

WiBro와 이기종간의 연동

박 현 문*

서 영 민*

강 상 범*

장 영 민*

예 병 호**

◆ 목 차 ◆

1. 서론
2. IMS 특징 및 구조
3. 연동 구조 및 시나리오
4. 제안된 연동구조
5. 결론

1. 서론

4G 시스템은 셀룰라 환경에서 가자국당 최고 100Mbps 이상의 속도를 보장하며, Local 및 Nomadic 환경의 WPAN(Wireless Personal Area Network) 및 WLAN(Wireless Local Area Network)에서는 한 Access Point당 최고 1Gbps의 전송속도를 지원한다. 그리고 2G의 서킷 기반기술이나 3G에 비해 50 배 이상 증가된 용량, 저렴한 가격, 향상된 보안기능 및 IPv6, MIPv6, QoS와 같은 차세대 인터넷 기술이 다양하고 향상된 서비스를 제공할 것이다.

3G에서 진화된 4G 시스템은 보다 다양한 고속의 멀티미디어 서비스를 제공함으로써, 기존의 음성 및 이미지 중심의 서비스에서 데이터, 이미지, 영상 등 통합 멀티미디어 중심으로 한 서비스로 옮겨 가고 있다. 또한 OFDM/OFDMA, MIMO 등 시스템의 용량을 획기적으로 높일 수 있는 방안이 WLAN과 WiBro, HSUPA에 채택되고 있으며, IEEE 802.16, IEEE 802.11n, IEEE 802.20 등이 현재 표준화 및 표준화 단계에 있다. 이런 기술의 표준화와 더불어 좀 더 빠른 서비스와 유기적인 네트워크 통합화를 위해서 L3과 L4 계층의 통합 연구와 함께 MAC에서의 QoS 기술이 적극 검토되고 있다.

기존의 셀룰러 망을 IP 패킷 망으로 전환하기 위해서는 프로토콜 포맷을 변환해서 사용해야 했다. 따라서 각각의 망단에는 별도의 모바일 스위치기기 및 기지국 등의 각종 게이트웨이들이 도입되었다. 현재 서킷망에서 IP 패킷망으로 전환되고 있으며, 앞으로는 복잡한 망형태에서 벗어나 단순한 IP 패킷망으로 변화 할 것이다.

이러한 변화는 기존 3G의 접속망 내의 많은 프로토콜과 복잡한 구조의 IP 패킷 망보다는 All-IP 시나리오에 맞게 구성되면서 기존의 Simple IP나 MIPv4시장이 점차 SIP, MIPv6로 이동할 것이다. 이동통신의 빠른 발전은 휴대폰 진화 방향, 통신의 패러다임 등 현재까지 가지고 있는 이동통신 시장과 전혀 다른 형태의 TPS(mobile Triple Play Service) 시장을 창출 할 것이다.

3.5세대로 설명되는 두 가지 HSDPA, WiBro 서비스는 새로 창출되는 TPS시장을 두고 경쟁을 하게 될 것이다. 기존 CDMA를 대체할 HSDPA는 HSUPA(High Speed Uplink Packet Access)로 발전할 것이다. 퀄컴에서는 HSDPA을 지원을 하는 MSM6275를 2004년에 발표했고, 다운로드 속도가 향상된 2005년에는 MSM6280, MSM 6260 칩을 각각 3분기와 4분기에 공개했다. 올해 HSUPA(High Speed Uplink Packet Access) 지원 칩인 MSM7200을 1분기 내 놓을 예정이며 'CDMA +UMTS+ HSDPA' 모두를 지원하는 MSM7600칩 출시도 올 연말을 예상하고 있다.

* 국민대학교 전자정보통신공학부

** 한국전자통신연구원

HSDPA와 경쟁할 WiBro는 이동성과 데이터 속도 면에서 WLAN과 셀룰러 이동통신의 중간 포지션을 취하고 있다. 이러한 중간적인 입장은 새로운 비즈니스 모델을 개발하는 데는 용이하지 않을 것이다. 실시간 방송 기반 서비스는 DMB가 우세할 것이며 통신서비스로는 고속이동성을 보장하는 이동통신망이 우세할 것이고, 정지 상태에서의 데이터 전송은 WLAN이 적합할 것이다. 하지만 다양한 단말기가 이용할 수 있는 단말 확장성이나 뛰어난 경제성 등은 WiBro가 컨버전스 서비스의 중심으로 자리 잡을 수 있다. WiBro는 여러 네트워크와 서비스를 통합하는 매개체의 역할이 가능하며 이를 통해 사용자들에게 높은 만족도를 주는 서비스로 발전해 나갈 것이다. 이런 통신 환경은 단일 서비스 위주의 망보다는 다양한 컨버전스 환경의 변화가 통신시장에서 요구 되면서, WiBro의 역할이 크다고 할 수 있다. 따라서 WiBro와 이종망(예, Wi-Fi, CDMA, DMB)간의 연동망을 효율적으로 구성하고 핸드오버 시 이동성을 보장하는 방안 및 QoS 보장 방안이 중요한 이슈들 중의 하나이다. 현재 WiBro에 대한 개발이 점차 완료되어 가고 있고, 기존의 WiBro 시스템에 대한 성능향상이 추가적으로 필요한 연구 상황이다. 또한 타망간의 연동에 대한 표준화가 추진 중이다. 60km 정도를 지원 하던 중저속의 WiBro는 60~120km의 중고속성을 가지면서 발전을 하고 있으며 2년 이내에 200km 이상의 고속 이동성을 갖는다는 목표를 가지고 있다. 최근 삼성에서는 'SPH-M8000' 및 'SPH-H1000'를 발표하였으며, 올 7월부터 상용화에 목표를 두고 개발 중이다. 이러한 기술은 All-IP를 기반으로 발전할 것이며, 이러한 All-IP 기반에 사용되는 네트워크와 함께 멀티미디어 및 통합 서브시스템이 발전될 것이다.

멀티미디어 및 통합 서브시스템 기술로 최근 각광을 받는 IMS(IP Multimedia Subsystem)가 존재하며, IP 기반 멀티미디어 서비스를 위한 서브시스템이다. IMS는 초기에 3G 네트워크의 서브시스템으로 도입하기 위해서 만들어졌으며, 3GPP /ETSI가 표준을 만들었고, 3GPP2가 이를 수용하였다.

그러나 IMS는 비단 3G 이동통신망 네트워크에

만 한정되지 않고, 앞으로 도입될 3.5G망이나 4G망에서도 사용될 가능성이 있다. IMS는 이동통신망에 종속된 일부 시스템이 아니다. IMS는 유선통신망뿐만 아니라, 디지털 방송망에도 적용될 수 있다. 그러므로 IMS는 멀티미디어 연결설정을 위한 신호 프로토콜로 문자, 동영상, 인스턴스 메시지 등을 지원하는 SIP(Session Initiation Protocol)를 채택하고 있기 때문에 가능한 일이다.

