 네트워크

- Visiting Network : 이동 노드가 이동해서 속하게 되는 홈 네트워크가 아닌 다른 네트워크

- COA(Care-of-Address) : 이동 노드의 홈 네트워크에서 이동 노드로 메시지를 전달할 때

사용되는 터널의 이동 노드측 종단점 IP 주소, 외부 네트워크에 속하였을 때 포워딩 주소로 사용하는 주소로 이동 노드의 현재 접속 지점을 반영한다. COA는 단지 터널의 끝점으로, 실제 외부 에이전트의 주소(Foreign Agent COA)이거나 이동 노드에 의해 일시적으로 획득되는 주소(Co-Located COA)가 될 수도 있다.

- Agent Advertisement 메시지 : 각 이동 에이전트들이 자신의 존재와 자신에 대한 정보를 알려 주기 위해 방송하는 ICMP(Internet Control Message Protocol) 기반의 메시지

- Agent Solicitation 메시지 : 이동 노드가 현재 속한 네트워크의 에이전트에게 에이전트 광고 메시지를 방송하도록 요구하는 메시지

- Registration Request 메시지 : 이동 노드가 홈 에이전트에게 COA를 홈 주소와 바인딩하여 줄 것을 요구하는 메시지

- Registration Reply 메시지 : 등록 요청에 대한 응답 메시지

- Mobility Binding : 이동 에이전트에서 이동 노드의 IP 주소와 COA를 서로 연계시키는 것

- Tunneling : COA를 목적지 주소로 하여 데이터그램을 캡슐화하여 전송하고, 이를 목적지 노드가 역 캡슐화하여 원래의 데이터그램을 수신하는 기법

### 2.3 Mobile IP의 기본 동작

Mobile IP의 기본 동작은 홈 에이전트, 외부 에이전트와 이동 노드로 구성되고, 이동 노드가 상대 노드와 통신 중에 홈 네트워크에서 외부 네트워크로 이동하였을 경우, 이를 지원하기 위한 절차를 필요로 하게 되는데 이를 그림 2에 나타내었다[4].

그림 2와 같이 Mobile IP 프로토콜은 에이전트 발견, 등록, 데이터그램 전송 절차 등으로 구성되

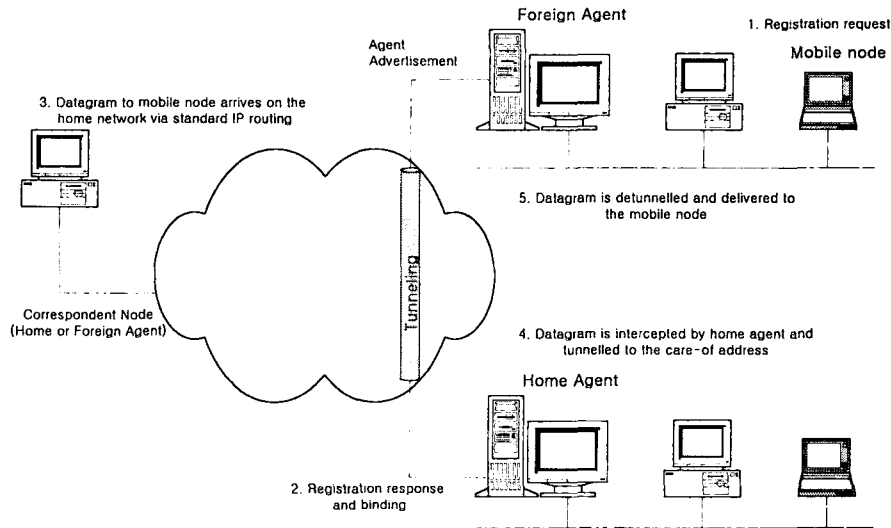


그림 2. 기본적인 Mobile IP 환경

며, 에이전트 발견 절차를 통하여 Mobile Node는 자신의 실제 위치에 대한 정보를 획득하고 등록 절차를 통해 위치 정보를 Home Agent에 전달한다. Home Agent는 Mobile Node의 이동성 관련 정보를 갱신하고, COA를 이용하여 터널을 설정함으로써 데이터그램의 전달을 가능하게 한다.

Foreign Agent 또는 Home Agent는 자신의 존재를 Advertisement 메시지를 통해서 광고한다. Mobile Node는 Solicitation Message를 통해서 Agent의 Advertisement 광고를 Solicit할 수 있다. Mobile Node는 Agent Advertisement를 받고 자신이 Home Network에 있는지 Foreign Network에 있는지 결정한다. Mobile Node가 자신의 Home Network 영역에 존재할 경우에는 Mobility 서비스를 받을 필요가 없다. 다른 Foreign Network에서 home Network로 돌아왔다면 Mobile Node는 Home Agent에게 Deregistration을 해야한다. Mobile Node가 Foreign Network 영역에 존재할 경우에는 Foreign Network의 COA를 얻어야 한다. COA는 Foreign Agent의 COA 일 수도 있고 Co-Located COA 일 수도 있다.

Mobile Node는 Foreign Agent를 통해서 registration request를 Home Agent에게 보내고 Home Agent는 Mobile Node에게 Accept나 Deny의 Registration Reply 메시지를 보내 Registration 절차를 한다[1]. Mobile Node로 향하는 데이터그램이 Node의 Home Network에 도착하면, 이에 연결된 Router는 일반적인 절차대로 ARP Packet을 Broadcast함으로써 Mobile Node의 MAC 주소를 찾으려 한다. 그때 Home Agent는 자신의 Address로 ARP Reply를 보내게 된다.

