

차세대 무선 IP 네트워크에서의 종단간 서비스 품질(QoS) 제공

Provisioning of the End-to-End Quality of Services in the Next Generation Wireless IP Networks

류승원(S.W. Ryu) 광대역무선MAC연구팀 선임연구원
배정숙(J.S. Bae) 스마트객체연구팀 연구원
조철희(C.H. Cho) 스마트객체연구팀 책임연구원
김성희(S.H. Kim) 스마트객체연구팀 책임연구원, 팀장

차세대 통신 시스템은 다양한 IP 멀티미디어 응용을 지원하고, 유비쿼터스 서비스를 제공할 수 있도록 다양한 유무선 통신 시스템들이 IP 기반의 멀티네트워크로 통합될 것이다. 이러한 차세대 통신 시스템에서 IP 기반 멀티미디어 응용을 효율적으로 지원하기 위하여 종단간 QoS 제공이 중요한 문제가 된다. 본 고에서는 3세대 이동통신과 차세대 백본 네트워크(NGN)에서 연구되고 있는 QoS 제공 방안을 살펴본다. 그리고, 3세대 이후의 통신 시스템을 위하여 IP 네트워크에 기반을 두고 이질적인 무선 시스템들의 통합에 대해 연구하고 있는 프로젝트에서 All-IP화에 따른 종단간 QoS 제공 방안을 살펴본다. 그리고, 다양한 통신 시스템들이 IP 기반의 백본 네트워크로 통합되어 All-IP화된 차세대 통신 시스템의 개략적 구조를 제시하고, 이를 기반으로 종단간 QoS 제공을 위하여 연구되어야 할 주요 사항들을 살펴본다.

1. 서론

21세기에 들어 IT의 고도화로 다양한 디지털 정보가 확산됨으로써 글로벌화, 지식 산업화, 그리고 디지털화된 정보 통신 사회로의 전환이 급속히 이루어지고 있다. 이러한 전환은 다양한 디지털 정보의 제공을 위한 디지털 콘텐츠 산업의 발달로 가속화되고 있다. 이와 더불어, 「최적으로 연결된 상태로 언제, 어디서나」 멀티미디어 정보 서비스를 이용하고자 하는 요구가 크게 부상하고 있다. 따라서 이를 충족시키기 위하여 다양한 통신 환경에서의 멀티미디어 서비스 제공의 중요성이 크게 부각되고 있으며, 특히 이동 통신 환경에서의 대용량 고속 멀티미디어 무선 통신 기술이 강조되고 있다.

현재 일부 국가에서 서비스가 진행중인 Universal Mobile Telecommunication Systems(UMTS)나 cdma2000과 같은 3세대 이동통신 시스템은 무선 인터페이스상에서 2Mbps 급의 고속 데이터 전

송률을 제공할 뿐 아니라, 이동 사용자에게 IP 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그러나 차후에 등장하게 될 다양한 응용들을 위한 고속 대용량 멀티미디어 IP 서비스와 유비쿼터스 서비스를 지원하기 위하여 IMT-2000 이후의 시스템, 즉, 4세대 이동 통신 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.

4세대 이동통신 시스템에 대한 표준화는 아직 가시화되지는 않았지만 ITU-R WP 8F을 통해 각국의 핵심기술 연구와 더불어 진행되고 있다. 현재 ITU-R WP 8F에서는 세계 시장과 기술 동향 그리고, 개발 국가의 요구사항을 고려하여 IMT-2000 시스템의 향후 개발 목표와 IMT-2000 이후의 시스템의 목표를 정의하고 있다. ITU-R WP 8F에서는 IMT-2000 이후의 시스템이 고속 이동환경에서는 100Mbps, 저속 이동환경에서는 1Gbps의 데이터 전송률을 제공할 것으로 보고 있다. 그리고, 셀룰러, WPAN, WLAN, 디지털 방송, 고정 무선 접속네트

워크 등의 연동을 통해 언제, 어디서나 최적화된 모바일 접속을 제공할 것으로 예상하고 있다.

다양하고 이질적인 통신 시스템들의 연동은 All-IP 네트워크에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있는 만큼 IP 기반의 멀티네트워크를 통하여 이루어질 것으로 예측된다[1]-[3]. 따라서 4세대 이동 통신 시스템은 IP 기반의 멀티 네트워크를 중심으로 다양한 유무선 통신 시스템들이 통합하여 고속의 이동성 및 글로벌 로밍을 제공하고, 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하여 유비쿼터스 서비스를 실현할 수 있을 것으로 예상된다[4].