All-IP 서비스로 전환될 것을 감안하여, IMS에 대한 통신사들의 도입 움직임이 활발하게 진행되고 있다. KTF에서는 WiBro를 통한 Messaging/Presence 서비스를 할 수 있도록 KTH와 함께 IMS망을 개발하고 있다. 또한 현재 서울통신기술이 KT의 가입자관리 서버인 HSS를 완성하였으며, 삼성과 함께 CSCF와 같은 IMS의 각 노드들을 개발하고 있다. SK Telecom은 이동전화 사업자 가운데 WiBro와 HSDPA를 동시 추진하는 유일한 회사다. 3GPP 표준화 기구에서 IMS에 대한 표준화를 시작할 무렵부터 표준화 진행과정에 관심을 갖고 참여하였다. 동시에 자체적으로 향후 망 진화에 대비한 선행 기술 연구 및 서비스 검증에 위한 용도로 IMS 기반의 All-IP Core Network 시험망 시스템을 개발, 구축하여 관련 기술을 확보하였을 뿐만 아니라, 꾸준히 상용화를 추진하고 있다. LGT는 IMS망을 통해 Presence 서비스, Instant Messaging 서비스 및 PTT(Push-To-Talk)서비스를 준비 중에 있으며 PTT 서비스의 허가여부에 따라 상용화시기를 결정할 계획이다. LGT는 차세대 무선 통신시장을 이끌 테마로 주목받는 WiBro와 HSDPA 대신 'CDMA2000 1x EV-DO rA1)'에 IMS를 도입하여 현재 사용서비스를 보여주고 있으며, 최근 노트북에 EV-DO rA 모듈 탑재를 통한 정액 서비스를 하고 있다. 이러한 빠른 환경의 변화는 앞으로의 다양한 네트워크 형태를 요구하면서 점차 통합적 네트워크 환경으로 변화 할 것이다. 본 논고에서는 이에 해당되는 기술로, 2장에서는 IMS 기능 및 설명을 언급하고, 3장에서는 WiBro 기반하는 연동망 구조를 제시한다. 4

1) 3.1Mbps(순방향 3.1Mbps, 역방향 1.8Mbps)

장에서는 IMS와 MIH과 결합된 제안된 연동 구조에 대해 언급하고자 한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 내리도록 한다.

2. IMS 특징 및 구조

2. 1 IMS 특징

무선 기술에서는 기존 사용자에게 기존의 망을 이용하여 VoIP(Voice over IP) 등의 실시간 응용 서비스를 포함한 IP Multimedia 서비스의 제공을 위해 동일한 네트워크 구조를 사용하기로 결정되었다. 3GPP에서는 IMS으로 3GPP2에서는 MMD (Multi Media Domain)로 불리어진다. 유선에서는 VoIP(Voice over IP) 및 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 IMS의 기능 활용이 요구되어지고 있다. 이로 인해 IMS는 향후 제공될 유무선 통합 광대역 서비스에 있어서 중요한 기술로 자리를 잡아 가고 있다.

IMS는 IP망에서 SIP 기반구조를 이용하여 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 구조이다. 이는 3GPP의 Release 5표준에서 도입되었고, Release 6에서 IMS SIP이 아닌 IETF SIP, IPv4와의 연동을 포함하여 기능이 확장되었다. IMS는 IETF 내에서 개발된 SIP 프로토콜을 기반으로 하지만, QoS, 무선 베어러 효율성, SIM(Subscriber Identity Module) 기반의 인증과 애플리케이션 및 베어러 계층 간의 과금 연관(billing correlation) 등 무선 영역과 관련된 확장에 대한 기능들을 포함하고 있다. 이러한 확장 기능들은 IETF 내에서 개발되었지만, SIP 프로토콜이 이동 네트워크에서도 효율적으로 운용될 수 있도록 설계되었다. 그리고 QoS 측면에서는 종단간의 QoS를 보장하기 위해서 망 관리 기법은 PBNM(Policy-based Network Management)을 적용할 것을 권고하였고, 3GPP R6에서는 GGSN(Gateway GPRS Support Node)으로부터 접속망 부분까지 확장하였다.

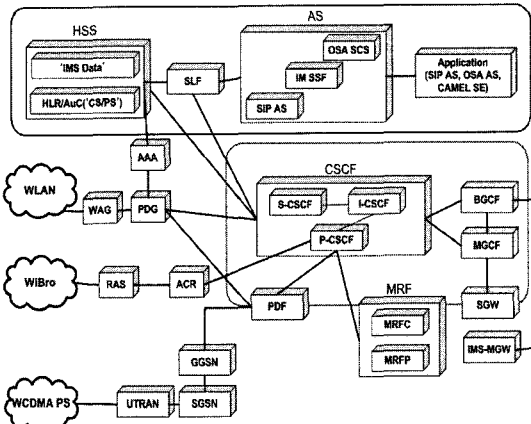
IMS의 장점은 액세스가 독립적이기에 패킷 스위칭(Packet-Switching) 기능을 가진 유·무선을 망라한 어떠한 망과도 작동이 가능하다는 것이다. 다른

네트워크 구조를 사용하는 오퍼레이터와 서비스 제공자들을 허락하는데, 예를 들면 액세스는 오퍼레이터의 망에서 tightly coupled 이거나 또는 looser inter-mediary로써 third-party IP 망을 사용한다. IMS와 SIP에 의해 사용자가 이동성을 제공받는 동안에 이동망은 단말기 이동성을 제공한다. 또한 IP에 근거한 어떠한 서비스라도 쉽게 제공 할 수 있다. 예를 들면 VoIP를 포함하여 PoC(Push-to-talk over Cellular), 멀티플레이게임, 화상/음성 회의 그리고 content sharing이다. 이러한 장점으로 IMS를 도입하고 있으며, 3GPP 중심으로 IMS 통합하여 표준화가 진행중이다. 그리고 다른 표준화 기구와의 통일성을 위해서, IMS(3GPP2는 MMD)에 대한 동일 참조모델 및 일관성 있는 용어 사용, 3GPP IMS 단말과 3GPP2 IMS 단말간의 상호 연동을 가능하도록 하는 호환성의 확보, IMS 계층에서의 로밍을 목표로 표준화가 진행되고 있다.

2.2 IMS 구조 및 기능

IMS의 기능으로는 크게 전송(Transport Plane), 제어(Control Plane), 서비스(Service Plane)로 구분된다. 이것을 세부적으로 구분하면, 사용자 데이터베이스 부분과 호/세션 제어 부분 그리고 애플리케이션 서버, 미디어 자원, Breakout 게이트웨이, PSTN 게이트웨이 부분으로 나눌 수가 있다. 사용자 데이터베이스는 HSS(Home Subscriber Server), HLR(Home Location Register), AuC(Authentication Center), SLF(Subscriber Location Function) 로 나뉘어져 있다. 주로 가입자의 인증 데이터베이스하고, IP 레이어 이상의 인증 및 허가에 대한 기능을 제공한다. 또한 기존과의 호환성을 갖기 위해서 CS, PS Domain에 대한 공유 기능을 가지고 있으며, HSS와 SLF 둘 다 DIAMETER 프로토콜을 수행을 한다.

호/세션 제어를 위해서는 CSCF(Call Session Control Function)는 P-CSCF (Proxy-CSCF), I-CSCF (Interrogating-CSCF), S-CSCF(Serving-CSCF)로 이루어져 있으며, 단말의 IMS망 접속제어 및 SIP에 대한 시그널링 패킷을 처리하는 역할을 한다. 또한



(그림 1) IMS의 네트워크 구조

사용자 기능 및 QoS 관리를 통한 관리 및 제어 역할을 하기도 한다. 가입자에 대한 승인에 대해서 세션 제어 및 사용자 위치에 대한 정보를 등록하고, 네트워크 오퍼레이터를 수행한다. 그리고 가장 중요한 이기종간의 연동에 대한 지원을 한다.