Mobile Node가 Home Address로 보내진 데이터그램은 Home Agent에 의해 Intercept 되어서 자신에게 등록된 Mobile Node의 COA를 가지고 IP 패킷의 Payload 필드에 이 패킷을 Encapsulation함으로써 Tunneling해서 보내게 된다. 이를 받은 Foreign Agent는 이 패킷을 Decapsulation하고 자신에게 등록된 Mobile Node의 Home Address를 통해서 패킷을 data link Address로 Mobile Node에게 전달한다. 반대로 Mobile Node에 의해 보내진 데이터그램은 Home Agent에 어떤 다른 서비스를 받을 필요 없이 일반적인 IP Routing

알고리즘을 통해서 Destination Node로 보내지게 된다.

### 3. Mobile IP의 주요 제안 기술

현재 인터넷에서는 IPv4가 표준 IP 프로토콜로서 사용되고 있으나, 인터넷의 급속한 발달과 함께 여러 단점이 노출되었으며, 이를 개선하기 위해서 IPv6 프로토콜이 사용할 예정이다. 또한 Mobile IP WG의 표준화 방향은 마이크로 이동성 지원을 위하여 계층적 Foreign Agent 구조를 도입하여 고속 Handoff 지원을 위한 알고리즘을 추가하는 방향이 있으며, 2000년에 새로이 신설된 SeaMoby WG에서 새로운 지역 이동성 프로토콜이나 페이징과 같은 개념을 다루고 있다. 현재 Mobile IP WG에는 "Route Optimization in Mobile IP"를 포함하여 11개의 문서가 인터넷 드래프트로 채택되어 있다. 이 중 고속 Handoff와 직접 관련된 문서로는 "Mobile IP Regional Registration", "Mobile IP Based Micro Mobility Management Protocol in The Third Generation Wireless Network", "Hierarchical MIPv6 Mobility Management", "Fast Handovers for Mobile IPv6", "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4" 등의 5개 문서를 들 수 있다. 최근 IETF의 Mobile IP WG의 최근 동향은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- RFC2002bis
- Mobile IPv6 지역적 등록
- 빠른 Handoff
- IPv6의 지역적 이동성 에이전트
- 이동망을 지원하기 위한 Mobile IPv6
- 듀얼스택 기반의 IPv4/IPv6 망에서의 이동성 지원

그리고 Mobile IP WG에서는 앞으로 Diff-serv

와 Int-serv/RSVP를 사용한 이동환경에서의 QoS 제공과 지역 프라이버시를 제공할 수 있는 장기적인 연구를 수행하고 있다.

#### 3.1 Mobile IPv6 기술

IPv6 노드는 일반적으로 망 관리자에 의해서 IP 주소를 부여받아 이용하거나 동적으로 할당받아 고정적으로 이용할 수 있는 방법을 이용하는 IPv4와 달리 Stateless Address Auto-Configuration 기능을 써서 라우터는 해당망의 Prefix 값을 전송하고 이를 수신한 IPv6 노드가 자신의 Interface 주소와 결합하여 IPv6 주소를 만든다. Mobile IPv6의 COA는 항상 Co-Located이며, Mobile Node가 외부망으로 이동하였을 경우 외부망을 관리하는 라우터의 Router Advertisement를 수신하고 이를 통해 방문중인 망의 Prefix를 얻는다. Mobile Node는 이 Prefix를 이용해서 자신이 이용할 COA를 만든다. COA를 얻은 후 Mobile Node가 Home Agent에 이 주소를 등록하고 인터넷상의 노드와 통신하기 위해 Mobile IPv6에서는 네가지의 Destination Option을 정의하여 이용한다.

- Binding Update 옵션 : IPv4의 Registration Request 메시지에 대응되며 Mobile Node가 획득한 COA를 Home Agent로 등록할 때 이용한다. Mobile Node는 패킷의 Destination Address로 자신의 홈 주소와 같은 Subnet Prefix를 이용하는 라우터에게 이 메시지를 보내서 자신이 Home Agent로 이용할 라우터를 찾아서 Binding 정보를 등록한다.

그림 3은 Binding Update 옵션으로서 그 중에서 Option Type는 198을 이용하고 Option Length는 옵션의 길이를 바이트 단위로 저장한다. A 비트는 Home Agent에게 Binding Update에 대한 Ack를 요청할 때 이용하고, H 비트는 이

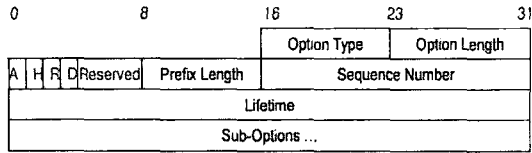


그림 3. Binding Update 옵션 필드형식

옵션을 수신한 라우터에게 Home Agent 역할을 해줄 것을 요청한다. R 비트는 이 옵션을 사용하는 송신측이 라우터일 경우 사용한다. D 비트는 A, H 비트와 같이 이용되어야 하며, Mobile Node가 Home Agent에게 자신의 Binding 정보에 저장되어 있는 Home Address에 대해 Home Link에서 Duplicate Address Detection을 수행해줄 것을 요청할 때 이용된다. Prefix Length 필드에는 Mobile Node의 Home Address에서 Subnet Prefix 길이를 알린다.

