

※ 특집 IMT-2000 네트워크 주요 표준기술 동향 II IETF의 이동통신용 프로토콜의 표준화 작업 동향



김기천
건국대학교 컴퓨터공학과 조교수

현재 3G 기술의 주된 진전은 IP기반의 프로토콜을 기반으로 하는 핵심망의 부분이라고 해도 과언이 아니다. 3GPP2의 경우, IETF의 Mobile IP를 호스트의 매끄러운 로밍을 위한 핵심망의 라우팅 프로토콜로 채택하고 있으며 3GPP 역시 기존의 GTP기반의 GPRS 망에서 인터넷과의 글로벌한 로밍을 위해 IETF의 Mobile IP를 채택하려고 하는 입장이다. 본 글은 3G 기술, 특히 핵심망에서 호스트의 매끄러운 로밍을 지원하기 위한 기술지원 동향을 ITU의 입장이 아닌 IETF의 입장에서 고찰하도록 한다. 이를 위해 본 글은 IETF에서 3G 셀룰러망을 위한 표준규격 워킹그룹을 분류하고 각 워킹그룹의 역할을 고찰해 보도록 한다.

1. 라우팅 영역/Mobile IP 워킹그룹의 표준화 동향

1992년 IETF에서는 IPv4나 IPv6를 기반으로 하여 IP 서브 네트워크들간에 매끄러운 로밍 서비스를 지원하기 위한 방법을 연구하고 개발하기 위해 MIP(Mobile IP) WG을 결성하였고 IPv4에서 이동성을 지원할 수 있는 Mobile IP 표준(RFC 2002)을 제정하였다. Mobile IP의 표준화를 담당하고 있는 IETF의 MIP(Mobile IP) WG은 인터넷 망에서 이동성을 지원하기 위한 구조와 프로토콜을 개발하고 이를 적용할 목적으로 구성되었다. 이 WG은 무선 셀룰러 환경에서 무선데이터를 위한 IP 이동성을 제공할 수 있는 기술중 하나로서 Mobile IP의 사용을 고려하고 있으며, 북미의 3세대 이동통신방식인

3G packet data system 방식에서는 Mobile IP를 사용함으로써 IP 이동성을 지원한다. 또한 GPRS, UMTS, CDMA2000 등의 셀룰러 시스템에서 Mobile IP WG의 프로토콜들을 채택하도록 힘을 쏟고 있는 상태이다. 이 WG의 동향을 살펴보면 우선 '98년 상반기에 Mobile IP를 위한 방화벽, HA와 FA간의 터널을 설정하는 것, 로밍에서 Mobile IP를 지원하는 방법에 대한 인터넷 드래프트가 각각 한편씩 등록되었다. 그리고 '98년 하반기에 IPv6에서 이동성을 지원하는 드래프트가 등록되고 제한된 브로드캐스트 메시지를 이용한 MN(Mobile Node)에 HA를 유동적으로 할당시키는 방법에 대한 드래프트도 한 편 등록되었다.

'99년 2월에는 Mobile IP에서 루트를 최적화하는 방법이 이슈화되었고 셀룰러 입장에서 바라

본 Mobile IP의 요구사항 또한 논하였다. 역시 '99년 2월에 등록된 드래프트에 따르면 원래 정의된 스펙에서 Mobile IP는 MN가 FA에 자신이 수락한다고 나와있지만 이는 보안에 문제가 많고 또한 기존의 기술과 맞지 않아 이를 해결하기 위한 방안으로 challenge/response 메커니즘이 개발되었다. 또한 Mobile IP 망 주소 인증을 확장하는 방법에 대해서도 드래프트로 등록되었으며 다이얼 업 로밍작업을 위해 ISP 등록자를 확인하는 NAI(network Access interface)에 대한 정의도 이때 함께 이루어졌다. IP mobility 구조의 기초적인 틀을 제시한 드래프트가 '99년 2월에 등록되었다. 현재 위의 내용 중 마이크로 이동성을 지원하기 위한 부분들은 아래에서 기술할 seamoby 워킹그룹으로 분리된 상태이다. 워킹그룹은 IPv4와 IPv6 도메인 각각에 적합한 솔루션을 제공한다.