차세대 통신 시스템은 다양한 IP 멀티미디어 응용을 지원하고, 유비쿼터스 서비스를 제공할 수 있도록 다양한 유무선 통신 시스템들이 IP 기반의 멀티네트워크로 통합될 것이다. 이러한 차세대 무선 통신에서 IP 기반 멀티미디어 응용을 효율적으로 지원하기 위하여 종단간 QoS 제공이 중요한 문제가 된다. 다양한 유무선 시스템들의 IP 기반의 백본에 연결되어 있는 구조에서 종단간 QoS를 제공하기 위해서는 응용의 특성에 따라 소스 및 대응 단말이 접속하는 접속네트워크에서의 QoS 제공과 IP 백본에서의 QoS 제공이 함께 이루어져야 한다. 여기에서 접속 네트워크와 IP 백본 네트워크를 연결하는 IP 게이트웨이에서의 역할이 중요시 된다. 본 고에서는 우선 3세대 이동통신 시스템과 Next Generation Networks(NGN)에서 연구되고 있는 QoS 제공 방안을 살펴본 후 다양한 유무선 시스템들이 IP 기반의 백본 네트워크로 통합되어 있는 차세대 통신 시스템에서 종단간 QoS를 제공하기 위한 방안을 제안하고자 한다.

본 문서의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 3GPP와 3GPP2 등에서 제안된 3세대 시스템에서 이루어지고 있는 종단간 QoS 지원 방안과 3세대(3GPP) 이동통신에서 정의된 각 트래픽 클래스의 정의와 특징을 살펴본다. 그리고, NGN에서 IP 백본 네트워크를 기반으로 이루어지고 있는 QoS 제공 방안도 살펴보기로 한다. 제 III장에서는 다양한 통신 시스템들이 IP 기반의 백본 네트워크로 통합되어

All-IP화된 시스템 구조에서 종단간 QoS 제공을 위하여 고려해야 할 사항을 살펴본다. 또한 3세대 이후 시스템인 Beyond 3G(B3G)의 네트워크를 위하여 유럽에서 연구되고 있는 IST의 BRIAN/MIND와 WINE GLASS, 그리고 일본의 e-JAPAN MIRAI 등의 프로젝트들을 중심으로 종단간 QoS 제공을 위한 연구사항들을 살펴 본다. 마지막으로, 제 IV장에서는 다양한 통신 시스템들이 IP 기반의 백본 네트워크로 통합되어 All-IP화된 개략적 차세대 통신 시스템 구조를 제시하고 이를 기반으로 종단간 QoS 제공을 위하여 연구되어야 할 주요 사항들을 살펴본다.

II. 3세대 및 NGN에서의 QoS 제공 방안

현재까지 종단간 QoS 지원을 위한 연구는 무선 분야에서는 3세대 이동통신(3G)인 IMT-2000 규격은 3GPP/3GPP2를 중심으로 연구되어 왔으며 4세대 이동통신(4G)은 아직 초보 단계의 연구가 진행되고 있어 시스템의 구조나 시스템에 관한 본격적인 연구는 이루어지지 않은 상태이다. 한편 IP 기반의 차세대 유선 네트워크인 NGN에서의 QoS 제공에 대한 연구는 IETF를 주축으로 활발히 이루어지고 있다. 본 장에서는 기존 연구로서 우선 3G와 NGN에서의 연구 동향에 대하여 살펴보기로 한다.

1. 3세대 이동통신에서의 종단간 QoS 연구 동향

현재까지의 무선 네트워크(즉 2G까지) 유선 네트워크와 유사한 Signaling System 7(SS7) 기반의 Circuit-Switched(CS) 네트워크로서 주로 음성 서비스 제공을 위주로 설계되었다. 3세대 시스템인 IMT-2000은 음성 이외의 고속 데이터 및 멀티미디어 서비스까지 제공하는 것을 목표로 하며 3GPP와 3GPP2에서 각각 별도의 두 가지 규격을 설계하였다. 이러한 두 가지의 규격 중 3GPP에서 설계된 규격은 UMTS로서 이는 GSM 기반의 핵심네트워크

에 W-CDMA를 사용하는 UMTS Terrestrial Radio Access Network(UTRAN)를 포함한다[2]. 3GPP2에서는 cdma2000을 기반으로 한 3G 규격을 제안하였다[5]. 또한, 급증하는 무선네트워크에서의 데이터 트래픽의 수요에 부응하고 QoS를 희생시키지 않으면서 기존 음성 서비스를 제공하기 위해 코어 네트워크의 IP화가 진행되고 있다.