지능망 연동과 Home에 대한 연결 및 IP 멀티미디어 서비스를 위한 스위치 평션을 지원하는 어플리케이션 서버가 있다. AS(Application servers)는 SIP AS, OSA-SCS, IM-SSF 로 구성된다.

미디어 자원을 위해서 Home 망에서 각각의 미디어에 대한 자원의 지원을 위해서 제공되는 기능이 존재하며, 모든 멀티미디어에 대한 영상 및 음성을 포워딩하고 합치는 역할과 호/세션과 연결하는 부분이 존재한다.

Breakout 게이트웨이는 기존의 서킷 스위치망인 PSTN, PLMN의 연동을 제공하며, 연동망에 대한 보안 기능과 호/세션 제어에 있는 CSCF의 연결 및 PSTN 게이트웨이와 연결하기 적합한 MGCF와 IMS-MGW의 선택을 담당 한다.

PSTN Gateway는 SGW(Signalling Gateway), IMS-MGW(IMS-Media Gateway), MGCF(Media Gateway Controller Function), MGW (Media Gateway)로 구성되어 있다. PSTN 게이트웨이의 역할은 기존 CS 망과의 연결 및 VoIP, 미디어게이트웨이 제어, SIP의 호/세션 제어망과의 유기적인 연결을 담당하고 있으며, 미디어 변환, 베어러 제어,

Payload 처리를 하고 있다.

앞에서 설명 한 것과 같은 구조를 갖는 IMS는 액세스가 독립적이고 패킷에 맞춰서 나온 보조시스템이기에 IPv6를 IMS에 도입할 때 IPv6 프로토콜 주소 사이즈만 정리되면 큰 문제 없다. IP망은 Best effort 서비스망이지만 IMS에서는 IP Premium 서비스망이 도입되고 MPLS 기반의 DiffServ 기능이 이미 포함되어 있기에 DiffServ 기반의 QoS 보장 기법이 요구된다. IMS는 제어망 측면에서는 별 요구사항이 없다. 그러나 음성 및 데이터가 지나는 Transport Network(core망)에서는 IPv4 및 IPv6 프로토콜이 모두 제공되는 라우터가 필요하고 유선 및 무선 액세스 망에서의 MIPv6 기능 개발이 필요하다.

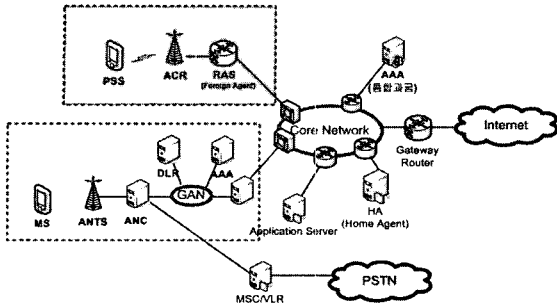
3. 연동 구조 및 시나리오

3GPP/3GPP2의 R6 내용을 기반으로 하여 시장에 대한 예상 시나리오를 WiBro와 WLAN과의 연동과 그리고 WCDMA와 WiBro의 연동망으로 구분하였다. 초기에 IMS가 제공하는 것은 IP 기반의 멀티미디어 서비스로 WCDMA와 WiBro 정도에서만 가능할 것이라고 예상된다.

3.1 WiBro와 cdma2000 1x EV-DO 연동 구조

현재 각 사업체에서는 언제라도 MIP 서비스를 할 준비가 되어 있으며, 그 시기를 기다리고 있는 실정이다. 세션의 연속성을 유지시킬 수 있는 연동이 되기 위해서는 앞서 말한 MIP 기술이 도입이 되어야 한다. WiBro는 MIP가 바로 도입이 될 것이기 때문에, WLAN과 cdma2000 1x EV-DO의 변화를 살펴 보도록 한다.

cdma2000 1x EV-DO의 경우, PDSN에서 FA의 역할을 담당하도록 한다. FA와 HA를 사용하여 Request/Response 과정을 통해 단말이 다른 망으로 로밍 하였을 때에도 현재 세션을 유지한 채, 통신이 계속될 수 있다. 따라서 MIP 인증 방식이 중요하게 된다. 그리고 그림 2은 WiBro와 cdma2000 1x EV-DO

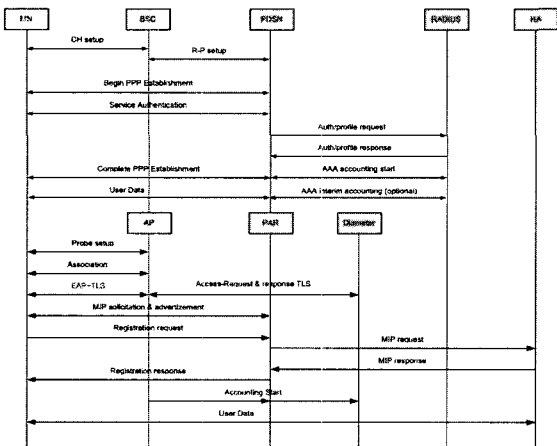


(그림 2) MIPv4를 사용한 WiBro와 cdma2000 1x EV-DO의 연동

가 같은 사업체를 통해 제공 될 때의 구조이다.

cdma2000 1xEV-DO의 인증은 ESA, ESP, Challenge-Response 방식 및 FAC를 사용하며 AAA서버로는 RADIUS를 사용한다. WiBro는 이와는 조금 다른 양방향 인증 방식인 EAP-TLS를 사용하며 AAA서버로는 Diameter를 사용한다. 따라서 WiBro와 cdma2000 1xEV-DO를 공유하기 위해서는 AAA서버간의 연동이 필요하다. AAA서버간의 연동을 위해서는 WiBro에서 사용하는 Diameter의 Transaction Agent 기능을 사용하여 수행 가능하다.

그림 3은 WiBro와 cdma2000 1xEV-DO망의 인증을 고려한 호 흐름도이다. 각 시스템의 인증/보안 방식은 전체적인 사항만 표시하였다. cdma2000 1xEV-DO에서 WiBro로 이동할 경우를 도시하였다



(그림 3) cdma2000 1x EV-DO에서 WiBro 이동

며 WiBro에서 cdma2000 1xEV-DO으로 이동할 때 는 이와 반대가 된다.

현재의 연동시나리오를 예상하기 위해 3GPP Release 6를 참고하여, 3GPP/3GPP2에서는 WLAN 과 UMTS와 연동을 여러 가지 시나리오 단계로 제시한다. 그리고 아래의 그러한 문서를 기초한 시나 리오 단계를 나열하였다.