다음은 현재 Mobile IP 워킹그룹에서 최근에 이슈화되고 있는 내용들을 서술한다.

● INRIA HMIPv6 Proposal(Claude Castelluccia)

이것은 HA와 같은 개체와 연결되거나 이를 포함한 라우터 개체와 접속되어 있는 이동망을 지역망으로 정의한다. 여기서는 두 개의 COA가 이동 호스트와 이동서버를 위해 설정된다. MN은 HA나 CN에 이동서버의 COA를 갱신하고, 자신의 COA를 이동서버에 갱신. 이것은 이동서버가 HA로부터 받은 패킷을 MN에 전달할 때 캡슐화하는 것을 가능하게 한다. 역 방향에서는 CN으로의 일반적인 라우팅이 사용된다. 이동망에서의 배타적인 노드간의 통신에서, HA로의 두 번째 바인딩 갱신이 필요없다. 지역망 내부와 외부, 두 가지의 주소는 MIPv6 클라이언트에서는 변경되어야 함을 내포한다.

● 계층적 MIPv6 빠른 핸드오프(Hesham Soliman and Karim El Malki)

이것은 Access router간의 빠른 핸드오프를 지원한다. Access Router는 같은 형식의 access 망이나 서로 다른 access 망 사이에서 핸드오프를 발생시킨다. 이것은 계층적 에이전트의 이점을 가진다. Mobile Anchor Point라는 개체는 HA나 CN의 COA 택일을 제공한다. 이 MAP는 계층내 임의의 단계에 존재한다. 동적 MAP 탐색을 위해서 라우터는 광고를 한다. MAP의 identity가 계층을 통하여 access 라우터에게 증식된다.

● IPv6에서의 지역적 이동성 에이전트(Gopal Dohmity, M. Subbarao, R. Patil)

여기에는 LC-LMA(link connected mobility agent)와 H-LMA(no link connectivity mobility agent)의 두 가지의 이동성 에이전트가 존재한다. H-HMA는 GFA와 유사하다. MN은 H-LMA와 CN으로의 두 가지의 바인딩 갱신을 수행한다. MN은 H-LMA로의 바인딩 갱신을 위해서 LC-LMA의 주소를 이용, CN/HA는 H-LMA로 전송하고, H-LMA는 L-LMA로 캡슐레이션한다. 이 때 바인딩 갱신을 다른 패킷으로 캡슐화해서 전송가능해야 한다. H-LMA 주소를 증식시키기 위해 Neighbor Node는 extension을 발견한다.

● 이동망을 지원하기 위한 MIPv6 확장

이동망은 이동 라우터와 접속된 노드들로 구성된다. 이동망 안에 있는 노드들의 이동성은 자동적으로 이루어진다. MN이 이동 라우터에 접근하고 HA에 등록한다. 이때 CN은 이동망 노드에 패킷을 보내지만, 직접 전송할 방법은 존재하지 않는다. 그래서 새로운 접속점의 망 프리픽스로 바인딩 갱신한다. 그러면 주소블록을 획득하고 망을 재 넘버링 한다.

● 듀얼스택 기반의 IPv4 와 IPv6 혼용망에서 이

동성 지원

IPv4 망에서 IPv6 망으로 이동하거나 그 반대일 경우 패킷 수신시에 듀얼스택 모형을 제안된다. 이 때에 주소 사상자가 IPv4 와 IPv6 COA를 대응하게 된다. 그러면 MIP 메시지를 MN 프로토콜 스택으로 리다이렉트한다.

