

인터넷에서의 이동성

한국과학기술원 조동호*

숭실대학교 신용태*

한국과학기술원 이선호

1. 서 론

현재의 통신 서비스 환경은 PSTN/PSDN 기반 음성서비스와 저속 데이터 서비스 위주의 유선망 환경이 ISDN/B-ISDN 기반의 광대역 멀티미디어 서비스로 확장되고 있다. 무선망 기반 서비스의 경우 단순한 문자 서비스인 페이지(Pager) 서비스, 음성서비스인 CT-2(Cordless Telephone-2), 셀룰라(Cellular) 전화 서비스가 음성 위주의 초기 PCS(Personal Communication Service)로 진화되고 있으며, 최근에는 멀티미디어 기반의 진보된 PCS 형태로 나아가고 있다. 이와 같은 고속 무선 통신 기술은 앞으로 전개될 통신 서비스의 핵심으로서 언제, 어디서나, 누구에게도 통신 서비스를 제공할 수 있는 기술이다. 이를 위하여 각 선진국들은 자국의 기술 연구개발과 표준화를 위해 많은 노력을 하고 있다.

현재 범세계적으로 PCS 서비스를 상용화하기 위한 노력이 이루어지고 있으며, 일부의 지역에서는 이미 상용 서비스가 제공되고 있는 실정이다. 이러한 가운데 국내외적으로 PCS의 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)으로의 진화를 통한 유무선 복합 광대역 개인통신망에 대한 연구가 활발히 진행중이며, 현재 각종 표준화 단체 및 연구기관을 통하여 기술규격을 체계적으로 권고하는 단계에 있다.

비약적으로 발전하고 있는 무선 통신 환경에 있어서, 다음 세대의 통신 서비스는 PDA와 휴

대형 컴퓨터 등 이동 컴퓨팅 단말의 진보와 함께 현재의 단순한 음성 위주의 서비스가 아닌 고속의 멀티미디어 데이터 서비스로 진화할 것이 분명하다. 멀티미디어 데이터 통신 위주의 무선 통신 환경을 구축하기 위해서는, 무엇보다도 이를 효과적으로 지원할 수 있는 유무선 통합 망 구조가 요구되며, 최근 WWW의 대중화와 함께 폭발적으로 증가하고 있는 IP 데이터그램 트래픽을 고려할 때 가까운 미래에 인터넷을 기반으로 한 유무선 통합 고속 데이터 통신망의 구축은 필연적이다.

인터넷 기반의 무선 데이터 통신망의 구축에 있어서 두 가지 핵심사항은 기존의 회선 중심 무선 통신망 구성에서 벗어난 새로운 패킷 중심 무선 통신망의 도입과, 인터넷 프로토콜의 핵심을 이루는 IP의 고속 교환이다. 기존의 음성 데이터 중심 무선 통신망은 기본적으로 회선 중심의 구조를 가지고 있으나, 이는 산발적이며 일정한 크기의 패킷으로 나뉘어 전송되는 데이터 통신에는 적합하지 않다. 따라서 현재의 음성 위주의 CDMA 무선망을 효과적으로 진화시켜 고속 무선 패킷 서비스를 동시에 지원할 수 있도록 하는 방안이 필요하다.

이러한 방안의 하나로 기존의 음성 위주의 서비스에 맞도록 개발된 BTS(Base Transceiver System)과 BSC(Base Station Controller) 및 MSC(Mobility Switching Center)로 구성된 이동 셀룰러 망에 망 연동을 위한 IWF(InterWorking Function)만을 부착하여 인터넷망과 고속 무선 통신망을 연동시킬 수 있다. 그러나 이렇게 할 경우 인터넷 데이터 전송에

*중심회원

최적화 되지 않음은 물론, 데이터 통신 관련 기능이 보강된 MSC를 사용한다 하더라도 음성과 데이터라는 서로 다른 특성을 지니는 두 가지 데이터를 효과적으로 전송하기 위해서는 많은 어려움이 따를 수밖에 없다. 또한, 새로운 MSC의 기능 추가와 IWF의 개발이라는 두 가지 문제를 해결해야 하는 난제가 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 이동성을 지원하면서 동시에 고속의 IP 라우팅 기능을 지니는 이동 IP 라우터를 사용할 필요성이 대두되었다. 기존의 IP 프로토콜을 확장시킴으로써 인터넷에서 이동노드가 어느 곳에서 접속하든지 IP 데이터그램을 전달하기 위해서 Mobile IP 프로토콜이 IETF 표준안으로 발표되었다.

또한 최근에 MANET WG에서는 Ad hoc 네트워크 형태로 이동 노드들이 동적으로 무선망을 형성하더라도 이동노드에 라우팅 기능을 포함함으로써 효율적으로 IP 데이터그램을 전달할 수 있는 프로토콜의 표준안을 제정하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

본고에서는 이동 인터넷통신을 위한 이동 IP에 관한 기존의 연구들과 IETF의 이동 IP 관련 표준안, 이동 IP의 기술개발 현황, 그리고 이동 Ad hoc 네트워크에서의 연구 현황에 관하여 간단히 알아보려고 한다.