● Binding acknowledgement 옵션 : Mobile IPv4의 Registration Reply에 대응되며 만약 수신한 Binding Update 옵션의 A 비트가 세팅되어 있다면 Home Agent는 반드시 Binding Update의 처리결과에 대한 Acknowledgement를 Mobile Node의 COA로 보내야 한다.

그림 4는 Binding acknowledgement 옵션 필드형식으로서 Status 필드는 Binding Update에 처리결과를 포함한다. Binding Update가 정상적으로 처리되었을 경우 이 필드의 값은 0~127 사이의 값을 가지고, 거부되었을 경우는 128 이상의 값을 갖는다.

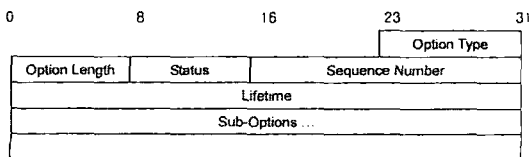


그림 4. Binding acknowledgement 옵션 필드형식

● Binding request 옵션 : Mobile Node로 현재 Mobile Node의 Binding 정보를 포함한 Binding update를 보낼 것을 요청할 때 이용한다. 보통 이 옵션은 인터넷 노드가 현재 Mobile Node Binding 정보의 Lifetime이 거의 완료에 가까워질 때 이용된다.

● Home Address 옵션 : 외부망에서 COA를 통해 인터넷 노드와 통신하는 Mobile Node가 IPv6 패킷 전송시 Source Address로 COA를 이용하지만 패킷의 수신자에게 자신의 Home Address를 알리기 위해 사용한다. 패킷을 수신한 인터넷 노드는 패킷의 Source Address의 COA와 Home Address 옵션필드에 포함된 Home Address를 참고하여 처리하므로 COA는 인터넷 노드에 투명하게 이용될 수 있다.

Mobile IP를 수정한 IPv6용 이동성 관리 방법이 IETF에 제안되어 있으며, 그림 5는 그 구조 및 간단한 처리 절차를 나타낸다. 여기서 Home Address는 Home Agent가 관리한다.

● 등록 절차

- ① Mobile Node가 Home Network에서 Visiting Network로 이동함
- ② Mobile Node는 Visiting Network로부터 COA를 할당 받음(Address auto-configuration)

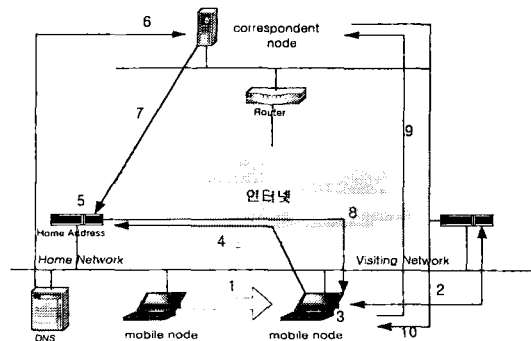


그림 5. 이동 인터넷 개요(Mobile IPv6)

③ Mobile Node는 할당 받은 COA를 Primary COA로 지정함

④ Mobile Node는 Primary COA 값을 Home Address에 등록함(Home Agent로 Binding Update을 보냄)

⑤ Home Address는 Mobile Node의 Primary COA를 Home Address 내에 기억시킴(Mobile Node가 요청시 Mobile Node로 Binding Acknowledgement을 보냄, 이 때 Binding Update/Acknowledgement 메시지는 IPsec(IP Security) AH를 포함해야 함)

- 라우팅 절차

⑥ Correspondent Node는 Mobile Node에게 접속하기 위해서 DNS를 조회하고, Mobile Node의 IP<sub>H</sub>(Mobile Node의 Home Address)를 구함

⑦ Correspondent Node는 Mobile Node의 IP<sub>H</sub>를 목적지 주소로 해서 패킷을 전송함

⑧ Home Address는 전송 받은 패킷을 IP<sub>F</sub>(Mobile Node의 COA)로 재전송함

⑨ Mobile Node는 Correspondent Node에 자신의 COA를 통보함

⑩ Correspondent Node는 통보 받은 Mobile Node의 COA로 패킷을 직접 전송함(Path Optimization을 수행, Binding List 갱신)

그림 5를 처리과정 흐름도로 표현하면 그림 6과 같이 나타낼 수 있다.

### 3.2 Mobile IPv6의 특징

IPv4의 Mobile IP와 마찬가지로 IPv6에서는 Mobile IPv6를 통해 IP 이동성을 지원하지만 이들은 상당히 다른 메커니즘을 통해 동작한다. Mobile IPv6는 IPv6에서의 Built-In 기능이므로 단순히 Mobile IPv4로부터 IPv6로 응용되거나 확장된 것이 아니라는 의미이다.