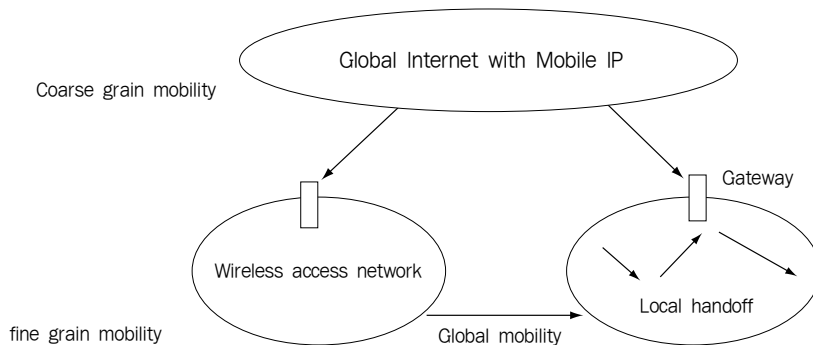
인터넷상에서 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP WG에서는 라우팅 기술 뿐만 아니라 무선 핸드오프 기술, 셀룰러 기술, 암호 및 인증기술 등이 표준화의 쟁점 기술사항이다. WG의 앞으로의 계획은 Diff-serv와 RSVP를 사용한 MIP 상의 QoS 지원, Location Privacy, WG Charter의 갱신, MIPv6의 표준화 작업 등이다. 현재 WG에는 11개의 문서가 RFC로 등록되어 있고, 10개의 문서가 Draft로써 준비중에 있는 상태이다.

2. Transport 영역/Context and Micro-mobility Routing(seamoby) 워킹그룹의 표준화 동향

최근 Mobile IP 워킹그룹에서 seamoby라는 새로운 워킹그룹이 분리되었다. 이는 Cellular Network에서의 마이크로 이동성 지원과 이에 따르는 종단간 상태정보 관리를 위한 워킹그룹으로 Mobile IP 워킹그룹이 속해있는 Routing 영역이 아닌 Transport 영역에 Context and

Micro-mobility Routing(seamoby) WG이라는 이름으로 분리되었다.

호스트의 이동성을 지원하기 위해 고안된 Mobile IP는 홈 에이전트(이하 HA)와 외부 에이전트(이하 FA)간에 호스트에 대한 이동성 관리상태 정보를 유지하여 호스트의 이동성을 지원하게 된다. 그러나 이러한 Mobile IP의 메커니즘이 실제 무선 액세스 망을 포함한 패킷 코어망에 적용될 경우 HA기능과 FA기능이 실제 코어망과 무선 액세스 망의 어떠한 기능요소에 매핑이 되느냐에 대한 문제가 발생하게 된다. 무선 액세스 망의 경우, 서비스하는 지역적 범위가 커서 기능 매핑에 따라 HA와 MH의 길이가 상당히 멀 수 있으며, 기지국간의 이동에 따른 hand-off 문제가 발생한다. 결국, 범위에 따른 기능매핑에 있어서 등록의 지연 및 hand-off의 지연된 처리는 데이터 전송에 있어서 치명적인 비효율성을 나타낼 수 있게 된다. 마이크로 이동성(Micro Mobility)이란 Mobile IP를 무선 액세스 망에 적용하는데 있어서 글로벌한 HA-FA-MH간의 위치이동성을 제어하는 것이 아닌 무선 액세스 망에서의 기지국 단위, 페이징 단위의 보다 적은 범위의 위치 이동성을 제어하는 것을 말한다. 결국 빠른 hand-off 처리를 하여 호스트의 이동을 감지, 위치이동을 신속하게 국부적으로 제어하여 이동제어의 효율과 시스템의 확장 및 전송률을 높이는 결과를 노리는 것이다. 다음 그림은 macro mobility와 micro mobility를 도식적으로 나타낸다.