2. 이동 IP에 관한 기존의 연구들

현재의 인터넷 프로토콜인 IPv4를 기반으로 단말의 이동성을 지원하기 위한 방안으로는 콜롬비아대학, Sony, IBM으로부터 각각 제안된 세 가지 안이 있다. 세 가지 이동 호스트 프로토콜(MHP, Mobile Host Protocol)의 차이는 단말의 위치 정보를 어떻게 나타내고 정보를 주고받는가 하는 데 있다. IETF에서는 이 세 가지 MHP를 비교 검토하여 2년이던 세월과 17번에 걸친 개정 끝에 이동 IP에 대한 RFC 2002를 발표하였다[4].

2.1 Sony MHP[1]

Sony사의 MHP는 두개의 32비트의 기존 IP 형식의 주소를 사용하여 이동 호스트(MH,

Mobile Host)를 나타낸다. 이 주소는 각각 virtual IP address(VIP)와 temporary IP address(TIP)가 되며, VIP는 상위 프로토콜 계층에서 사용하는 영구 주소로 VIP의 네트워크 필드는 MH의 홈 네트워크(HN, Home Network)를 나타낸다.

MH가 이동하여 다른 지역의 서브넷에 연결이 되면 DHCP와 같은 프로토콜을 사용하여 TIP를 얻게 된다. 이 TIP는 MH가 현재 위치한 네트워크의 위치 정보를 포함하게 된다. 만약 MH가 자신의 HN에 위치하고 있으면 VIP와 MIP가 동일하며 MH는 자신의 HN에 연결되어 있는 게이트웨이에 현재의 TIP를 항상 알려주게 된다.

Sony사의 MHP는 VIP 정보를 처리하기 위해 새로운 IP option을 정의하였다. 그리고 TIP의 정보는 IP 데이터그램 헤더의 주소필드에 사용하게 되며, VIP를 위한 IP option에는 데이터그램 type, hold time, timestamp 정보 등을 담게 된다. 또한, VIP를 TIP 매핑으로 전달하기 위해서 Propagating Cache Method라는 방식을 제안하였다. Sony MHP로 동작하는 라우터나 단말은 지나가는 IP 데이터그램의 헤더와 option 필드를 살펴 MH의 매핑 정보를 얻은 후 이를 Address Mapping Table (AMT)에 캐싱시킨다. 이러한 방식으로 주소 정보는 특정한 MH에 IP 데이터그램을 라우팅하기 위해 필요한 네트워크의 다른 장치들에 알려지게 된다.

AMT의 내용은 이용 가치가 없어지거나, 타임어 종료, 다른 정보로의 갱신 등으로 바뀌게 된다. 그리고 홈 게이트웨이에서 전달되는 VipDelAmt라는 특정한 관리 패킷에 의해서도 정보가 삭제되게 된다. 이러한 과정은 보장된 방식은 아니고, 무효한 엔트리가 발견될 때마다 VipErrObs 패킷이 만들어진다. 캐쉬의 엔트리는 생성되거나 갱신될 때마다 VipHold라는 값을 가지는 타이머를 작동시키게 되고, 지나가는 데이터그램에서 얻은 정보로 계속 갱신되게 된다.

Sony사의 MHP의 동작 예는 다음과 같다. MH1이 MH2에 패킷을 보내길 원할 때 MH1은 MH2의 VIP만을 알고 있고 TIP는 알지 못

한다. 이러한 경우 VIP와 같은 IP 주소를 데이터그램의 주소 필드에 사용하게 된다. 이 데이터그램은 기존의 IP 라우팅 기능에 의해 MH1의 HN에 있는 게이트웨이로 라우팅되어진다. 만약 중간 라우터가 AMT 캐쉬에 가장 최근의 매핑 정보를 가지고 있으면 데이터그램의 목적지 IP 주소를 MH2의 TIP주소로 바꾼다(AMT와 timestamp 비교). 이 데이터그램은 MH2의 현재 위치로 전달되게 되고, 이러한 과정은 네트워크 내에서 여러 번 발생할 수 있다. 중간 라우터가 MH2를 위한 매핑 정보가 없거나 중간 라우터들을 거치지 않고 MH2의 홈 게이트웨이로 데이터그램이 전달되는 경우, 만약 MH2가 홈 네트워크에 연결되어 있다면 그대로 전달된다. 그러나 다른 서브넷으로 이동한 경우는 홈 게이트웨이가 데이터그램의 목적지 주소를 MH2의 TIP로 변경하여 재전송하게 된다. MH1이 MH2로부터 데이터그램을 받는 경우는 자신의 AMT에 매핑 정보를 저장하고, 이후부터는 직접 MH2에 데이터그램을 보내게 된다. 중간에 있는 다른 라우터들도 또한 매핑 정보를 갱신하게 된다. MH2가 이동하여 다른 서브넷으로 이동하게 되면 새로운 TIP를 얻고 이를 VipConn이라는 관리 패킷을 사용하여 홈 게이트웨이에 알리게 된다. 홈 게이트웨이는 VipDelAmt 패킷을 망으로 전달하여 캐쉬 엔트리를 갱신하도록 한다. 이 패킷은 망 내의 모든 라우터에 전달되며 또한 MH2에 대한 정보를 가지고 있는 단말들에 전달된다. 그러나 사용하지 않는 캐쉬 엔트리가 계속 있는 경우는 보통의 동작에서나 타임아웃에 의해 정보가 삭제되게 된다. 이동 후에 패킷은 앞에서 설명한 방식으로 다시 동작하게 된다.