시나리오1. Common Billing and Customer Care

- 가장 단순한 연동 시나리오
- 시스템 변경 요구 사항이 전혀 없음
- 인증 및 보안 관련 기능은 각 시스템 별로 독립 적으로 수행

시나리오2. 3GPP-Based Access Control and Charging

- WLAN에 적용되는 보안 기능은 3GPP 시스템에 의해서 AAA 기능 제공
- 3G, WLAN 각각에 대하여 세션 서비스를 동시 에 독립적으로 지원

시나리오 3. Access to 3GPP System PS-based Services

- WLAN을 3G 시스템에 대한 접속망 중의 하나로 간주
- 3G 접속망 및 WLAN 망간의 서비스 로밍 지원
- 로밍 시의 서비스 연속성은 보장되지 않음

시나리오 4. Service Continuity

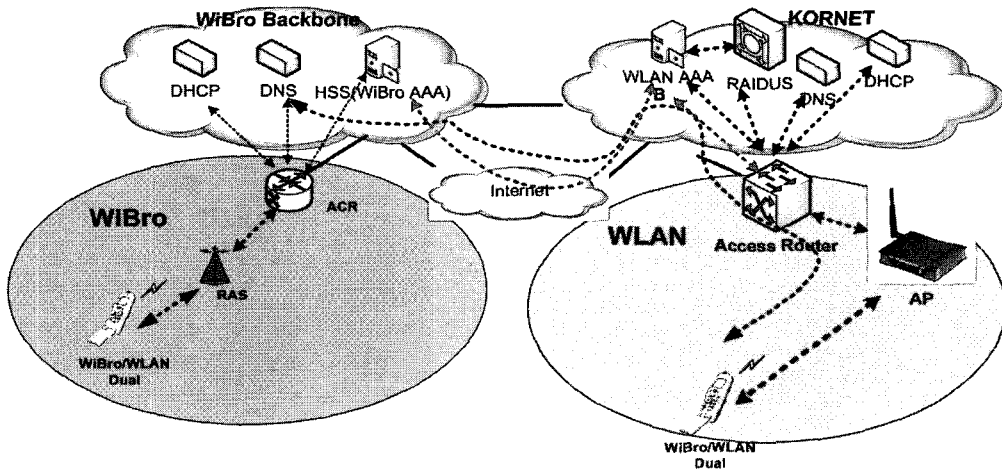
- 단말이 3G-WLAN 망간을 이동할 때 진행중인 세션에 대한 연속성을 유지
- 적절한 이동성 지원 기술 요구
- 세션 연속에 대한 서비스 품질은 보장 받지 못함

시나리오 5. Seamless Services

- 4단계 시나리오에서 QoS 및 핸드오버 측면 개선
- 로밍할 때에 서비스 중단현상이 최소화 되는 Seamless 서비스 제공
- MIP 서비스

시나리오 6. Access to 3GPP System CS-based Services

- WLAN 접속을 통해 3GPP 시스템의 서킷서비스 까지 제공



(그림 4) KORNET 기반 WiBro와 WLAN의 연동(예상)

이러한 망 진화 단계는 3GPP/3GPP2에서 UMTS와 WLAN과 연동하기 위해서 모델을 제시한 것이다. 그러나 국내에서는 WiBro 시스템을 주요한 모델로 3GPP/3GPP2에서 제공되는 시나리오의 형태와 다른 모습을 보여 줄 것이다. 초기 WiBro는 시나리오1의 형태로 제공이 되겠지만 향후 적용된 망에 대해서는 시나리오 2와 시나리오 5에서의 MIPv4를 거쳐서 2008년경에는 시나리오 3, 4 그리고 시나리오 5가 MIPv4가 IPv6로 변경되어 망에 적용되는 형태가 될 것이다. 또한 현재 MIPv4 단계를 바로 뛰어넘어 서울 지역 등의 대도시에만 적용될 경우 기존의 EV-DO망을 구축하기 위해 도입되고 있는 MIPv6 망이 적용될 예정이다.

3.2 WiBro와 WLAN의 연동

WiBro 서비스는 처음에는 연동이 가장 쉬운 WLAN 망과 연동을 함으로 초기에는 네트워크의 구조 변경 없이 타 망으로의 접속이 이루어질 것이다. WiBro망에서는 2005년 하반기를 상용화 목표로 삼성, LG, ETRI, KT에서 망에 사용되는 ACR의 개발 완료와 함께 단말기를 개발 중에 있다. KT에서 사용 중인 프리미엄 VoIP/VPN망을 일부 망 전환을 해서 사용할 것이다. 각자의 핸드오버는 지원을 하지만 WiBro의 MIP기능은 구현이 되지 않은 상태

로 존재 한다. 우선적으로 두 개 모두가 IP망을 기본으로 하고, 연동성 모델에서는 CDMA에 비해서 인터넷을 기반으로 하고 있기 때문에 보다 쉽게 접근이 가능하다. 그림 4와 같이 WiBro와 WLAN에서의 연동 모델은 KT의 Kornet망을 IP망을 기본으로 하고 있고, L3 측면에서 Web기반의 서비스를 통한 NESPOT의 초고속 인증서비스를 사용하여 2006년 하반기에 사용될 것이라 본다. 여기에서는 기존의 WLAN에서 사용되던 룰아웃을 지원 하는 AP와 함께 IAPP(Inter-Access Point Protocol)를 위한 이동성 모델을 지원할 것으로 보인다. 그리고 차후에 IMS 망을 통해서 P-CSCF에 바로 연결하여 연동을 하고, WLAN RADIUS와 AAA서버를 바로 묶어서 별도 과금 형식으로 서비스를 제공할 것이다.

그림 4와 같이 KT에서 현재 구축중인 N TOP망이 일부 구간 구축이 완료될 경우 서울에서는 MIPv4의 본격적인 지원을 위해 사용될 것이다. MIP 서비스 지원을 위한 WLAN 게이트웨이(모델명 어바이어 W310)와 액세스포인트(모델명 W110)장치를 지원하는 모델이 일부 지역에 구축되어 있는 상태이고, WiBro 시스템과 기지국 장비 구매사업에 착수, ACR을 개발한 삼성전자를 필두로 LG 전자, 포스테이타 등 3사에 대한 기술평가 작업을 실시하고 있다. 그렇기 때문에 2006년 3/4분기에서나 2007년에 MIPv4/MIPv6가 도입될 가능성이 크

다. 이와 함께 Softswitch에 망에 본격적으로 도입 될 것이며, 여기에는 기초적인 IMS 구축 스위치가 도입될 가능성이 매우 크다. MIP의 도입과 함께 신뢰성을 높이기 위해서 Layer에서는 end-to-end 메커니즘을 위해서 Intserv²⁾을 이용한 RSVP(Resource Reservation Protocol) 방식이 있지만, 이 경우에는 서비스 사용에 대한 확장성의 부족으로 인한 대규모 IP 네트워크 구성에는 부족한 면이 있다. 그렇기 때문에 도메인 별 관리가 가능하고, 무선링크에 대한 자원이 관리되는 Diffserv 방식을 통한 서비스 세션들의 집합체에 대한 제어를 통하여 서비스를 제공하고 QoS를 보장하는 방식으로 그중에 SLA(Service Level Agreements) 방식을 사용하는 것이 적합하다. IETF에서 네트워크 구성 요소로 제시가 되었던 PDP (Policy Decision Point)와 PEP(Policy Enforcement Point)가 도입이 된다. 여기에는 COPS(Common Open Policy Service) 프로토콜이 제안되었으며, ISHO (Inter-System Handover)을 통한 이기종망간의 핸드오버를 구성된다. 여기서의 인증은 각각의 두 개 서버에서 인증을 구성하지만, 과금 서버간의 일부 연동을 지원한다. VoIP에 대한 핸드오버를 지원한다. 여기서 QoS의 문제점은 자원사용에 대한 편중 문제를 해결 할 수 없다는 것이다. 또한 호 블록에 대한 능동적 대처가 미흡하다. 여기에는 단계별 버퍼의 임계치를 두어 하위 IP 트래픽 레벨의 전송량 버퍼의 과부하 이전을 관리 하거나 동적 트래픽 관리를 통해서 임계치 초과 시에, 하위 트래픽 서비스를 사용하는 특정 사용자에 대해 end-to-end QoS를 동적으로 제어 하는 방법을 취할 수 있다. 그리고 QML(QoS Management Level)에서 실제적인 관리 및 서비스 제공이 이루어지기 때문에 가능하다. 앞서 말한 PDP와 PEP로 구성되기 때문에 네트워크 및 이동 가입자의 상태 정보를 수집하고, 이동성(Mobility Management Function)의 제공이나 자원관리(Resource Control Function)에 대한 정보를, 하위

계층의 정책 정보(Policy information)의 상호교환을 위해서 질의/응답(request/response) 모델을 제공 하게 된다.