mobile IP 워킹그룹내의 이러한 신속한 hand-off의 논의과정에 있어서 AAA정보, 보안 컨텍스트, 사용자에게 할당된 QoS 특성, 강건한 헤더 압축정보 등을 예로 들 수 있는 각종 상태정보등의 전송이 가능한 새로운 프로토콜의 필요성이 제기되었다. 새로 구성된 Seamoby 워킹그룹은 위에서 언급한 바와 같이 더 이상 Mobile IP 워킹그룹에서 포함되지 않을 새로운 라우팅 프로토콜의 표준화를 포함하며 종단간 상태정보를 전송하기 위한 새로운 프로토콜의 규격을 제정하려 하고 있다. 특히 seamoby 워킹그룹이 Routing 영역이 아닌 transport 영역에 생긴 것에 대해, 워킹그룹의 Micro Mobility 지원이 종단간의 성능향상에 목표를 두고있기 때문이라고 밝히고 있다. Seamoby 워킹그룹은 현 3G 각 기구들이 워킹그룹에 참여하여 요구사항을 수렴하고 프로토콜 디자인에 참가하기를 기대하고 있는 상태이다.

Seamoby 워킹그룹은 선 마이크로 시스템의 Pat Calhoun와 3com의 Phillip Neumiller가 의장을 맡고있으며 현재 다음 3개의 세부주제에 대하여 표준화 중점을 두고 있는 상태이다.

- 1) The IP Paging Design Team (James Kempf)
 - 이동호스트의 빠른 위치파악을 위해 IP레이어에서의 페이징을 프로토콜 규격화한다.
- 2) The Micro-Mobility Design Team (Dana Blair)
 - 액세스 망에서의 빠른 핸드오프를 지원한다. 이는 데이터/트래픽의 지연을 감소하게 하여 전체적으로 도메인에서의 성능을 높인다.
- 3) Context Transfer Design Team (Gary Kenward)
 - 컨텍스트 전송을 위한 요구사항을 분석하

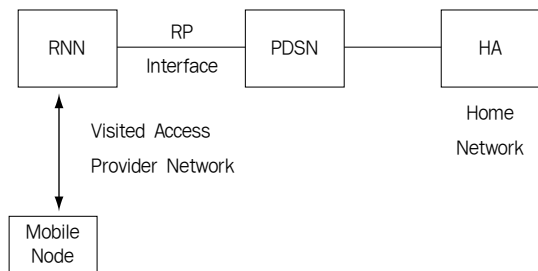
고, 세션설정을 위한 컨텍스트 정보전송을 위한 프로토콜을 규격화 한다. 세션을 위한 컨텍스트 정보는 QoS정보(intserv, diffserv), 헤더 압축상태, 보안 컨텍스트, 혼잡제어 관리상태, AAA 정보 등을 포함한다. 이러한 컨텍스트 상태정보의 교환은 물론 사용자에게 강건한 핸드오프를 가능하게 한다.

위의 모든 제정된 규격들은 IPv4와 IPv6를 동시에 지원하는 것을 명시하고 있으며 aaa, cnrp, impp, mobileip, pilc, rohc 워킹그룹과 조화를 이루고 있다. 현재 seamoby 워킹그룹은 드래프트 혹은 RFC의 규격을 가지고 있지 않다. 본 글은 위의 규격과 관련한 내용을 포함하는 드래프트 규격을 아래에 소개한다. 아래 소개하는 규격들은 seamoby 워킹그룹이 생기기 전에 mobile ip 워킹그룹에서 규격화된 Micro Mobility와 IP 페이징 등을 지원하는 규격들이다.