Sony사의 MHP는 새로이 프로토콜이 추가되는 이동 단말간의 통신에 효율적이나, 주소 정보를 갱신하기 위한 많은 관리 패킷을 생성하게 된다. 또한, 통신 중 단말이 이동하는 경우 순간적으로 큰 지연을 발생시켜 성능 저하 및 통신의 단절을 유발할 수 있다.

2.2 Columbia MHP[2]

Columbia MHP의 기본적인 개념은 작은 수의 실제 서브넷들간에 걸쳐서 사용되는 가상적

인 이동 서브넷의 정의를 사용하는 것이다. 이동 서브넷내에는 하나의 Mobile Support Router(MSR)이 존재하고, MSR은 실제의 서브넷과 이동 서브넷과의 게이트웨이 역할을 수행한다. MH는 이동 서브넷 내에서 고정된 주소를 할당받게 된다.

그림 1은 가상 이동 서브넷을 보여주는 네트워크의 한 예다. 여기서 (1.x), (2.x), (3.x), (4.x), (5.x)는 각 서브넷을 나타내는 것이고, (1.x)가 백본 네트워크로 사용된다. MSR은 (5.x)로 나타내는 이동 서브넷에 연결되어 있으며 동시에 각 서브넷에 연결되어 있다. 각 MSR은 주기적으로 Beacon 패킷을 무선으로 전송하고 MH는 이 패킷에 응답하여 MSR에 등록을 하게 된다.

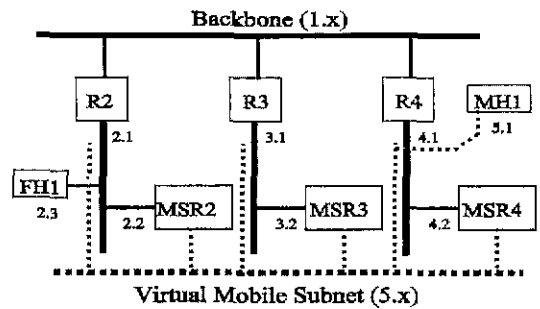


그림 1 Columbia 망의 예

MH1과 FH1이 통신하는 예를 들면, MH1 (5.1)은 물리적으로 세그먼트 4에 연결되어 있고 MSR4의 Beacon 패킷에 응답하여 등록을 하게 된다. FH1이 MH1에 패킷을 보내려고 하는 경우 이 패킷은 먼저 FH1과 같은 서브넷에 있는 MSR2로 전달된다. MSR2가 MH1의 현재 위치를 모르는 경우 MSR2는 MH1를 등록하고 있는 MSR을 알아내기 위해 다른 MSR들에 WhoHas 패킷을 전송한다. MSR4는 MSR2에 IHave 패킷을 전송하여 이에 응답한다. 이후 MSR2는 MH1에 전달되는 패킷을 encapsulation 프로토콜을 사용하여 MSR4로 전달한다. MSR4는 이 패킷을 decapsulation하여 MH1으로 전달한다. MSR2가 MH1의 현재 위치 정보를 캐싱하여 이후의 패킷에 대하여는 캐쉬 정보를 이용하여 전달한다.

MH1이 세그먼트 3으로 이동하여 MSR3에 등록을 하게 되면 MSR3는 MH1의 새로운 위치 정보를 MSR4에 알려 주기 위하여 MSR4에 acknowledged FwdPtr 패킷을 전송한다. MSR2는 계속해서 MH1으로 가는 패킷을 MSR4로 전송을 하게 되고, MSR4는 이 패킷을 MSR3로 터널링한다. 그리고 MH1의 새로운 위치를 알려 주기 위해 MSR2에 Redirect 패킷을 보내게 된다. 이 후의 패킷은 MSR2에서 MSR3로 직접 터널링된다.

이동 호스트 프로토콜은 넓은 지역 내에서 이동하는 경우는 적합하지 않다. 이동 호스트의 현재 위치를 알리는 과정이 너무 많은 WhoHas 패킷을 만들므로 확장성에 있어서 제한을 받는다. 또한 많은 수의 MSR을 필요로 하게 된다. Columbia MHP는 넓은 지역 내에서 이동성을 지원하기 위해 다음과 같은 방법을 정의하였다. MH가 이동 서브넷을 다루는 MSR이 없는 서브넷으로 이동하는 경우 MH가 자신의 MSR로 동작하도록 한다. 이러한 모드에서 동작하는 MH를 popup이라고 한다. Popup MH가 다른 지역의 서브넷으로 이동하는 경우, DHCP 같은 프로토콜을 사용하여 외부주소(FA, foreign address)를 얻게 된다. MH는 이 주소를 자신의 홈 MSR에 등록을 하게 된다. 홈 MSR은 이어서 이 MH에 대한 WhoHas 패킷 과정을 처리하고, 이 MH의 패킷을 MH의 외부주소로 터널링 한다. MH 자신이 이 패킷을 decapsulation하며, MH가 보내는 모든 패킷은 다시 전송을 위해 홈 MSR로 터널링된다.