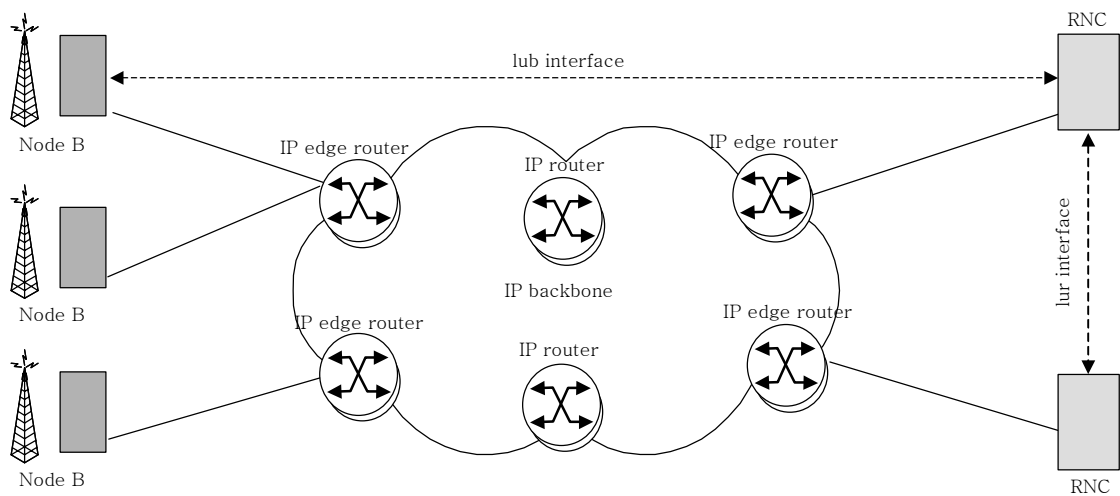
본 절에서는 3GPP와 3GPP2에서 설계된 두 개의 3G 규격 및 시스템들을 살펴보고 또한 3G 서비스로 정의된 네 가지 클래스들을 살펴보기로 한다.

가. 3GPP

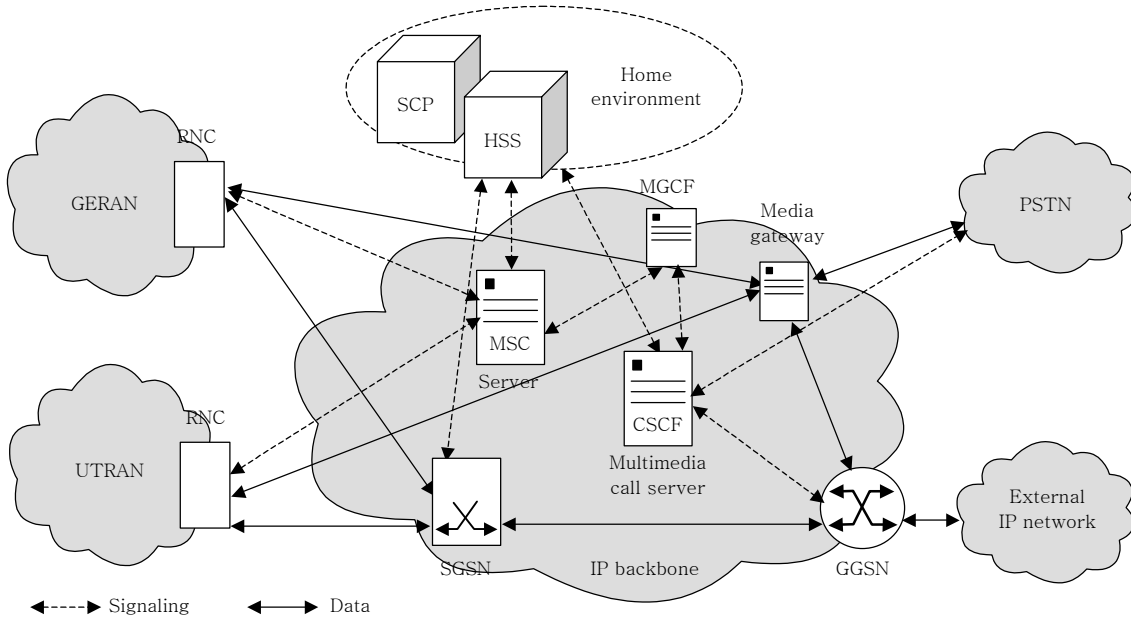
3GPP에서 제안된 3G 시스템은 UMTS로서 이는 W-CDMA에 근거한 무선전송방식을 취하고 있으며 크게 두 개의 서브시스템으로 구성된다[6]. 첫째 서브시스템은 UTRAN으로 노드 B와 Radio Network Controller(RNC)로 이루어진다. 노드 B는 GSM에서의 Base Transceiver System(BTS)과 거의 유사한 기능들을 수행하며 RNC는 GSM에서의 Base Station Controller(BSC)와 유사한 기능들을 수행한다. 따라서 UTRAN은 기존의 회선 교환 기반의 서비스는 물론 패킷 교환 서비스도 수용하며, 회선 교환 서비스를 Mobile Switching Cen-