● 3세대 무선 네트워크에서의 마이크로 이동성 지원

위 규격은 실제 3GPP2의 WIP(Wireless IP Network)의 구조와 직접적인 관계를 갖는다. 3세대 무선 네트워크는 Mobile IP의 관점에서 볼 때 다수의 기지국을 관리하는 PDSN(Packet Data Serving Node)이 FA의 기능을 담당하게 되는데 결국 PDSN간의 이동은 FA간의 이동을 야기하고 HA에의 등록을 요구하게 된다. 그러나 이렇게 될 경우 기지국간의 핸드오프는 기본적인 Mobile IP로 처리가 불가능하고 이를 위해 RNN(Radio Network Node)-PDSN간 핸드오프 메커니즘이 필요하게 된다. 본 구조는 이를 위한 메커니즘을 정의하게 되며 이는 전체 무선 네트워크에서 PDSN-HA는 글로벌 이동, PDSN-RNN은 마이크로 이동을 담당하게 되는 구조를 갖는다. 기본적으로 RNN-PDSN의 이동은 기본적인 Mobile IP의 등록 메시지와 거의

유사하며 포트 값이 다르다. 결국 기본구조를 최소한으로 변경하여 적용하려는 노력을 보이고 있으며, 추가적인 기능으로 신속한 핸드오프를 위한 Session ID를 포함한 메시지의 정의와 MN ID를 망에 알리기 위한 확장을 정의하고 있다. 다음 그림은 위의 표준문서와 관련된 3G WIP 구조에서의 RP 인터페이스를 나타낸다.



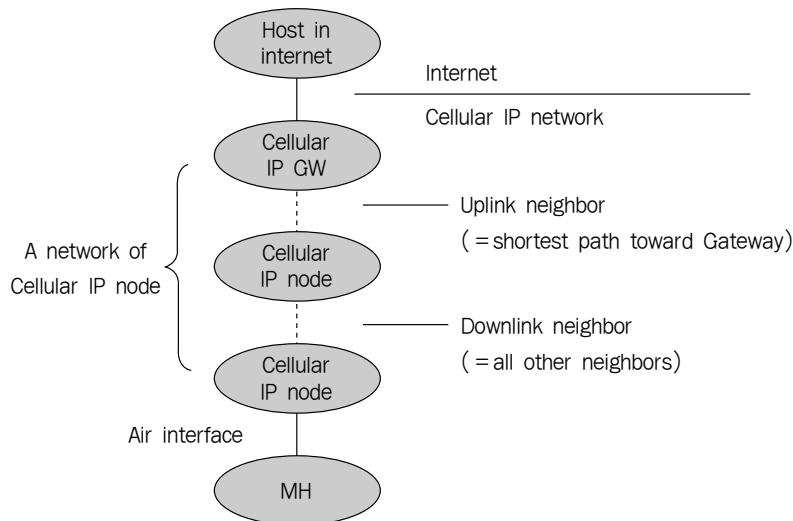
● Cellular IP

Cellular IP의 경우, 아래 그림과 같이 셀룰러 IP 도메인 사이의 이동은 Mobile IP가 담당하고, 도메인내의 이동은 cellular IP가 담당하는 구조를 갖는다.

을 사용하는데, 실제 무선망에서 효율적으로 관리할 수 있도록 routing cache와 paging cache 등 두개의 병렬 이동성 관리시스템을 사용한다. 라우팅 캐쉬는 활성화 상태에서의 위치관리, 페이징 캐쉬는 대기상태에서의 위치관리에 사용되며 IP페이징 기법이 사용된다. Cellular IP Gateway는 도메인 내의 모든 호스트의 정보를 유지하고 외부에서 전달되는 패킷을 이동 호스트에게 전송한다. 이동 호스트와 Gateway간의 위치정보는 이동 호스트가 Gateway에게 등록하여 소프트 상태로 유지되며 신속한 hand-off를 위해 semi-hand-off 메커니즘을 제공한다. Cellular IP는 마이크로 이동성과 차별화된 이동성 관리상태를 지원하나, Mobile IP와 다른 Cellular IP node에 특징적인 프로토콜을 사용해야 하며 Cellular IP GW에서 항상 모든 호스트의 모든 이동을 감지해야 하는 특징을 갖는다.