2.3 IBM MHP[3]

IBM MHP는 이동성의 지원을 위해 TCP와 UDP의 기능을 사용한다는 점에서 앞의 두 방식과 차이가 있다. TCP가 IP 헤더에 있는 loose source routing(LSSR) 옵션 필드를 가진 패킷을 받게 되면 응답을 하는 패킷에는 반드시 같은 LSSR을 첨가하여 보내게 된다. 유사하게 UDP가 LSSR 옵션을 가진 패킷을 수신하게 되면 UDP도 응답을 하는 패킷에 LSSR을 첨가하여 보내게 된다. 이러한 기능은 기존의 외부 호스트(FH, foreign host)가

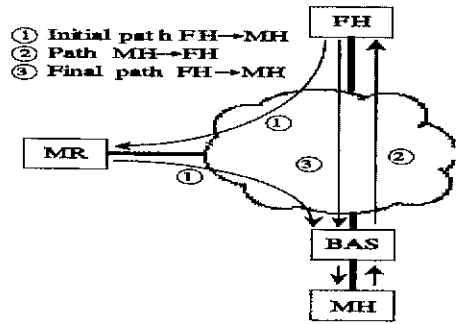


그림 2 IBM MHP의 예

MH를 위한 라우팅에 참여하게 됨을 의미한다.

MH가 네트워크에 접속할 때마다 MH가 위치한 서브넷의 Base Station(BAS)에 등록을 하게 된다. 또한 MH는 BAS의 주소를 자신의 이동 라우터(MR, mobile router)에 알리고, MR는 MH의 그룹에 연결 정보를 알리게 된다.

그림 2는 FH가 MH로 패킷을 전송하는 예를 보여준다. FH는 정상적으로 패킷을 전송하고 그 패킷은 기존의 라우팅 프로토콜을 사용하여 MH가 속한 MR에 전송된다. MR이 패킷을 받게 되면 MH의 현재 위치를 찾고 패킷에 LSSR 옵션을 추가하여 MH가 위치한 서브넷의 BAS로 보내게 된다. 패킷은 기존의 라우팅 프로토콜을 사용하여 BAS를 거쳐 MH로 전달된다. MH로부터 FH로 보내지는 패킷은 첫 번째 홉으로 BAS를 설정한 LSSR 옵션이 첨가되어 보내지며 FH가 이 패킷을 받게 되면 이후의 MH로 보내지는 패킷은 MR을 거치지 않고 직접 BAS를 통해 MH로 전달된다.

MH가 다른 서브넷으로 이동하게 되면, MH는 먼저 새로운 BAS에 등록을 하고 MR에 새로운 위치를 등록한 후 이전의 BAS에 자신의 엔트리를 지우도록 하는 패킷을 보낸다. 이미 이전의 BAS로 보내진 패킷들은 이전의 BAS가 다시 MR로 보내고, 이는 다시 현재의 BAS로 재 라우팅 된다.

3. IETF의 이동 IP 표준안[4]

현재 사용하고 있는 인터넷 프로토콜은 두 가지 가정을 가지고 설계되었다. 즉, 노드는 고

정되어 있어야 하며, 노드의 IP주소에서 그 노드가 속한 네트워크를 구분하여야 한다. 데이터그램이 라우팅 될 때 노드의 IP주소의 네트워크 주소를 기본으로 한다. 예를 들어, 203.254.215.110 IP주소가 목적지인 데이터그램은 203.254.215 네트워크 주소를 가진 네트워크를 통해서만 그 데이터그램을 받을 수 있다. 만약에 한 노드가 IP주소의 변화 없이 인터넷상에서 이동하게 되면 그 노드로 라우팅되는 것이 가능하지 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 IETF에서는 1992년부터 앞에서 기술한 세 가지 연구를 기초로 이동 IP(Mobile IP)를 표준안 RFC 2002로 제정하게 되었다.

이동 IP는 기본적으로 정의된 세 가지 엔티티가 있는데 이동 노드(MN, mobile node)와 홈 에이전트(HA, home agent), 외부 에이전트

(FA, foreign agent)이다. 이동 IP 프로토콜에서 사용하는 주요 용어는 표 1과 같다. 각 MN은 다른 인터넷 호스트와 마찬가지로 유일한 홈 IP 주소를 할당받는다. IP 데이터그램을 MN에 전송하고자 하는 경우에는 MN의 위치에 상관없이 항상 MN의 홈 IP 주소로 데이터그램을 전송한다. 각 MN는 자신의 홈 네트워크(HN, home network)에 현재 위치 정보를 저장하고 있는 HA를 가지게 된다. MN의 위치는 care-of-address(COA)로 나타내어지고, MN의 홈 주소와 현재의 COA의 관계는 바인딩 프로세스를 통해 설정된다. 새로운 지역으로 이동하여 새로운 COA를 가질 때마다, HA에 새로운 바인딩을 등록하여 HA가 항상 MN의 현재의 바인딩 정보를 알게 한다. HA는 같은 HN를 공유하는 다수의 MN들을 지원하게 된다.