즉, 구성과 기능의 여러 가지 측면에서 다른점을 가지고 있다. 먼저 구성요소 중 Mobile IPv4의 Foreign Agent가 Mobile IPv6에서는 제외되었다. Mobile IPv6에서는 Foreign Agent 없이 Mobile Node가 직접 Home Agent와 통신하고 Home Agent가 Mobile Node의 현재 위치를 파악한다. 그리고 Mobile IPv4에서와 같이 Foreign Agent COA를 이용하여 Foreign Agent가 터널

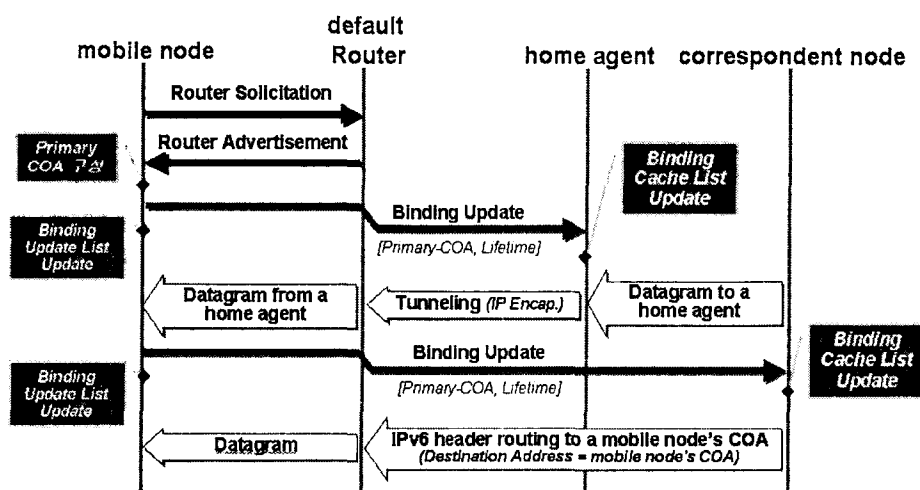


그림 6. Mobile IPv6 동작절차

링된 패킷을 디터널링 하지 않고 Home Agent는 Mobile Node로 직접 터널링하고 Mobile Node에서 디터널링이 이루어지기 때문에 Foreign Agent가 이용되지 않는다.

Mobile IPv4에서 선택기능인 Route Optimization이 Mobile IPv6에서는 기본기능으로 이용된다. 즉, Mobile IPv6에서는 Correspondent Node가 기본적으로 Mobile Node의 현재 COA를 알고 Home Agent를 거치지 않고 직접 Mobile Node로 패킷을 전송하므로 기본적으로 Route Optimization을 지원한다.

Mobile IPv4에서의 자체적인 보안방법을 이용하는 것과 달리 Mobile IPv6에서는 보안이 필요한 모든 메시지에 IPSec를 기본적으로 이용한다. 그리고 Mobile IPv4에서는 Home Agent에서 Mobile Node로 패킷 전송시 모두 IP Encapsulation 해야하는 것에 비해 Mobile IPv6는 라우팅 헤더를 이용해서 전송한다. 그러나 Mobile Node로 전송된 패킷을 Home Agent가 가로채어 전송할때는 IP Encapsulation을 이용한다.

### 3.3 Mobile IP의 지역 등록

Mobile Node가 외부 도메인에서 지역적으로 등록하는 Mobile IP의 확장방법으로서 지역적인 등록[5]을 통해, 시그널링 지연이 줄어들며 Hand-off 성능 향상을 이룰 수 있다. RFC 2002에서 규정된 바와 같이 Mobile IP에서 Mobile Node는 COA 변경시마다 Home Agent에 등록한다. 이때, 만약 방문한 네트워크가 Home Network과 멀리 떨어진 곳에 위치한다면 이 등록에 대한 시그널링 지연은 커질 수 있다. 지역적인 등록은 Home Network에 대한 시그널링 메시지의 수를 줄여주며 Mobile Node가 동일한 방문망에서 한 Foreign Agent에서 다른 Foreign Agent로 이동

할 때 발생하는 시그널링 지연을 감소시킨다.

지역적 등록 프로토콜에서 Mobile Node는 외부 도메인에 처음 도착하면, Home Agent에 대하여 등록을 수행하며 Home Network은 Mobile Node에 대하여 등록키를 생성한다. 이 등록키는 Mobile Node와 외부 도메인에 배포되며 지역 등록의 인증시 사용될 수 있다. Home Network 등록시 Home Agent는 Mobile Node의 COA를 저장한다. 이때 외부 도메인이 지역적 터널 관리 (Regional Tunnel Management)를 지원하는 경우, Home Agent에 등록되는 COA는 공중망에서 라우팅이 가능한 GFA(Gateway Foreign Agent)의 주소가 된다. 이 COA는 Mobile Node가 동일 GFA 아래에서 Foreign Agent를 변경하는 경우에도 변경되지 않는다. GFA가 바뀌면 Home Network에 다시 등록을 하여야 하나 동일 GFA 내에서 Foreign Agent가 바뀌면 지역적 등록을 수행한다. 제안된 지역적 등록 프로토콜은 GFA 아래에 1 계층의 Foreign Agent를 지원하는 형태이나, 여러 계층으로의 확장도 가능하다. 일반적인 동작 모델은 그림 7과 같이 외부 도메인에는 Foreign Agent와 GFA가 있고 Home Network에는 Home Agent가 있는 형태를 가정한다.