ter(MSC)에 그리고 패킷 교환 서비스를 IP 코어 네트워크에 연결하여 서비스를 제공하고 있다.

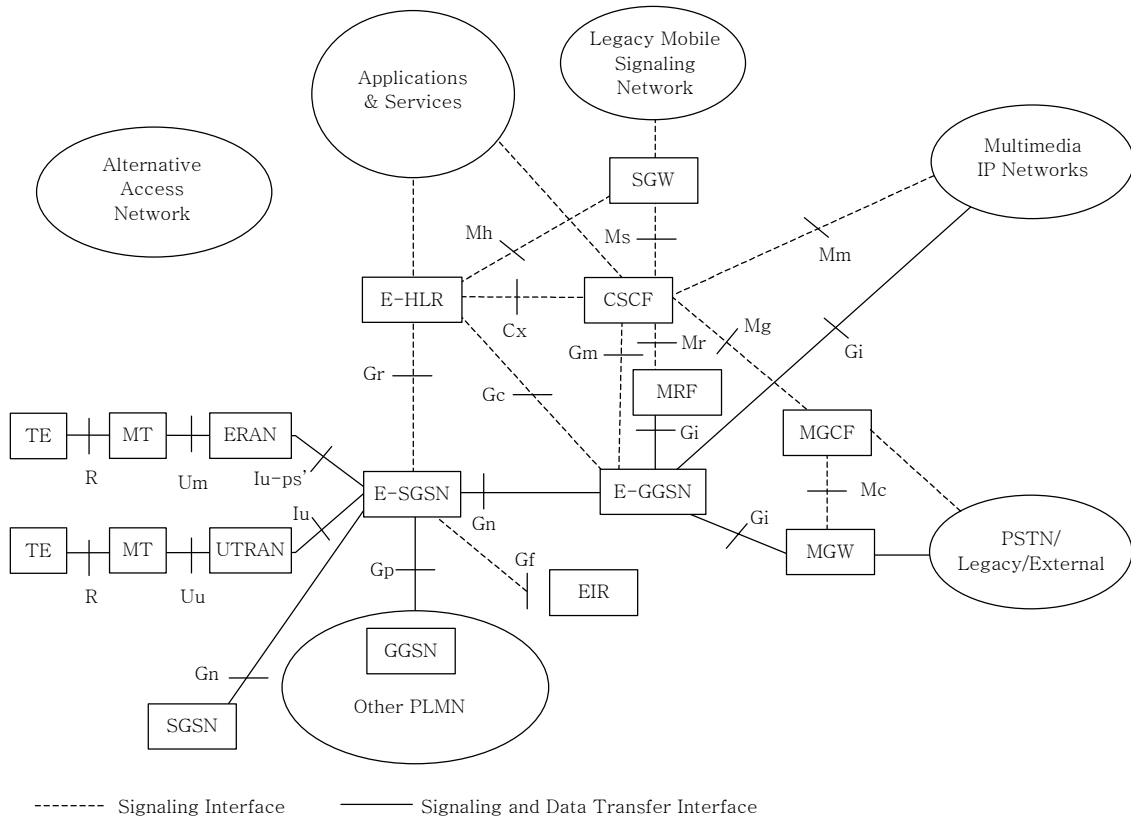
UMTS는 IP-based Multimedia Subsystem(IMS)과 UTRAN의 VoIP나 MMoIP 등의 IP 기반의 멀티미디어 서비스 제공을 위한 IP 트랜스포트 등의 기술 도입을 통해 All-IP화하고 있다[1],[7]. (그림 1)과 (그림 2)는 3GPP All-IP UMTS 코어 네트워크와 IP 기반 UTRAN의 개략적 구조들을 보여 주고 있다[1]-[3]. (그림 3)은 Third Generation Internet Protocol Forum(3GIP)에서 제시한 IP 기반의 3G 네트워크 참조 모델이다[1]. 이 All-IP 네트워크의 참조모델은 General Packet Radio Services(GPRS)의 진화를 기반으로 제안되어 있으며, 이에 더하여 IP 기반의 무선 네트워크에서의 호 제어 기능을 위한 기능 및 미디어 제어를 위한 VoIP 제어 기능을 수용하고 있다. 그림에서 GPRS 기능들인 Serving GPRS Support Node(SGSN)와 Gateway GPRS Support Node(GGSN)의 주변에 그려진 이러한 기능 요소들이 패킷 교환 서비스 도메인을 형성하며, 그 중 MGW는 변환되는 트래픽을 전달하는 트랜스포트 종단점의 역할을 수행한다. 한편 MSC 서버 및 GMSC 서버 등은 IP 트랜스포트 위에 구현된 기존 회선 교환 서비스 도메인의 호 및 신호 제어 기능들이다.