표 1 이동 IP에서 사용하는 주요 용어

HA(Home Agent)	MN의 현재 COA와 홈 IP주소를 MN의 HN에 속한 라우터로써, MN가 HN를 떠났을 때 데이터그램을 터널링을 통해 전달하고 MN의 현재 위치정보를 가진다.
FA(Foreign Agent)	MN가 현재 속해 있는 네트워크의 라우터로써, MN에게 자신의 IP주소나 임시 IP주소로 COA를 부여한다. MN이 자신의 서비스 지역에 속해 있는 동안 이 MN에 대한 라우팅을 재공하고 MN의 HA에 의해 터널링된 데이터그램을 detunneling하여 MN로 전달하며 MN의 기본 게이트웨이 역할을 한다.
MN(Mobile Node)	이동성을 가진 호스트 또는 라우터로써 자신의 IP주소를 변경하지 않고 다른 네트워크로 이동할 수 있다.
MA(Mobility Agent)	각 에이전트가 속한 네트워크의 이동성을 관리하는 에이전트로서 HA와 FA를 통틀어 MA라 한다.
홈 주소(Home Address)	MN을 식별하는 유일한 IP주소이다.
HN(Home Network)	MN의 홈 주소가 속한 네트워크이다.
FN(Foreign Network)	MN가 이동하여 속하게 되는 HN가 아닌 다른 네트워크이다.
COA(Care-of Address)	MN가 HN를 떠나 FN에 속해 있을 때 전달하기 위한 주소로 사용하는 IP주소로 MN의 현재 접속지점을 반영한다. COA는 MN를 가리키는 termination point라 할 수 있다.
Agent Advertisement Message	각 MA들이 자신의 존재와 자신에 대한 정보를 알려주기 위하여 방송하는 메시지로 ICMP의 라우터 advertisement 메시지를 확장한 형태이다.
Agent Solicitation Message	MN가 현재 속한 네트워크의 에이전트에게 Agent Advertisement 메시지를 방송하도록 요구하는 메시지이다.
Registration Request Message	MN가 HA에게 COA를 홈 주소와 바인딩하여 줄 것을 요구하는 등록요청 메시지이다.
Registration Reply Message	등록요청에 대한 응답 메시지이다.
Tunnel	데이터그램을 캡슐화하여 원하는 목적지까지 전송하고, 이를 목적지 노드가 역캡슐화하여 원래의 데이터그램을 수신하는 경로를 말한다.

MN가 HN를 벗어나 다른 망에 연결하게 되면 두 가지 방법으로 COA를 할당받을 수 있다. 보통의 경우는 MN가 agent discovery 프로토콜을 사용하여 방문한 망의 FA를 발견하도록 한다. FA를 발견하면 MN는 FA에 자신의 홈 IP주소를 등록하고, FA의 IP 주소를 MN의 COA로 사용한다. FA는 자신에 등록된 MN로 전송된 패킷을 위해 “local forwarder”로서의 역할을 수행한다.

다른 방법으로 DHCP 등을 사용하여 이동한 네트워크에 속하는 임시적인 IP 주소를 할당받아 MN가 이 임시적인 주소를 COA로 사용할 수 있다. 이 경우 새로 할당 받은 IP주소를 Co-located COA라고 하며, 이때에는 MN가 직접 HA에게 등록을 한다.

MN가 HN를 벗어나 있는 동안은 MN의 HA가 그 MN로 전송되어 온 모든 데이터그램을 가로채어 MN의 현재 위치로 전달한다. MN의 홈 주소로 전송되어 온 데이터그램은 우선 MN의 HN로 기존의 IP 라우팅으로 전송되며, 이 데이터그램은 HA에 의해 가로채어진다. HA는 가로챈 데이터그램을 MN의 현재 COA로 터널링시켜 전달한다. COA가 FA의 주소인 경우에는 FA가 터널링 헤더를 제거하고 지역망을 통해 MN에 전달한다. MN이 DHCP를 사용하여 임시적으로 할당받은 IP 주소를 COA로 사용하는 경우에는 터널링된 데이터그램이 직접 MN에 전달된다. HA와 FA는 한 망에서 각각 다른 노드에 의해 구현되거나 한 노드가 두 가지 기능을 모두 가지고 있을 수도 있다. 그림 3은 이동 IP의 기본동작을

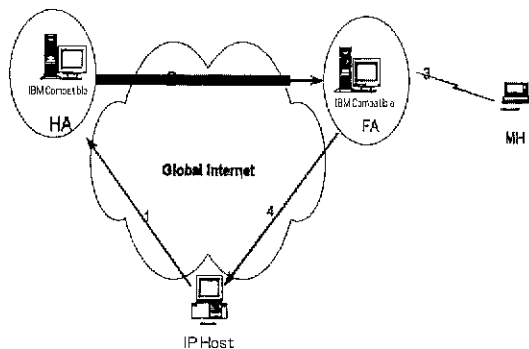


그림 3 이동 IP의 기본동작

보여준다.