### 3.4 Hierarchical Mobile IPv6의 이동성 관리

MAP(Mobility Anchor Point)라 불리는 새로운 노드를 이용하는 계층적 Mobile IPv6[6]로서

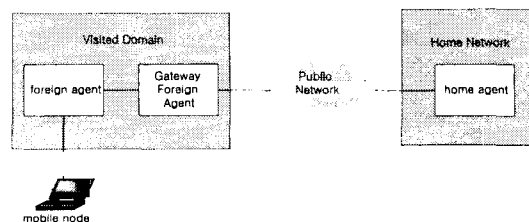


그림 7. 지역적 등록의 구조



Mobile IPv6는 Foreign Agent가 없으므로 Hand-off를 지원하기 위한 중심점을 필요로 한다. Mobile IPv4와 유사하게 Mobile IPv6도 지역적으로 계층적 구조를 채용함으로써 외부 네트워크에 대한 이동성 시그널링을 줄일 수 있다. 이러한 이유로 MAP이라는 새로운 노드가 도입되며 MAP은 AR(Access Router)을 포함하는 계층적인 Mobile IPv6 망에서 어떤 레벨에도 위치할 수 있다. Mobile IPv4의 Foreign Agent와는 달리 MAP은 각 서브넷마다 필요하지는 않다. MAP 모드는 계층적인 도메인에서 로밍하는 동안 Alternative COA로써 MAP의 주소를 사용할 수 있는 확장 모드이거나 MAP의 서브넷 상에 RCOA(Regional COA)를 구성할 수 있는 2가지 방안을 제시하고 있다.

이 계층적 Mobile IPv6 구조는 MAP이라는 새로운 기능을 도입하여 Mobile Node와 Home Agent 동작에 약간의 확장을 도입하지만 Correspondent Node의 동작은 영향을 받지 않는다. MAP 개념의 도입으로 액세스 라우터 간의 Hand-off로 인한 지연을 최소화시킬 수 있고 MAP에서 바이캐스팅(Bicasting)을 추가함으로써 Hand-off로 인한 패킷 손실을 최소화시킬 수 있는 고속 Hand-off를 가능케 하며 무선 인터페이스 상에서의 best effort 서비스의 성능을 향상시킨다. Mobile IPv6에서와 같이 이 방법은 하부 액세스 기술에 독립적이며 다른 타입의 액세스 망내 또는 둘 간의 빠른 고속 Hand-off를 가능케 한다. 또한 Mobile IPv4에서의 유연한 구조 변경이 가능하며 이는 Mobile IPv4와 Mobile IPv6 계층의 듀얼 동작이 가능한 구조의 유사성을 이용할 수 있다. 또한 MAP 개념의 도입은 무선 인터페이스 상의 Mobile IPv6에 의해서 생성되는 시그널링을 줄여주는데 이는 Mobile Node가 MAP 도메인 내의 3계층 액세스 점을 변경할 때 하나의 지역적 Binding

Update를 수행하는 것만을 필요로 하기 때문이다.

MAP은 자신이 서비스하고 있는 Mobile Node를 대신하여 모든 패킷을 수신하고 인캡슐레이션하며 이를 Mobile Node의 현재 주소로 직접 포워드 한다. 만일 Mobile Node가 지역적 MAP 도메인 내에서 현재 자신의 주소를 바꾸는 경우에는 글로벌 COA가 바뀌지 않기 때문에 단지 새로운 주소를 MAP에 등록하기만 하면 된다. 이것은 Mobile Node의 이동성이 Mobile Node와 통신하고 있는 Correspondent Node에 투명하도록 해준다. MAP은 또한 AR 간의 고속 Hand-off를 수행하기 위하여 사용될 수도 있다.

Mobile Node가 RCOA를 이용할 때는 MAP은 Mobile Node에 대하여 기본적으로 지역적 Home Agent로써 동작한다. MAP의 도메인 경계는 부착된 Mobile Node에서 MAP 정보를 관리하는 AR에 의해서 정의된다. MAP의 동작모드(Alternative COA 또는 Local Home Agent)의 제어는 네트워크 관리자의 선택 사항이다.

MAP의 개념은 단순히 Mobile IPv6 프로토콜의 확장이다. 그러므로 Mobile IPv6가 구현된 Hierarchical Mobile IPv6의 Mobile Node는 MAP을 사용하거나 표준 Mobile IPv6 구현을 선택할 수 있다. 또한 Mobile Node는 어느 순간에 MAP을 사용하는 것을 중단할 수 있다. 이는 Mobile Node에서 또는 네트워크 운용 측면에서 높은 융통성을 제공한다. 그림 8은 방문 망에서의 MAP의 사용 예를 보여준다. Mobile Node가 Correspondent Node와 통신하는 동안 AR1에서 AR2로 이동할 때 심리스한 이동성 제공을 MAP이 도울 수 있다. 라우터를 다중 레벨의 계층으로 이용하거나 필요하다면 AR1과 AR2에 MAP 기능을 구현하는 것이 가능하다.

### 3.5 마이크로 이동성

Mobile IP는 매크로 이동성을 지원하고 있지만

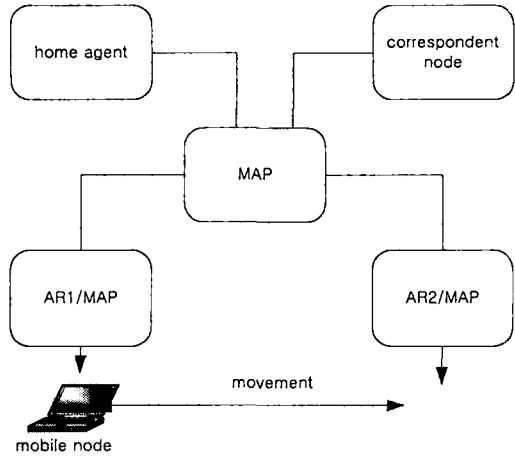


그림 8. Hierarchical Mobile IPv6 이동성 관리

이동통신망의 Handoff와 같은 정도의 기능은 제공하지 못하고 있다. 특히 빠른 이동성을 요구하는 환경에서 Smooth Handoff를 지원하기 위해서는 적어도 기지국간의 Handoff를 인식하여 패킷의 손실과 지연을 최소화하는 방식이 필요하다. 이에 대한 사항은 IETF에서 마이크로 이동성이라는 범주에서 연구가 진행되고 있으며, 마이크로 이동성을 위하여 제안되는 대표적인 것으로는 Cellular IP와 HAWAII가 있다.