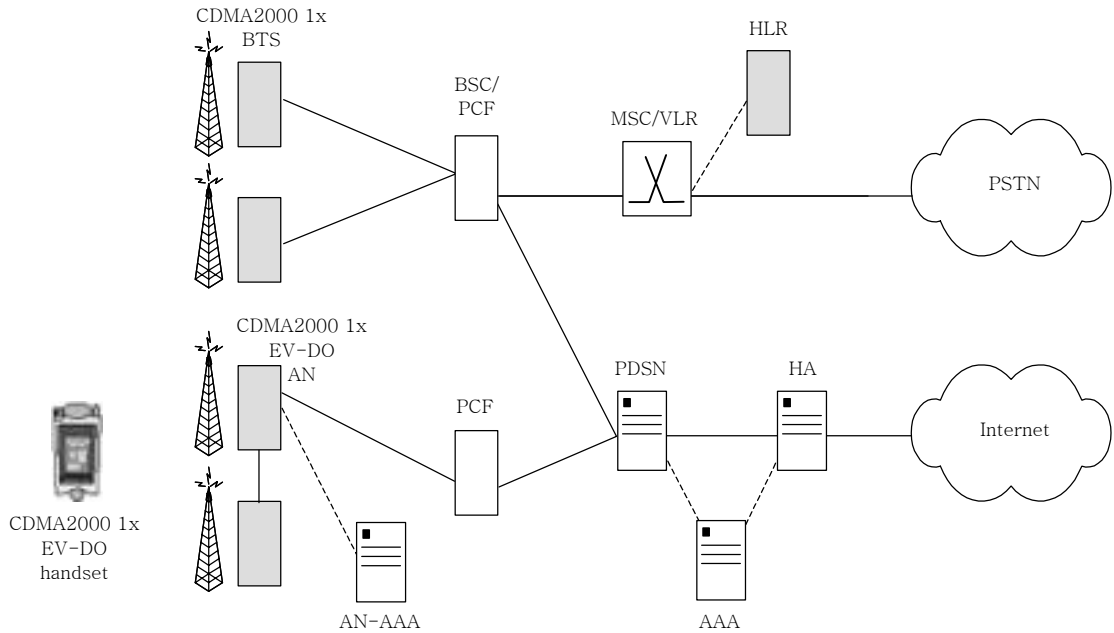
(그림 1) 3GPP의 All-IP 시스템 구조



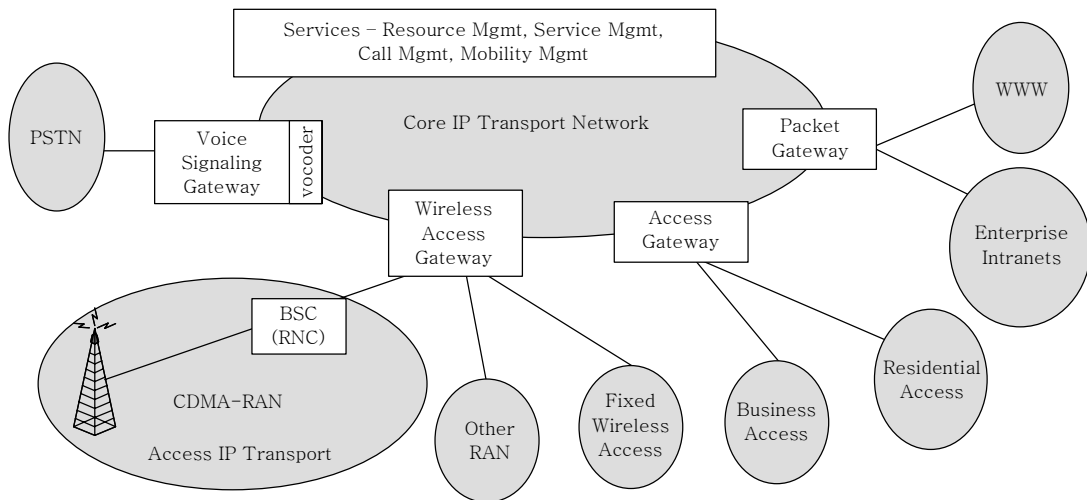
(그림 2) 3GPP의 IP 기반 UTRAN 구조



(그림 3) 3GPP의 All-IP 네트워크 참조 모델



(그림 4) cdma2000 기반의 IMT-2000 시스템 구조



(그림 5) 3GPP2의 All-IP 기반 네트워크 모델

나. 3GPP2

3GPP2에서 설계된 IMT-2000 규격은 cdma 2000을 근간으로 발전한 3G 시스템이다[5]. 기본 시스템 구조는 3GPP에서 설계된 UMTS와 유사한 구조를 가지며, 가장 큰 차이점은 패킷 데이터 서비스를 위해 Packet Data Service Node(PDSN)가

존재한다는 점이다. PDSN은 UMTS에서의 SGSN 과 GGSN의 기능들과 비슷한 역할들을 수행한다. (그림 4)는 3GPP2에서 설계된 시스템의 개략적 구조를 보여준다.

3GPP2에서는 3GPP에서와 마찬가지로 베어러 서비스에 의해 연결이 이루어진다. PDSN은 백본 네트워크에 연결하는 게이트웨이로 네트워크 또는