3.1 이동 IP Protocol stack

이동 IP 프로토콜의 구조는 다음 그림 4와 같으며, 각 프로토콜에 대한 설명은 3.2~3.5와

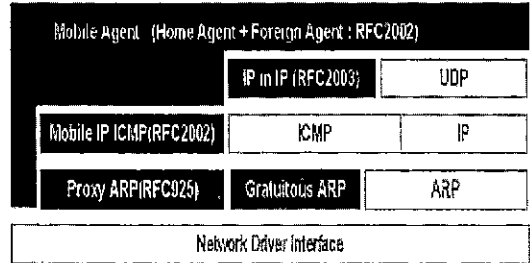


그림 4 이동 IP 프로토콜 스택

같다.

3.2 ARP

(1) General ARP

전송노드에서 목적지노드의 IP 주소를 이더넷망에서 방송하고 목적지노드에서 이더넷 MAC 주소를 전송노드에 응답한다(ARP Response).

(2) Proxy ARP

임의의 호스트가 MN접속 시에 필요한 것으로 HA에서 MN의 이더넷 주소를 찾는 ARP Request 패킷을 캡슐화하여 HA의 이더넷 주소를 ARP Response 패킷에 실어서 전송노드에 전달한다. 이때 HA의 MN DB의 MN IP주소를 참조하여야 한다.

(3) Gratuitous ARP

MN에서 Location Registration Request가 HA에 요구되면 HA에서 MN의 IP주소와 이더넷 주소를 서브넷에 방송한다.

3.3 ICMP for Agent Discovery

(1) MN의 ICMP는 HA를 찾기 위한 Agent Solicitation 메시지를 서브넷에 방송한다.

(2) HA의 ICMP는 주기적으로 Agent Advertise 메시지를 발생시키고 MN로부터 Agent Solicitation 메시지를 받으면 Agent Advertise 메시지를 전송한다.

(3) FA의 ICMP는 주기적으로 Agent Advertise 메시지를 발생하고 MN로부터 Agent Solicitation 메시지를 받으면 Agent Advertise 메시지를 전송한다.

3.4 IP-in-IP

터널링 기법의 하나로 HA의 MA DB에 등록된 주소를 가지는 IP 데이터그램을 IP로 캡슐화하여 FA로 전송하는 것이다. FA에서는 캡슐화된 IP 데이터그램을 받아서 자신의 서브넷에 존재하는 MN로 전송한다.

3.5 Mobile Agent(Home Agent+Foreign Agent)

- (1) DB 관리를 행한다(HA DB+FA DB).
- (2) Proxy ARP 송수신 기능을 제어하거나 Proxy ARP 패킷을 제어한다.
- (3) Agent Discovery 기능을 가진다.
- (4) 등록 기능을 가지는데 이것은 UDP로 전송되는 Registration 패킷을 처리한다.
- (5) IP-in-IP 기능을 제어하거나 IP-in-IP 패킷을 처리한다.

4. 이동 IP의 주요 기능[5]

4.1 에이전트 발견(Agent Discovery)

그림 5에서와 같이 MN는 ICMP로 자신이 속한 네트워크의 FA를 찾는 메시지를 보낸다. 그러면 FA는 Agent Advertisement 메시지를 보내서 결국 에이전트 발견이 수행된다.

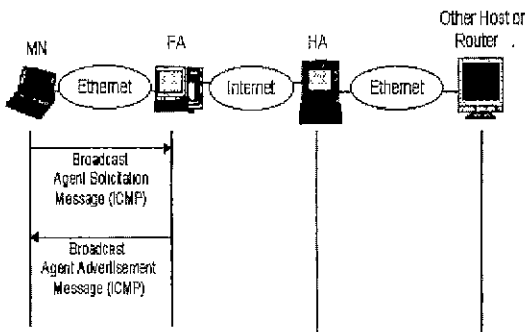


그림 5 Agent Discovery

4.2 등록(Registration)

에이전트 발견 후에 수행하는 것으로 MN가 Registration Request를 보내면 FA도 HA에 Registration Request를 보낸다. 그러면 HA는 인증을 하고 MA MN DB를 갱신한다. 그 후 HA는 FA에 Registration Reply를 보내고 이어서 FA는 MN에게 Registration Response를 보낸다. 이 때 FA도 DB를 갱신한다. HA는 다른 호스트나 라우터들이 이 사실을 알도록 MN의 IP주소와 이더넷 주소를 서브넷에 방송한다(그림 6 참조).

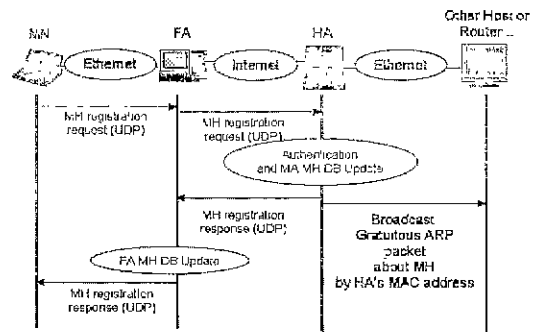


그림 6 Registration

4.3 IP Tunneling

다른 호스트나 라우터에서 MN의 MAC 주소에 대한 ARP 요청을 할 경우 HA는 MN의 이더넷 주소를 찾는 ARP Request 패킷을 캡슐화하여 HA의 이더넷 주소를 ARP Response에 실어서 전송노드에 보낸다. 그 후 다른 호