Cellular IP는 활성/비활성 단말기를 분류하고 활성화된 단말기의 라우팅을 신속하게 할 수 있도록 하는 라우팅 캐시와 비활성 단말기의 페이징을 위한 페이징 캐시를 구분하여 빠른 라우팅을 지원할 수 있도록 하고 있다. 이를 지원하기 위해서는 무선 접근망에 Foreign Agent와 유사한 개념의 새로운 라우팅 캐시 기능과 페이징 캐시 기능이 요구되므로 기지국 수준에서 구조적인 변화가 필요하다.

HAWAII는 무선 접근망을 Mobile IP가 아닌 도메인 루트 라우터 영역의 개념을 갖도록 구축하고, 이 영역내의 라우팅을 호스트 라우팅 방식에 기반하여 빠른 Handoff를 지원할 수 있도록 새로

운 프로토콜을 정의한다. HAWAII는 Co-Located COA를 기반으로 하여 RSVP와 같은 QoS 보장이 용이하고, 도메인 영역내의 호스트 기반의 최단 라우팅 경로를 제공할 수 있어서 빠른 Handoff는 지원할 수 있지만 이를 위한 새로운 망 구축이 요구된다. 마이크로 이동성에 대한 제안들은 IETF를 중심으로 계속 이루어지고 있으며, 이에 대한 실현은 차세대 이동통신망에서 도입될 가능성이 높을 것으로 예상된다.

#### 4. 이동통신망에서 Mobile IP 수용 방안

이동통신망에서 Mobile IP의 규격은 크게 북미 3GPP2의 TR45.6[7]과 유럽 3GPP의 TR23.923[8]으로 표준화가 진행 중이다.

##### 4.1 3GPP

3GPP의 TR23.923에서는 UMTS/GPRS(Universal Mobile Telecommunications System / GSM Packet Radio System)에서 Mobile IP를 어떻게 수용할 것인가에 대한 것으로 Mobile IPv4의 3가지의 단계별 진화 과정을 제시하고 있다.

그림 9는 GPRS 구조를 유지하면서 Mobile IP 사용자가 LAN이나 다른 UMTS와 같은 시스템으로 로밍이 가능하도록 허용하며 또한 UMTS

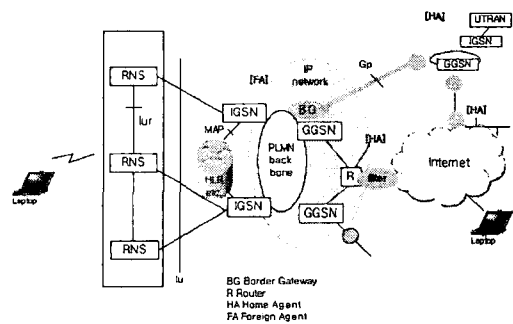


그림 9. UMTS/GPRS-Mobile IP의 1단계 구조

서비스가 가능하여야 한다. SGSN(Serving GPRS Support Node)은 데이터 단말의 ID를 확인하기 위해서 GSM에서의 등록과 보안 방법을 사용하고, HSS(Home Subscriber Server)는 IP 프로토콜을 사용하며 데이터 단말은 GPRS attach를 통해서 패킷 네트워크에 자기 자신을 알린다. 또한 전체 데이터 세션 동안 IP 주소가 GGSN(Gateway GPRS Support Node)에 의해 고정되며 이로 인해 데이터 단말의 이동성은 GPRS에 기반한 네트워크에 한정된다. 다른 네트워크와의 이동성 지원을 위해서 GGSN에 Mobile IP에서의 Foreign Agent 기능을 탑재 할 수 있다. 이때 모든 GGSN이 Foreign Agent 기능을 가지고 있을 필요는 없으며 하나의 PLMN(Public Land Mobile Network)에는 하나의 Foreign Agent만 있어도 Mobile IP 서비스를 제공하는데 무리가 없도록 네트워크가 구성되어야 한다. 이 경우 Mobile Node는 자신에게서 가장 가까운 Foreign Agent를 찾을 수 있어야 한다.