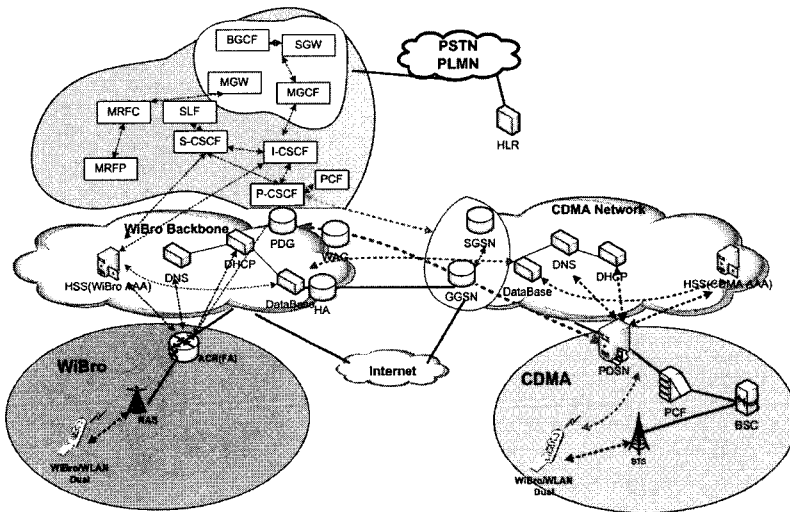
WiBro와 WLAN에 대한 이동 단계에 대해 설명 한다면, 이동 통신망에 대한 접속을 사용자 단말기가 다중모드를 지원한다는 가정으로 나타내었으며, 접속망 변경시 해당 접속망에서 요구하는 인증절차에 따라 인증을 수행하고 망간 AAA 서버간의 연동을 통해 인증과 과금을 수행하는 방식으로 하였다. 여기서는 WiBro 망을 통하여 접속하는 것을 기준으로 하기 때문에 사용자 서비스의 종류와 요구에 따라서 QoS가 보장이 되며, 수동으로 커버리지, 이동속도, 요금을 고려하여 접속망이 이루어진다. 비실시간 단계(non-realtime)를 넘어가는 형태로 WLAN에서의 HA나 FA가 없이 WiBro의 HA를 이용하여, WLAN에서 WiBro로 이동이 가능 하도록 IP 이동성을 지원하는 방향으로 바뀌게 된다.

이후에는 타 망이동시에 IP 이동성 및 QoS를 보장하는 망통합 단계로 WiBro 사용자가 타 망 내부에서 셀간 또는 subnet간 이동할 경우에도 WiBro망의 HA로 이동하여 이동성을 같은 동시에 FA를 이용하여, CoA모드로 IP 이동성을 지원하는 사용자가 FA가 없는 영역으로 이동할 때 CCoA(Collocated Care-of-Address) 모드를 이용하여 WiBro의 HA에 IP를 등록함으로써 IP의 이동성을 지원받게 될 것이다. 두 망간의 고속 이동성 보다는 저속 이동성을 고려한 것으로 할당 방식에 따라서 접속시간이 2에서부터 최대 5초까지 예상된다. 그리고 세션 타임아웃이 접속시간보다 작을 경우 서비스 이동간의 연속성을 지원한다. 여기서는 단말기(MA)를 사용하여 하나의 접속 프로그램을 통해 접속 망을 선택한다.

3.3 WiBro와 CDMA의 연동

MIP가 망에 도입되고 IMS가 도입되는 네트워크 모델이다. 그림 5에서는 각 망에서 과금 및 인증이 비록 두 개이지만, IMS을 통해서 유기적인 연결을 가지고 있다. 그렇기 위해서 CDMA나 WiBro의 두 망 중 한 개의 망에서 터널링을 통한 통합 과금 및

2) Intserv : 각사용자에 서비스 사용에 대해서 정적인 자원을 할당하는 QoS 방식.



(그림 5) WiBro 와 CDMA의 연동(예상)

인증형식을 취하게 된다. 동일한 IP Backbone 공유 (Tightly Coupled) 및 DB 통합이 이루어지게 된다. 또한 HA와 FA의 설치로 인한 MIP를 통한 연속성 (Mobility)를 보장하게 되고, DHCP를 한쪽 망에 P-CSCF에 등록을 해서 사용하는 형식을 이루게 된다. KT망의 경우에는 WiBro를 기준으로 IMS망을 구축하기 때문에, WiBro에 P-CSCF를 통한 등록이 이루어질 것이라고 생각된다. 또한 서비스 이용에 대한 DB의 통합으로 인해서 자동 접속망이 이루어 지고(동일 ID사용), 통합망의 인증기능으로 접속망의 변경에 의한 재인증 작업이 필요 없고, 단말에는 MIP S/W가 사용된다.

여기서의 문제점을 지적 한다면 3GPP/3GPP2에서 PDG/WAG의 필요성이다. 터널링을(IP Routing) 위해서 PDG/WAG을 사용하는 것은 문제가 없겠지만 MIPv6를 사용하기 때문에 이중 터널링으로 문제가 발생한다. 더욱이 WiBro와 3G망과의 연동에서는 3GPP/3GPP2에서 말하는 PDG/WAG가 사용된다고 하지만, WLAN과의 연동에서 꼭 필요한 요소라고 언급 할 수 없다. 만약 통합 인증/과금 때문에 터널링을 한다면, 라우팅 문제가 발생되고, 그렇다고 MIPv6로만 사용을 하게 되면 망의 효율성에서 두 가지 망 모두 IMS가 복잡적으로 이루어져야 한다. 그렇게 되면 단말기나 망 측면에서의 호환성에

대한 문제까지 발생하기 때문에 굳이 두 망 모두 IMS가 도입이 될 필요가 있는가와 통합 인증/과금 문제는 어떤 식으로 해결 할 것인가도 문제가 된다.