이동국이 설정한 정책에 의해 상향에서 마킹을 하향으로 마킹 해제를 수행한다. 마킹에 의해 무선 구간 의 서비스는 유선 네트워크에서 제공하는 서비스 형태로 전환되어 유선 네트워크를 거쳐 목적지에 전해진다. 예로 유선 네트워크가 DiffServ 형태의 QoS 를 제공한다면 PDSN에서는 무선 서비스들이 유선 네트워크의 DiffServ에서 정의하는 QoS 클래스를 갖는 IP 연결로 매핑된다.

(그림 5)는 3GPP2의 All-IP화를 위한 IP 기반의 네트워크 모델을 보여준다[4]. IP 코어 네트워크는 호처리와 관리에 필요한 모든 기능을 서버의 형태로 보유하며, 타 네트워크와의 연동도 담당한다. 기반 네트워크에 연결된 모든 접속 네트워크들은 접속 게이트웨이를 통하여 연동하며, 여기서 미디어의 변환 및 신호방식 변환이 이루어진다. (그림 5)와 같은 네트워크 구성을 통하면 RAN들은 단지 서브넷의 개념으로 코어 네트워크에 접속하게 되며, 이는 코어 네트워크의 입장에서 보아 이종의 여러 무선 접속 네트워크들을 수용하기에 유리한 형태가 된다.