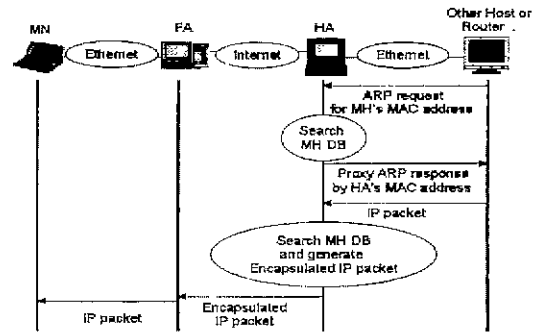


그림 7 IP Tunneling

스트나 라우터가 HA로 IP 데이터그램을 보내면 HA는 MN DB를 검색하고 캡슐화된 IP 데이터그램을 FA로 보내고 FA는 다시 MN로 IP 데이터그램을 역캡슐화하여 보낸다(그림 7 참조).

5. 이동 IP 구현사례

Mobile IP의 구현사례 및 특징은 다음과 같다.

5.1 Binghamton 대학의 구현 사례

Linux에서 수행되었고 IETF에서 제안한 스펙의 완성을 위해서 Linux의 기존 인터페이스를 활용하여 사용자 레벨 코드만으로 구성하였다. 이 구현에서는 유, 무선 환경을 고려하였고, 무선 환경에서의 이동 감지방법으로 Lazy cell switching방법을 사용하였다.

5.2 CMU대학의 구현 사례

BSD 환경 하에서 수행되었으며, Linux에서의 구현과는 달리 여러 인터페이스 등이 커널 레벨에서 제공되지 않으므로 커널 코드와 사용자 레벨 코드 부분으로 나누었다.

5.3 Singapore 대학의 구현 사례

IETF의 스펙에 기반 하여 리눅스를 기본환경으로 구현하였으며, 기본적인 것은 다른 구현들과 유사하다. 이동 호스트는 Windows 95 환경에서도 구현을 하였는데 이식 (portability) 밖에 지원을 하지 못하는 한계성을 가진다.

5.4 Stanford 대학의 구현 사례

IP의 route lookup 함수를 수정하여, 기존의 라우팅 테이블과 Mobile Policy Table의 참조에 의한 경로 설정의 유연성과 VIF(Virtual InterFace)에 의한 캡슐화 기능, 상이한 네트워크와 통신 디바이스의 스위칭 연결을 유지하기 위한 기능이 있다.

Mobile IP 표준동향은 현재는 10개의 Internet-Drafts와 8개의 RFC(Request For Comments) 표준화 작업이 활발히 진행되고 있고 RFC 내용은 다음과 같다. 최근에는 Mo-

bile IP 보안부분에 관한 연구가 크게 확대되고 있다.

- IP in IP Tunneling
- Applicability Statement for IP Mobility Support
- Minimal Encapsulation within IP
- IP Encapsulation within IP
- IP Mobility Support
- The Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIV
- Reverse Tunneling for Mobile IP
- Sun's SKIP Firewall Traversal for Mobile IP

6. Mobile Adhoc Networking (MANET)

1997년부터 연구가 진행된 Manet의 방향은 이동 노드의 라우팅 함수기능을 합동함으로써 이동 무선 네트워크에서 강건함과 효율성을 제공하는데 있다. 이러한 네트워크는 동적이 되고, 때론 급속하게 변하여, 무작위로 다중 홉 토폴로지가 될 것으로 예상된다. 그것은 무선링크의 대역폭 제약과 관계가 있다. 호스트가 외부 서브 넷이 있는 고정된 네트워크로 물리적으로는 직접 연결될 수도 있고, 무선링크나 전화선으로도 연결이 가능하다. 이동호스트의 이러한 형태를 제공하기 위해서는 홉 단위 마다의 라우팅이 현재의 고정 네트워크의 라우팅 프로토콜과 상호 연관성이 있어야한다.

MANET의 목표는 노드들이 자발적이고, 이동성, 무선영역으로 라우팅 프로토콜 영역을 확장하는데 있다. 노드들은 ad hoc 형태로 네트워크 라우팅 구조를 형성하는데 MANET을 구성하는 각 이동 호스트는 라우터의 기능을 포함하게 된다.

MANET은 노드 자신이 Adhoc 형태로 네트워크 라우팅 인프라스트럭처를 형성하는 것이 가능하며, 노드의 빠른 이동에 따른 위상 변화에 적응 가능한 라우팅 프로토콜이 요구되어진다. 또한 무선 이동 호스트들은 대역폭과 전력 사용에 제한을 가지므로 기존의 유선망에서의 라우팅 프로토콜들은 확장되거나 보완되

어야 한다. 따라서, 이동 무선 도메인에서 효과적인 라우팅을 유지하면서 위상의 변화에 효율적으로 대응하는 프로토콜이 연구, 개발되어질 필요가 있다.

MANET의 특징은 다음과 같이 요약될 수 있다.

-동적인 위상에서 노드들은 자유롭게 이동하는 데에 제한이 없다. 따라서 네트워크 위상이 빠르게, 일정한 패턴이 없이 변하게 되며 양방향 또는 단방향 링크들로 구성된다.