다른 문제는 이동단말과 CN 사이에 동적으로 키를 생성할 수 없으며, 시그널링 옵션의 Piggybacking이 스펙에 맞게 지원되지 않는 상황이 발생된다는 것이다. 이것을 해결하기 위해서 패킷 Piggybacking을 위한 100bytes 가량의 공간을 예약하여 사용될 수 있도록 하였다. 그 밖에 MIPv6 configuration을 위해서 파워가 꺼진 동안에도 지워지지 않는 메모리를 지원해야 하는데, HA는 이러한 지워지지 않는 메모리를 필요하며, 파워가 꺼진 동안에도 MN의 CoA(Care of Address)를 기억할 수 있는 능력 또한 필요하다. 여기서 사용되는 IPv6를 MIP로 전환하는 것은 상당한 오버헤드를 수반한다. HA의 경로설정과 기지국 간의 정보 교환에 걸리는 지연 시간이 크기 때문이다. 여기에 수직적 핸드오버(Hierarchical Handover)나 빠른 핸드오버(Fast Handover)를 사용하여, MAP(Mobile Anchor Point)에서 경로를 재설정해주거나, L2 계층을 이용한 핸드오버 이전에 미리 해당주소를 설정하는 기술을 사용하면 MIP 사용을 통한 핸드오버의 부담을 줄일 수 있다. 현재 많은 채용 가능성이 있는 L2 핸드오버의 기법은 RSS(Received Signal Strength)의 크기

에 따라서 큰 기지국에 접속하는 것이 가장 일반적인 핸드오버이다. 그러나 페이딩 등의 환경으로 인해 채널 상태가 위치에 관계없이 변화를 겪기 때문에 오래된 기지국에서 새로운 기지국으로 이동하는 경우라도 파일럿의 크기에 따라 펄핑 현상이 발생할 수 있다. 이런 문제는 임계값에 대한 RSS를 정의하여 해결 가능하다.

3.4 통합망 구조

2008년 이후는 그림 6과 같은 형태의 All-IP의 통합망 형태로 발전할 것이라 예상된다. 그림 6은 core망을 통합하여 WLAN, WiBro, 3G를 연결하여 제어하고 통합한다. IMS를 통한 세션처리를 하고 MIP 도입을 위한 HA를 통합함으로써 효율적인 이동성관리 및 제어가 가능하고 타망간 이동시에도 빠른 핸드오버처리로 인한 원활한 데이터 전송을 할 수 있다.

그림 6은 다양한 이종망이 IMS기반의 통합망에 연결되어 상호 연동이 가능한 모델을 보여 주고 있다. 각각의 망은 PDF를 통하여 IMS기반 통합망으로 연결될 수 있다. 따라서 데이터가 Loosely coupling과 같은 방식으로 인터넷을 통하여 전달되는 것이 아니라 PDF를 통하여 직접 Core 망으로 접근할 수 있게 된다. 이는 Tightly coupling으로의 도입단계로 볼 수 있으며 향후 tightly coupling의 연

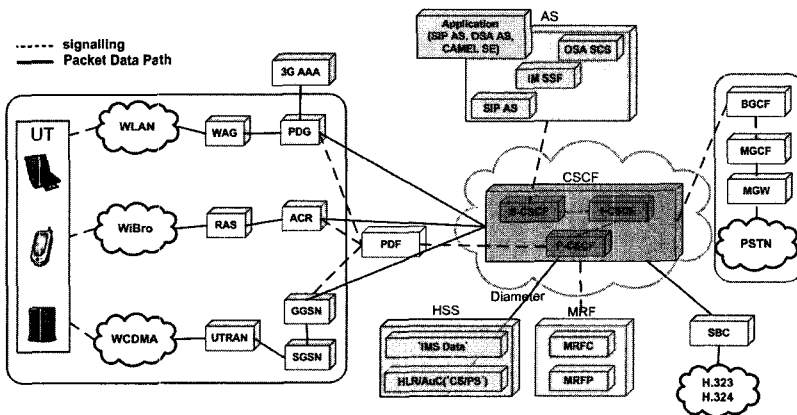
동시스템 구축이 안정된다면 이의 활용방안 및 서비스 도출이 무궁무진할 것으로 사료된다. 또한 MIPv4/MIPv6를 사용하여 완전한 이동성을 보장하게 될 것이다. 기존의 사용자 인증방식의 하나의 통합망으로 이루어지는 것과 함께 여러 개의 IMS이 하나로 합쳐지는 형태의 ALL IP management를 사용할 수 있을 것이다.

IMS가 단지 서비스 제공 도메인이라는 역할만이 아니라 그 성격상 IP 계층 아래의 Access 기술에 대한 독립적인 특성으로 인해 어떠한 Access망과도 연동하여 서비스를 제공할 수 있는 구조를 띄고 있으므로, 향후 NGcN 개념에 있어서의 핵심 역할을 담당할 것이다.

이를 위해, CDMA2000망과 WCDMA망 모두에 단일 IMS 적용을 통해 NGcN 개념을 수용하고 있는 것이다. 이에 더하여 WLAN과 휴대 인터넷에 대한 코어망으로서 IP 기반의 각종 애플리케이션과 서비스를 제공하는 역할을 수행할 것이며 이러한 관점에서 IMS는 향후 IMT-Advanced 및 Network Convergence에 있어서 Core Network의 중심 역할을 담당할 것이다.

4. 제안된 연동 구조

현재는 개별망 형태의 IMS구조를 같은 형태로 개발되고 있지만, 앞으로는 기지국의 협소화 및 복

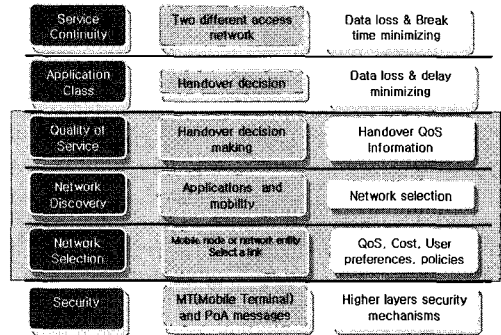


(그림 6) IMS기반의 통합망 구조(WiBro-WLAN-3G CDMA)

잡화 그리고 집적화 등으로 인한 유지비용, 관리비용의 증가에 따라서, 복합 망 및 듀얼망 같은 형태의 발전이 이루어질 것이다. IMS기반의 통합 구조와 함께 802.21 MIH(Media Independent Handover)이라는 이기종간 망간의 연동 기술이 될 것이다. MIH는 초기 핸드오버에 대한 논의는 IEEE WNG SC (WIRELESS NEXT GENERATION STANDING COMMITTEE)에서부터 시작되었다. 여기서는 주로 WLAN과 셀룰러 네트워크간의 핸드오버에 대한 논의가 집중적으로 이루어졌다. 2003년에는 핸드오버에 대한 부분만 802 ECSG(Executive Committee Study Group)를 구성하고 집중적인 연구가 시작되었다[4]. ECSG에서는 WLAN과 셀룰러 네트워크뿐만 아니라 802 계열의 유무선 네트워크와의 핸드오버에 대한 논의가 시작되었으며 최초의 핸드오버 타겟을 802.16 Broadband Wireless Access로 결정하였다. 2003년 11월 ECSG 회의에서는 셀룰러와 WLAN 간의 커플링 모델에 대한 논의를 하고 802.16과의 핸드오버에 대한 논의가 시작되었으며 새롭게 시작되는 WG의 제목을 Media Independent Handover(이하 MIH)로 결정하였다. 2004년 1월에 WG 802.21을 시작하였으며 1월 회의에서는 proposal을 받기 위한 기준에 대한 논의를 시작하고 기술적인 측면으로 L2 트리거에 대한 논의가 진행되었다. 현재 802.21에서는 기본적으로 연동 단말(MS) 및 RAS(Radio Access Station), BTS(Base station transceiver subsystem)에 대한 MIH를 추가하여 연동 하는 방안으로 가고 있다.