다. 3GPP에서의 QoS 서비스 클래스

3GPP/3GPP2에서는 주로 지연에 대한 민감도 (delay sensitivity)에 따라 각종 서비스들을 4가지 클래스로 분류한다[6]. 이러한 QoS 서비스 클래스는 conversational, streaming, interactive, background 등이다. Background 클래스는 데이터가 어떤 정해진 시간 내에 목적지에 도착해야 한다는 제한이 없으며 이메일 서비스가 대표적인 예이다. Interactive 클래스는 데이터가 어떤 정해진 시간 내에 목

적지에 도착해야 한다는 제한이 있으며, 왕복 시간 (round-trip time)이 하나의 중요한 특성이 되며, 웹 브라우징, 데이터베이스 검색, 서버 접속 등이 해당된다. Streaming 클래스에서는 정보 개체간 시간이 하나의 제약이 되지만 어느 정도의 전송 지연은 허용되며, 오디오/비디오스트리밍 서비스가 좋은 예이다. 마지막으로 Conversational 클래스에서는 정보 개체간 시간이 하나의 제약이 되어 아주 작은 전송 지연이 허용되며, VoIP, 화상 회의 등이 좋은 예이다. <표 1>에서는 상기 4가지 각 QoS 서비스 클래스들의 특징을 나타내고 있다.

3G 무선 네트워크에서는 차별화된 서비스를 제공하기 위해 각 서비스들을 상기와 같이 네 가지의 클래스로 분류하고 있으나 종단간 QoS를 각각의 클래스에 제공하기 위해서는 유선 네트워크와 만나는 지점에서 유선 네트워크가 제공하는 서비스들로의 매핑이 이루어진다. 현재 유선 네트워크에서는 Diff-Serv가 가장 유력한 서비스 차별화 방법으로 대두되고 있으나 이는 무선네트워크의 3G에서 정의된 QoS 서비스 클래스들과는 다른 제공 서비스 종류와 요구 사항들을 요구하고 있다.

2. NGN

IP 기반의 네트워크에서 종단간 QoS의 제공을 가능하게 하기 위하여 NGN은 IETF에서 제안한 IntServ 및 Diffserv 모델, 두 모델을 통합한 기법, 그리고, MPLS 기술들을 적용하고 있다. 본 절에서는 IETF에서 제안한 QoS 차별화 기술들에 대하여 간략히 소개한다.

<표 1> UMTS 각 서비스 클래스별 특징

특징	UMTS service classes			
	Conversational	Streaming	Interactive	Background
Max. bit rate(kbps)	<2048	<2048	<2048-overhead	<2048-overhead
Max. packet size(bytes)	≤1500(or 1502)	≤1500(or 1502)	≤1500(or 1502)	≤1500(or 1502)
Packet error ratio	$10^{-2}, 7 \times 10^{-3}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}$	$10^{-1}, 10^{-2}, 7 \times 10^{-3}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}$	$10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-6}$	$10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-6}$
Transfer delay(ms)	100(max.)	250(max.)	-	-

가. IntServ

IP 기반의 네트워크에서 종단간 QoS의 제공을 가능하게 하기 위하여 NGN은 IETF에서 제안한 IntServ 및 Diffserv 모델, 두 모델을 통합한 기법, 그리고, MPLS 기술들을 적용하고 있다. 본 절에서는 IETF에서 제안한 QoS 차별화 기술들에 대하여 간략히 소개한다.

Integrated Services(IntServ)[8]에서는 필요한 경우에 서비스 품질이 보장될 수 있도록 개개의 플로우에 링크 대역폭 등의 자원을 예약한다. RSVP가 양단과 네트워크의 자원 요구사항, 자원 이용성, 자원 예약의 설정 및 제거 등에 대한 정보를 교환할 수 있는 시그널링 프로토콜로 사용될 수 있다.

제공되는 서비스로는 신뢰성있고 좀 더 확장된 최선형 서비스(best-effort service)를 요하는 응용을 위한 부하 제어형 서비스(controlled load service)와 고정된 지연 한계를 요하는 응용을 위한 보장형 서비스(guaranteed service)가 있다. 그러나, IntServ 구조는 다음과 같은 문제점을 가진다.