그림 10은 1단계 구조에 SGSN간의 Handoff후에 새로운 GGSN/Foreign Agent으로의 변경을 할 수 있도록 기능을 보완한 것이다. 늘어나는 데이터 트래픽과 효율적인 이동성 지원을 위해서 Mobile Node가 연결되어 있는 GGSN/Foreign Agent를 최적의 GGSN/Foreign Agent로 대체함

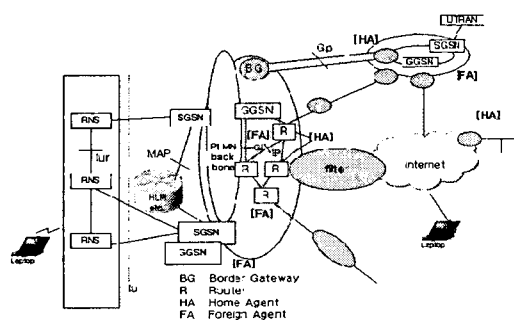


그림 10. UMTS/GPRS-Mobile IP의 2단계 구조

으로써 GGSN간의 Handoff 후에 더욱 효율적인 라우팅을 하도록 네트워크를 구성 할 수 있다. 이는 Handoff시의 패킷 유실에 대한 문제를 막고 보다 효율적인 라우팅을 제공하자는 목적이다.

그림 11은 현재의 GPRS 구조를 탈피하여 IP 망구조로 Mobile IP를 이용하여 이동성을 제공하는 방법이다. UMTS CN(Core Network)에서 GSM과 Mobile IP 이동성 지원 기능을 결합하는 방안이 연구되고 있으며 기존의 SGSN과 GGSN의 기능을 하나로 합친 IGSN(Internet GPRS Support Node)을 도입하여 보다 이동성을 최적으로 지원하는 방안을 연구하고 있다. 이것은 IETF Mobile IP 그룹에서 나가고자 하는 방향과 거의 일치하며, 최종적인 목표가 될 것이다. Session Activation이 GGSN을 사용하지 않고 IGSN만으로 이루어지기 때문에 현재의 GPRS 모델과는 상당히 다르며, 또한 모든 IGSN에 Foreign Agent가 장착되어 있어야 하는 단점을 가지고 있다. 하지만 늘어나는 데이터 트래픽과 이동성의 지원에 대한 필요성 증대에 따라 최종적으로 그림 11과 같은 형태로 발전할 가능성이 크다. 이러한 제안들은 아직 표준화 중에 있으며 GPRS 시스템을 가진 사업자들은 Mobile IP 서비스의 지원을 위하여 1단계의 시스템 구조를 기반으로 할 것이고, 최종적으로는 3단계의 시스템 모델을 사용할 것

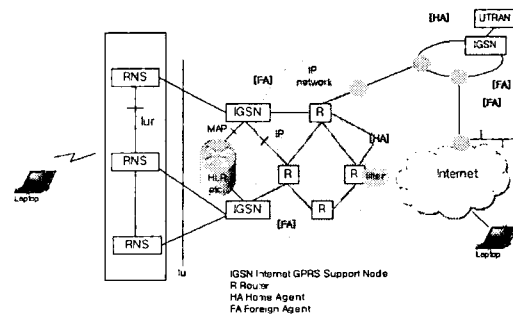


그림 11. UMTS/GPRS-Mobile IP의 3단계 구조

으로 예상된다.

#### 4.2 3GPP2

3GPP2는 IP를 이용한 네트워크를 구성하기 위해서 IETF의 Mobile IP와 3세대 고속 데이터 서비스를 이용하였다. IETF에서 제정한 프로토콜을 사용함으로써 다른 IP 네트워크와의 상호작용 및 로밍을 쉽게 하였으며 IP Security를 가진 Mobile IP Tunnel을 통해서 사설망 액세스를 제공할 수 있도록 하였다. 3GPP의 경우 Link-Level 이동성(다수의 RAN(Radio Access Network)을 통해 하나의 PPP Context를 유지)을 지원하기 위해서 GTP(GPRS Tunneling Protocol)을 사용하며 3GPP2의 경우 확장된 Mobile IP 개념의 터널링 프로토콜을 사용한다.

3GPP2는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 IP 구조를 개선하는 일을 수행하고 있으며 인터넷 기술들의 시너지 효과를 극대화하고 동시에 모든 서비스들을 제공하기 위해 하나의 IP 네트워크를 사용하는 것을 기본 방향으로 설정하고 있다. 그림 12는 3GPP2의 네트워크 구조를 보여주고 있다.

Mobile Node는 자기 자신을 알리기 위해 Mobile IP에 기반한 프로토콜을 사용한다. PDSN

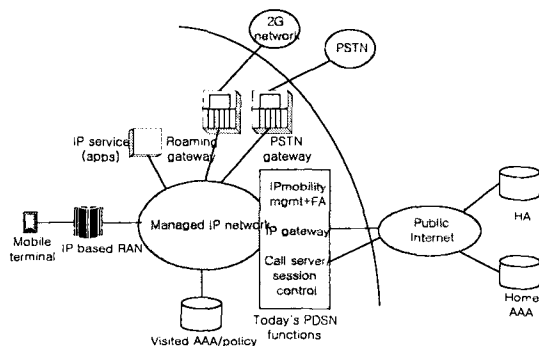


그림 12. 3GPP2에서 Mobile IP를 위한 네트워크 구조

은 Mobile IP 프로토콜에서의 Foreign Agent 기능을 가지고 있으며 패킷 라우팅 기능 및 R-P (Radio and Packet) 인터페이스 기능과 관련된 이동통신망 요구사항을 반영하고 있다. Mobile Node가 Foreign Agent에 연결되었을 때 Foreign Agent는 단말의 Home Agent와 Mobile IP Tunnel을 형성하고 Home Agent에게 등록 메시지를 보낸다. 그런 후 Home Agent는 해당 단말의 인증을 수행하기 위해 AAA(Authorization Authentication and Accounting) 서버에 접속한다. 인증이 성공적으로 수행되면 Mobile Node의 IP 주소는 데이터 세션동안 Home Agent에 저장된다. 즉 Mobile IP를 지원하는 다른 Device에 연결하는 것이 가능해지며 이러한 방법으로 다른 Access Network에서 이동성을 지원하는 것이 가능해진다. 그러나 이동성 지원을 위해 사용하는 주소 변환 과정이 필수적이기 때문에 먼 거리에 있는 Agent 간의 빠른 Handoff를 수행할 수 없게 된다, 이를 극복하기 위해 Agent들을 계층적으로 구성하고 멀리 떨어진 Home Agent와의 Update 정보 교환을 줄이는 여러 가지 방법이 제안되고 있다.