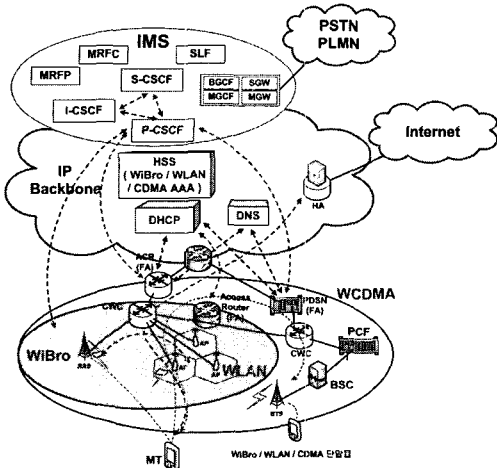
그림 7은 2005년 10월에 논의된 내용을 그림으로 나타내었다. 기존의 PoA와 호환하기 위한 방법으로 상위레이어의 보안 메커니즘 항목이 추가되었다. 그리고 단말의 경우 추가된 파워관리 모드나 액세스 망에서의 기존 통일성을 갖기 위해 만들어진 MIHF는 3가지 계층에 대한 관리적인 측면이 매우 강하다. 기본적으로는 연결 계층(Link-layer)에 대한 상태 정보를 보여준다.

단말의 영역뿐만 아니라 AP, BS, Access Controller, Access Router 영역까지 모두 포함되어 있는 형태로 제안이 되고 있으며, 연동 단말은 소비자가 원하는 서비스를 망의 유형이나 단말 사업자에



(그림 7) 802.21의 기본 모델 및 정의

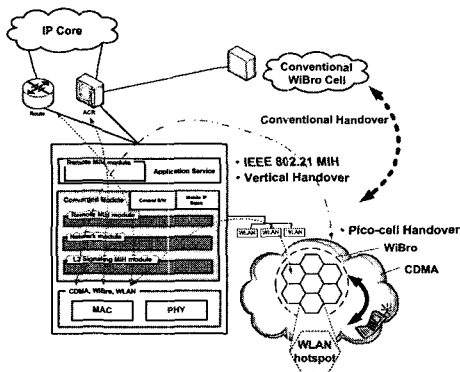
상관없이 과금 단계까지 하나의 형태로 제공 받을 수 있는 서비스라고 정의할 수 있다. 휴대 인터넷과 CDMA가 하나의 단말로 MIH를 통해서 사용될 두 가지 이상의 망을 서비스할 경우 저렴한 가격으로 고속 및 대용량의 데이터 서비스를 제공받는 장점과, 이동성이라는 장점을 선택적으로 이용하여 사용자의 요구에 맞는 음성과 무선 인터넷을 이용할 수 있는 이점을 가지게 된다. 통신 서비스 이용자들은 언제 어디서나 하나의 단말을 통해 경제적이며, 편리하게 통신 서비스를 이용하고 싶어 한다. 그러나 이를 적용하기 위해서는 사용자의 단말기(MS)를 그에 맞게 구매해야 할 뿐만 아니라, 망사업자까지 MIH를 추가해야 하는 부담을 가지고 있다. Dual MAC과 Dual PHY이 존재할 경우에는 비용측면에서 보면, 사용자나 단말기 제조사 모두 많은 부담을 가짐으로 현실성이 떨어진다. 즉 현재의 망에서는 이를 당장 적용하기에는 기술적 비용적인 면에서 많은 시간이 걸릴 것이다. 만약 하나의 기지국에서 여러 가지의 망을 액세스하는 기술을 도입한다면, 다양한 사용자 단말기의 접속이 하나의 기지국으로 접근 가능하게 될 것이다. 여러 가지 네트워크가 혼재해 있는 상황에서 서로 통신하기 위해서는 상위 백본망의 복잡한 과정을 거쳐야 한다. 그러한 복잡한 과정을 좀 더 단순화하기 위해서는 MIH를 적용하여 기지국을 통합기지국 형태로 제안 될 필요가 있다. 통합 기지국을 사용할 경우에는 앞서 설명한 것에 비해서 사용자나 망사업자 측면에서 가장 저렴한 방법으로 모든 단말의 접근이 가능하다. 기존의 CDMA망, WLAN망 그리고 앞으로 구축될



(그림 8) 제안된 새로운 연동 구조

WiBro 망이 모두 혼재할 경우에 중복 투자로 인한 망 구축비용 및 유지비용에 높은 부담이 된다. 또한 무선 자원의 활용도를 보았을 때에도 문제가 있다. 그렇기 때문에 하나의 통합 기지국을 구축할 경우 이러한 소요 비용이 상당히 절약되는 장점이 있다.

그림 8의 연동구조는 새로운 CWC(Converged Wireless Controller)라는 통합기지국 형태의 모델이 제시되었다. 기존의 다른 IMS망에서의 복잡한 망을 단순화하면서 기지국 및 이기종간의 단말에 대한 호환성을 지니게 됨으로써, 공간적 시간적 그리고 복잡한 망구조의 해결책으로 제시될 수 있다. 최근 몇몇 기업에서는 그림 9와 같은 형태의 구조를 지닌 기지국의 도입을 검토하고 있다. 제안된 망에서



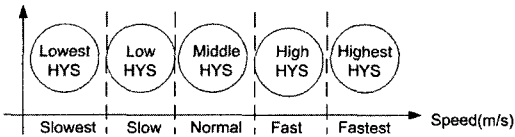
(그림 9) 제안된 Converged Wireless Controller

는 앞으로 도입될 듀얼모드 단말에 대한 호환성이거나 사용자별로 관리가 가능하여, 무선자원을 할당하기 때문에 보다 엄밀한 자원 관리가 가능하다. 또한 QoS형태의 자원 관리에서도 MIH를 기반을 두어 관리가 되기 때문에 DiffServ 및 IntServ가 1, 2계층의 자원 관리와 연동되기 용의하다. 또한 전용 채널의 할당도 가능해지기 때문에 유연한 자원관리가 가능하게 된다. 기존 망과 별도로 논의가 되었던 접속망의 QoS를 네트워크 전체에 대한 통합적인 QoS 관리에 대해 효과적으로 연동할 수도 있게 된다. 기존의 경우 개별 망에서 QoS의 모델이 다를 경우 전체 망 측면에서 볼 때에 QoS가 보장되지 않을 수 있기 때문에 이러한 통합관리가 매우 중요하며, 제한된 망에서는 충분히 가능하다고 생각한다.

그림 9와 같이 하나의 WiBro망에는 여러 개의 WLAN의 액세스망이 존재하며, WiBro의 액세스망에는 또 다른 여러 가지의 셀룰러망이 존재한다. 이러한 액세스망끼리는 CWC 및 Converged Center를 두고 사용을 할 경우 IMS망과 연동시 매우 간단한 연동구조로 단일화 될 수 있으며, 서로 다양한 연결이 이루어질 수 있다. 연동 라우터 및 센터의 핸드오버의 기준은 단순히 RSS 값을 경계로 하여 이용하는 것뿐만 아니라 그림 10에 정의되어 있는 각 망에서 일정 시간동안 평균 수신파워를 측정하여 일정한 경계치를 정의 하고 GRC(Grey Relational Coefficient)를 각각의 선택 알고리즘에 의해서 네트워크 선택이 되어서 최적의 임계값이 넘으면 알맞은 네트워크를 선택하도록 되어 있다[15].