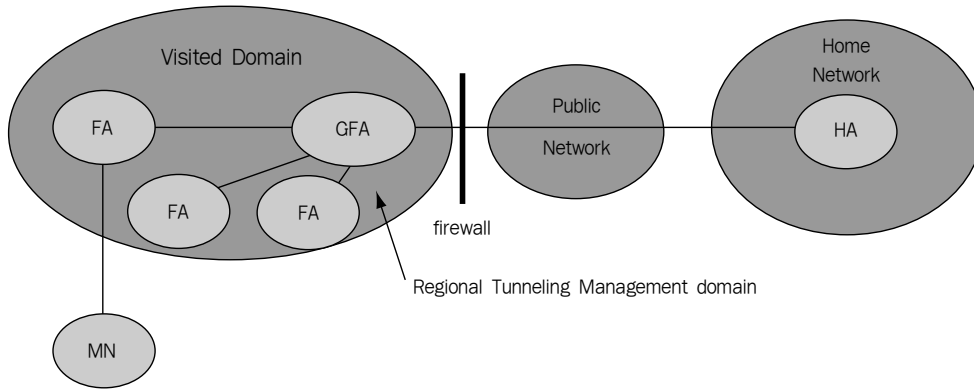
● Regional Registration

Mobile IP 지역적 등록방식은 다음 그림과 같이 FA(Foreign Agent)들을 계층적으로 구성하



cellular IP는 활성화, 대기상태 등의 이동성 관리상태를 정의하고 차별화된 위치제어 기법

여 각 계층에서 하부 이동만을 관리하는 구조로 기본적으로 2계층인 HA - 게이트웨이 외부



에이전트(GFA) - 지역 FA (RFA) - 이동 호스트로 구성된다.

여기서 Regional Registration은 등록단계를 2 단계로 구분하여 적용하는데 HA-GFA간의 등록은 홈 등록(Home Registration)이라 하며 GFA-MN간의 등록을 지역등록(Regional Registration)이라 한다. 이동 호스트가 동일한 GFA가 관리하는 RFA간의 이동시 GFA를 HA로 인식하고 GFA에게 등록을 하며 GFA간 이동시 이동 호스트는 GFA를 경유하여 HA에게 등록하는 방법을 사용하여 마이크로 이동성을 지원하게 된다. 특별히 이동성 관리상태를 정의하고 있지는 않으며 기본적으로 2계층의 구조를 가지고 있다. IP 페이지징을 위한 메커니즘은 제공하고 있지 않다.

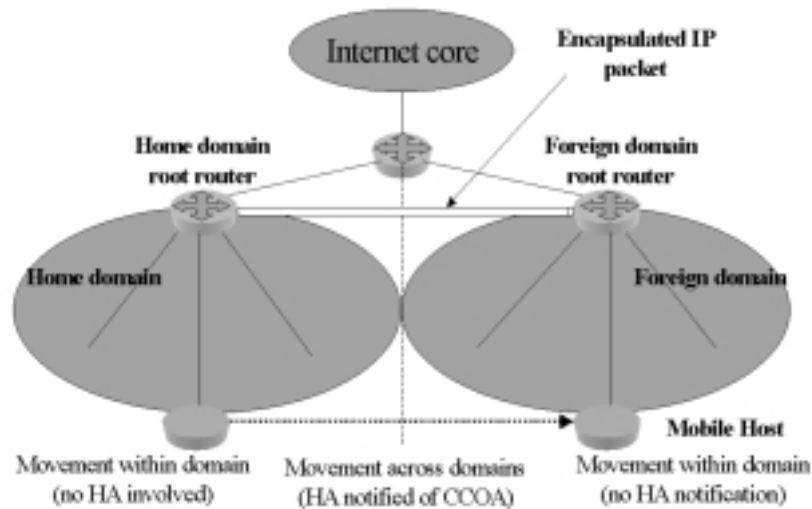
● HAWAII

HAWAII 구조는 Cellular IP와 유사하게 HAWAII 프로토콜을 사용하여 이동노드의 빈번한 이동에 따르는 HA-FA간의 잦은 등록 절차 문제를 지역화하여 해결하고 HAWAII 망 사이의 이동성은 Mobile IP를 이용하여 해결한다. HAWAII는 Cellular IP와 유사하게 호스트 기반의 경로배정 엔트리를 유지하여 변경될 경로만 위치수정을 하는 방법을 택하고 있다. HAWAII는 특히 이동노드에게 HAWAII 구조를 숨기는 투명성을 제공한다. HAWAII의 위치