#### 5. 결 언

본 고에서는 Mobile IP의 드래프트와 RFC 문서를 참조로 하여 Mobile IP의 배경과 최근 연구 동향 및 이동 인터넷의 구조와 Mobile IP의 동작 메커니즘에 대하여 살펴보았다. 또한 Mobile IPv4와 Mobile IPv6의 차이점과 향후 추진방향 및 마이크로 이동성 지원 방안에 대하여 살펴보았다.

이동통신망에서는 Mobile IP의 적용방안으로 IETF와 3GPP/3GPP2에서 표준화에 많은 노력을 기울이고 있다. 3GPP의 TR23.923을 중심으로 UMTS에서의 Mobile IP 적용방안과 3GPP2의

TR45.6에서 채택하고 있는 Mobile IP를 이용한 네트워크 구성을 알아보았다. Mobile IP 기술은 현재 이동통신망에서 지향하는 링크 계층의 이동성을 IP 계층의 이동성으로 대체하여 나아가는데 당분간 주요 역할을 할 것이다. 무선 인터넷의 활성화가 빠른 속도로 이루어지고 All IP 망으로 점층적으로 나아가는 것을 고려한다면 Mobile IP의 표준화에 관한 연구는 앞으로 IMT-2000에서 인터넷 서비스를 지원하기로 계획되어 있는 만큼 필연적이며 초기 단계인 표준 기술의 확보가 급선무라 할 수 있다.

향후 차세대 이동통신 표준화 기관에서 표준화가 성공적으로 완성되기 위해서는 아직 많은 문제가 남아있으며 특히 이동성 관리 문제와 기존의 텔레콤 망과는 다른 IP 망에서 취약점인 QoS 및 신뢰성 확보가 최우선적으로 해결되어야 할 문제이다.

**참 고 문 헌**

[ 1 ] C. Perkins, "IP Mobility Support," Internet RFC 2002, Oct. 1996.  
 [ 2 ] R. Ramjee et al., "IP Micro-Mobility Support Using HAWAII," Internet Draft, Jul. 2000.  
 [ 3 ] A. Cambell et al, "Cellular IP," IETF draft, Jan. 2000.  
 [ 4 ] Vipul Gupta, Abhijit Dixit, "The Design and Deployment of a Mobility Supporting Network," ISPAN 96  
 [ 5 ] Eva Gustafsson et al., "Mobile IP Regional Registration," draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-04.txt, Mar. 2001.  
 [ 6 ] Hesham Soliman et al., "Hierarchical MIPv6 Mobility Management," draft-ietf-mobileip-hmipv6-02.txt, Feb. 2001.

[ 7 ] Tom. Hiller, "Wireless IP Network Architecture Based on IETF Protocols," TR45.6 Ballot, Feb. 2000.  
 [ 8 ] 3GPP, "Combined GSM and Mobile IP Mobility Handling in UMTS IP CN," 3G TR23.923 version 1.1.0, Oct. 1999.



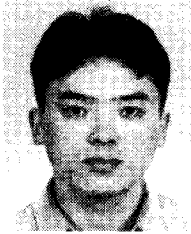
이 준 호

- 2000년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2000년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- 관심분야: IMT-2000, Mobile IP



조 성 훈

- 2000년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2000년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- 관심분야: 차세대이동통신망기술, Mobile IP



정 은 영

- 2001년 경원대학교 전자공학과(공학사)
- 2001년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- 관심분야: 무선 인터넷, IMT-2000



황 대 훈

- 1977년 동국대학교 수학과 졸업(학사)
- 1983년 중앙대학교 대학원 전자계산학과(공학석사)
- 1989년 중앙대학교 대학원 전자계산학과(공학박사)
- 1983년~1985년 한국산업경제기술연구원(KIET) 연구원
- 1987년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야: 멀티미디어 시스템 FA, 멀티미디어 산업체 응용, 가상 현실 등



정 선 화

- 1993년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1995년 경원대학교 컴퓨터공학과(교육학석사)
- 1997년 성일정보산업고등학교 교사
- 2001년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야: 차세대이동통신, 무선 Ad-Hoc 네트워크



박 석 천

- 1977년 고려대학교 전자공학과(공학사)
- 1982년 고려대학교 컴퓨터공학(공학석사)
- 1989년 고려대학교 컴퓨터공학(공학박사)
- 1979년~1985년 금성통신연구소
- 1991년~1992년 Univ. of California, Irvine Post Doc.
- 1992년~1994년 경원대학교 산업기술연구소장
- 1988년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 정교수
- 관심분야: 차세대 인터넷, 멀티미디어 통신, Mobile IP, 통신망 관리, IMT-2000 등