-무선 링크들은 유선 링크보다 대역폭이 낮다. 또한 다중 접속, 페이딩, 잡음, 간섭 등을 고려하면 실제용량은 더욱 작게 된다.

-MANET을 구성하는 대부분의 노드들은 전력으로 전전지를 사용할 것이다. 이러한 노드들에 있어 전력 보화가 시스템 디자인의 주요 고려사항이다.

-분산된 동작 체제를 갖춰야 하고, 순환 구조가 없어야 한다.

-무선 네트워크에서는 단방향 링크가 발생할 수도 있으므로, 단방향 링크의 존재도 수용할 수 있는 라우팅 알고리즘이 필요하다.

MANET은 현재 6개의 프로토콜이 Internet Draft로 있는데 IETF MANET 워킹그룹에서 MANET 환경에서의 라우팅 기법과 보안연구에 대한 논의가 중점적으로 수행되고 있다.

- Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Routing
- The Dynamic Source Routing(DSR)
- Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA)
- The Zone Routing Protocol(ZRP)
- Cluster Based Routing Protocol(CBRP)
- An Internet MANET Encapsulation Protocol(IMEP)

7. 결 론

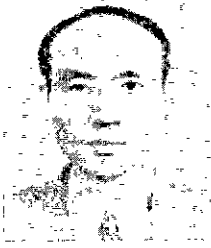
향후 10년 안에 유선, 무선 가입자 및 각종 자동화 기기를 포함한 인터넷 가입자 수가 약 1억에 달할 것으로 예상된다. 따라서 이들을

수용할 수 있는 표준안의 마련이 시급하다. 이에 IETF의 이동 IP WG이 이동형 단말기에서 인터넷을 할 수 있는 아키텍처와 프로토콜을 개발하여 표준을 마련하고 있다. 이 프로토콜은 IPv6(Internet Protocol version 6)로써 서로 다른 네트워크와 다양한 매체간에 호스트로밍 서비스를 지원해 이동성을 지원하는 프로토콜이다. 즉 IPv6에 이동 IP기능이 있으므로 이동 IP에 관련된 연구의 필요성이 있으며 이동 IP 스위치를 기반으로 고속 무선 패킷 데이터 망이 구성되는 경우, 국내 기술을 이용하여 무선망 구성의 핵심을 이루는 무선 고속 데이터 교환 기능을 확보할 수 있고, 사용자 측면에서는 무선 고속 데이터 전송을 보다 저렴한 가격에 이용할 수 있다. 또한 MANET WG에서는 Ad hoc 네트워크 형태로 이동 노드들이 동적으로 이동망을 형성하더라도 효율적으로 IP 데이터그램을 전달할 수 있는 프로토콜을 제정하고 있다. 이를 이용하면 주파수자원을 효율적으로 사용하면서 이용의 편의성을 극대화 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Fumio Teraoka, "VIP:IP Extensions for Host Migration Transparency," RFC Draft, July 1992.
- [2] John Ioannidis, Dan Duchamp, Gerald Q. Maquire Jr., and Steve Deering, "Protocols for Mobile Internetworking," RFC Draft, June 1992.
- [3] Charles Perkins and Yakov Rekhter, "Short-cut Routing For Mobile Hosts," RFC Draft, July 1992.
- [4] Charles Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
- [5] Charles Perkins, Mobile IP, Addison Wesley, 1997.
- [6] S. Corson, J. Macker "Mobile Ad hoc Networking(MANET)", Internet Draft, October 1998

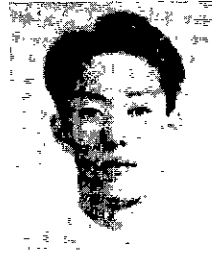
조 등 호



1979 서울대학교 전자공학과(학사)
1981 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)
1985 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)
1985~1987 한국과학기술원 통신훈학연구소 선임연구원
1987~1998 경희대학교 전자계산공학과 교수
1989~1995 경희대학교 전자계

산소 소장
1998~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 부교수
E-mail: dhcho@ee.kaist.ac.kr

이 선 호



1999 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(학사)
1999~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)
관심분야: Mobile IP, 위치 관리 기법
E-mail: shlee@comis.kaist.ac.kr

신 용 태



한양대학교 공과대학 산업공학과에서 학사, 미시시피주립대학교 전산학과 학부 및 석사과정 수료, Univ. of Iowa 전산학과에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. Univ. of Iowa에서 객원교수, 미시간주립대학교 전산학과 전임교수를 역임하였다. 현재 숭실대학교 컴퓨터학부 조교수로 재직중이며 주요 연구관심분야는 멀티캐스팅, 그룹통신, 실시간통신, 이동인터넷통신 등 인터넷 관련

프로토콜이다.
E-mail: shun@computing.soongsil.ac.kr

● 제26회 임시총회 및 춘계학술발표회 ●

- 일 자 : 1999년 4월 23일(금)~24일(토)
- 장 소 : 목포대학교
- 문 의 처 : 한국정보과학회 사무국
Tel. 02-588-9246, Fax. 02-521-1352
http://kiss.or.kr
E-mail: kiss@kiss.or.kr