수정 원칙을 보자. 서로 다른 기지국들은 도메인 루트 라우터로 패킷을 전송할 경우 일정시점에서 경로가 하나로 되는 병합점을 가지게 되고 이러한 병합점은 하나의 라우터가 되며 HAWAII는 이러한 병합점을 제공하는 라우터까지만 위치수정을 함으로써 도메인 루트 라우터가 해야하는 위치수정 부담은 하부 라우터에게 분산시키는 점을 제공하고 있다. HAWAII는 차별화된 이동성 관리상태를 정의한다. 그러나 차별화된 이동성 관리상태에 따른 페이지징 정책을 적용할 경우 HAWAII 프로토콜을 이동 호스트는 구현하여야 하며 기본구조에서 이동노드에게 HAWAII구조를 숨기는 투명성 원칙에 위배되는 단점을 가진다. 다음장의 그림은 HAWAII의 구조를 도식적으로 보여준다.

3. transport 영역/Robust Header Compression(rohc) 워킹그룹의 표준화 동향

IP/UDP/RTP/TCP와 같은 패킷들의 헤더 압축은 셀룰러 링크에서 전송될 때 무선대역의 특징상 매우 좋은 이득을 얻을 수 있다. 기존의 헤더 압축방법인 RFC 1144, RFC 2508의 경우, 무선대역의 특징을 살리지 못하므로 셀룰러 링크상에서 그다지 좋은 효율을 보이지 않는다. Transport 영역의 ROHC 워킹그룹의 규격제정



목표는 높은 에러율과 긴 라운드 트립시간을 가지는 셀룰러 링크상의 헤더 압축방법을 규격화한다. 이러한 방법들은 WCDMA, EDGE와 CDMA-2000같은 기술을 이용한 셀룰러 망에서 잘 작동하도록 규격화하고 있음은 물론 Ipv4 및 Ipv6를 모두 지원하려한다. 워킹그룹의 활동을 보면 현재 'Requirements for robust IP/UDP/RTP header compression', 'RObust Header Compression(ROHC)', 'Lower Layer Guidelines for Robust RTP/UDP/IP Header Compression', 'TCP-Aware RObust Header Compression (TAROC)', 'ROHC over PPP' 등의 드래프트가 제출된 상태이며 3GPP, 3GPP2와 같은 IP를 위한 셀룰러 기술을 발전시키기 위한 표준기구와 지속적인 접촉을 유지함으로써 규격제정의

결과가 잘 반영될 수 있도록 하고 있는 상태이다.

지금까지 3G 셀룰러 망 기술규격에 있어서, IETF의 입장에서 본 표준화 활동동향을 알아 보았다. 이는 주로 3G의 IP 핵심망의 라우팅 프로토콜을 위한 Mobile IP 워킹그룹의 활동과, 이를 셀룰러망에 적용시켰을 경우의 각종 문제점 해결과 성능을 높이기 위한 seamoby 워킹그룹, 그리고 셀룰러 링크상에서 효율을 높이기 위한 ROHC 워킹그룹을 예로 들며 기술하였다. 각 워킹그룹은 실제 3G 망에 신속하게 적용이 가능하게 하기위해 3GPP, 3GPP2 등의 표준화 단체로부터 요구사항을 접수하고 이를 바탕으로 규격제정을 하고 있는 상태임을 알 수 있다.