각각의 망에서 제공하는 전송속도와 망의 Capacity, QoS 등이 다르게 서비스 된다. 따라서 제안된 CWC는 QoS를 고려한 연동방안이 일부 MIH방안에 따라서 고려되어 있다. 실시간 트래픽 지연에 대해서 민감한 VoIP나 비 실시간 트래픽을 가지고 있는 상황에 따라 자원할당이 조절 가능한 트래픽에 따라서 적용되어야 한다.

이종망간의 Capacity가 다르기 때문에 단말에게 할당할 수 있는 자원이 제한적이다. WLAN은 54Mbps를 제공하는 반면, WCDMA는 기지국 당 2Mbps 정도이다. 또한 WiBro의 경우는 18Mbps이



(그림 10) Hysteresis의 적용방안

다. 따라서 세 망 사이에 존재하는 단말들은 각각의 진입 망에서 요구하는 Capacity에 따른 적절한 자원을 할당해야 한다. 여기서 사용되는 QoS는 Hard QoS와 Soft QoS를 모두 사용된다. 그러나 세 망사이에 사용되는 CWC의 MIH 부분에 QoS는 Soft QoS를 사용한다. 이 개념은 망에서 사용가능한 자원과 애플리케이션의 요구를 연결하는 것으로 자원의 상태에 따라서 어플리케이션 사이에 QoS가 보장되는 것이다. 현재 서비스 중인 모든 Active 커백션에게 가능한 최대의 자원을 제공함으로써 QoS를 보장한다. 서로간의 유사성이나 변화를 알기 쉽고 나타내기 쉬운 방법으로 제안되고 있으며[16], 그림 10과 같이 각 망의 특징에 맞는 거리, 시간과 공간에 따른 Hysteresis Loop를 통해서 다양한 QoS를 통합망에서 단일 처리되어 보장하는 방법을 사용하게 된다.

5. 결 론

앞으로는 다양한 망이 혼재하는 형태의 광대역 통합망 기반의 네트워크 사회로 빠르게 진화할 전망이다. 이를 바탕으로 언제 어디서나 멀티미디어 및 TPS 환경에서 자유로운 서비스를 제공받는 형태로 발전할 것이다. 이종간망간의 연동 및 통합기술은 IMS 망과 함께 미래의 컨버전스 네트워크에 대한 연구의 초석이 될 것이다. 본 논문은 이종망이 공존하는 환경에서의 통합망 구조 및 효율적인 네트워크 상황에서의 QoS 방안을 제안하였다. IP망의 QoS 기법인 IntServ 및 DiffServ를 무선 접속 망의 종류와 형태에 따라서 구분하던 것을 통합망기반의 CWC를 통하여 QoS 관리 및 연동을 통한 관리를 이야기하였다. 또한 지금까지 3GPP/ 3GPP2에서 제안된 IMS 망과 새롭게 두 개의 IMS와 MIH 기술

을 규합한 망을 통하여, 통합 컨트롤러를 통한 단일 망 및 단일 계층에서 해결 하지 못한 넓은 영역의 문제를 다루는데 새로운 가능성을 제시한다.

참 고 문 헌

- [1] 3GPP TS 23.234 V6.3.0, "3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) interworking - System description (Rel. 6)," Dec. 2004.
- [2] Salkintzis, A. K., "Interworking techniques and architectures for WLAN/3G integration toward 4G mobile data networks," IEEE Wireless Communications, June 2004.
- [3] 3GPP TS 23.228 v6.8.0, "IP Multimedia Subsystem (IMS)-Stage 2", Dec. 2004.
- [4] 21-04-0087-07-0000, "Media Independent Handover Service Draft Technical Requirements," IEEE P802.21 WG, Aug. 2004.
- [5] 21-05-0240-01-0000, "21-05-0240-01-0000-Joint_Harmonized_MIH_Proposal_Draft_Text" IEEE P802.21 WG, May. 2005.
- [6] McNair, J., Fang Zhu, "Vertical handoffs in fourth-generation multinet environments," IEEE Wireless Communications, June 2004.
- [7] J. Y. Song et al., "Hybrid coupling scheme for UMTS and wireless LAN interworking," IEEE VTC 2003-Fall, Oct. 2003.
- [8] K. E. Makli et al., "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," Internet draft, draft-ietf-mobileip-lowlatency handoffs-v4-05.txt, June 2003, work in progress.
- [9] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," draft-ietf-mipshop-fast- mipv6-02.txt, July 2004.
- [10] Y. J. Lee et al., "11-04-1411-00-wien-soft-qos-based- rrm-interworking", IEEE 802.11 WIEN WG, Nov. 2004.
- [11] "핸드오버 규격", 무선 시스템 연구부, ETRI

IP 이동성 연구팀

- [12] IEEE trial-use recommended practice for multi-vendor access point interoperability via an inter-access point protocol across distribution systems supporting ieee 802.11 operation, IEEE Std 802.11f, 2003.
- [13] 3GPP2 P.R0001 V1.0.0, "Wireless IP Architecture Based in IETF Protocol", Jul. 2000.
- [14] "3GPP2-WLAN Interworking", 3GPP2 S.P0087-0 Version 0.5, Jul, 2003.
- [15] Q.Son, A. Jamalipour, "Network selection in an intergrated wireless LAN and UMTS environment using mathematical modeling and computing techniques", *IEEE Wireless Communication*, June 2005.
- [16] Q.Son, A. Jamalipour, "Quality of Service Provisioning in Wireless LAN/UMTS Integrated Systems using Analytic Hierarchy Process and Grey Relational Analysis", *IEEE GLOBECOM'2005*, DEC. 2004.

◎ 저자 소개 ◎



박 현 문

2004년 2월 한세대학교 컴퓨터공학전공 졸업
2006년 2월 국민대학교 전자공학과 석사 졸업(예정)
관심분야: WLAN 이동기술 및 타망과의 연동, 802.15.4



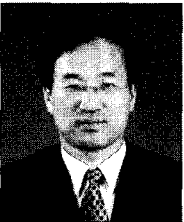
서 영 민

2005년 2월 국민대학교 전자정보통신공학부 졸업
2005년~현재 국민대학교 전자공학과 석사 과정
관심분야: 유/무선연동, 무선통신, 통신방송인터넷융합



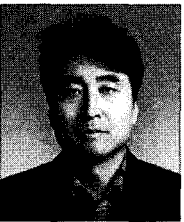
강 상 범

2005년 2월 국민대학교 전자정보통신공학부 졸업
2005년~현재 국민대학교 전자공학과 석사 과정
관심분야: 유/무선연동, Mobile IP, IMS, MIH



장 영 민

1985년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
1987년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
1999년 University of Massachusetts, Dept. of Computer Science 박사
1987년~2000년 ETRI 이동통신연구단 연구원 및 선임연구원
2000년~2002년 덕성여대 컴퓨터과학부 교수
2002년~현재 국민대학교 전자정보통신공학부 교수
2005년~ 현재 국민대학교 Ubiquitous IT Convergence Research Center(UICRC) 소장
관심분야: 4G 이동통신, 이종망간 연동, 통신방송인터넷융합, WPAN, WLAN



예 병 호

1982년 2월 경북대학교 전자공학과(학사)
1984년 2월 경북대학교 전자공학과(석사)
2001년 8월 한국항공대학교 통신정보공학파(박사)
1984년 3월 ~ 2001년 1월 한국전자통신연구원 교환기술연구단 책임연구원
2002년 2월 ~ 현재 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단 팀장
주 관심분야: 통신망 관리, 유무선 통합, QoS 제어