- 상태 정보의 양이 데이터흐름 수에 비례하여 증가한다. 이는 백본 라우터에 거대한 스토리지와 프로세싱 오버헤드를 요한다. 그러므로, 이러한 구조는 핵심네트워크에서의 확장성을 제공하지 않는다.
- 모든 라우터가 Resource reSerVation Protocol(RSVP), 승인 제어, MF classification, 패킷 스케줄링 등을 지원하여야 하므로 라우터에 요구사항이 많다.

나. RSVP

Resource reSerVation Protocol(RSVP)[9]은 응용이 QoS 요구사항을 네트워크에 전달할 때 사용할 수 있는 네트워크 제어 프로토콜로 자원 승인 제어를 제공해 준다. 자원들이 사용될 수 있으면, RSVP는 예약을 승인하고, 트래픽 분류기(traffic classifier)를 설치한다. RSVP는 OSI 계층에서 전송 계층에 위치하고 라우팅 프로토콜과 함께 동작하

며, 라우팅 프로토콜이 계산하는 경로를 따라 동적 접속 리스트를 설치한다.

RSVP는 통신 세션을 목적지 주소, 전송 계층 프로토콜 타입, 목적지 포트 번호의 조합에 의해 식별한다. 데이터 플로의 전송 경로에 있는 라우터들은 특정 QoS 계약 사항을 데이터 플로우에 제공할 수 있다. 반면에, 라우터에 진입한 최선형 트래픽은 그러한 서비스 계약을 받을 수 없고, 자원이 사용될 수 있는 만큼만 받게 된다.

RSVP의 주요 메시지는 PATH와 RESV이다. PATH는 통신 세션을 시작하는 소스가 전송하는 메시지로, 데이터 경로에 있는 노드에 상태 정보를 설치하고, 소스의 능력을 기술한다. RESV는 통신 세션의 수신자가 발생시키는 메시지로, PATH가 전달되어 온 경로의 역으로 전송되어, 전송 경로에 있는 각 노드에 QoS 상태를 설치한다. 이러한 상태는 목적지의 특정 QoS 자원 요구사항과 연관된다. RSVP 예약 상태는 주기적으로 갱신되어야 하는 임시 상태이므로, RSVP와 RESV 메시지는 주기적으로 재전송되어야 한다. 상태는 갱신되지 않으면, 제거된다. RSVP는 이 밖에도 QoS 상태에 대한 정보를 제공하거나 통신 세션 경로를 따라 명확하게 QoS 상태를 제거하는 부가적인 메시지를 갖는다.

다. DiffServ

IntServ와 RSVP의 구현과 전개에 어려움으로 인하여, Differentiated Services(DiffServ)[10] 모델이 등장하였다. DiffServ에서는 QoS를 위한 시그널링이 제거되고, 각 네트워크 요소에서 유지되어야 하는 상태 정보의 수가 크게 감소되었다.

DiffServ 네트워크는 패킷들을 IP 헤더에 있는 6비트의 Diffserv Code Point(DSCP)에 기반을 둔 클래스로 분류하고, 패킷에 적절한 지연 한계, 지터 한계, 대역폭 등을 제공하여 해당 클래스에 QoS 파라미터들을 적용한다. 이를 “Behavior Aggregate (BA) classification”이라 한다. 각 Diffserv 라우터에서, 패킷은 DSCP가 호출하는 Per-Hop Behav-

ior(PHB)를 따른다. PHB는 BA에 속하는 패킷에 대한 노드의 패킷 스케줄링, 큐잉, 단속, 세이핑 등의 동작을 말한다.

라. MPLS

MultiProtocol Label Switching(MPLS)[11] 네트워크는 고속 IP 전송을 위한 백본 솔루션을 제공하고, 차별화된 IP 서비스를 위한 적절한 QoS 경로를 지원한다. MPLS는 하위 계층 기술에 독립적이고, MPLS 전송부는 label-swapping 알고리즘에 기반을 둔다. 계층 2 기술에서 label field(ATM VPI/VCI, Frame Relay DLCI 필드)를 지원하는 경우, native label은 MPLS label을 캡슐화한다. 그러나, 계층 2 기술이 label 필드를 지원하지 않으면, MPLS label은 계층 2와 IP 헤더 사이에 삽입되는 표준 MPLS 헤더에서 캡슐화된다. MPLS 헤더는 어떠한 링크 계층이라도 MPLS label을 전송하는 것을 허용하므로, label switched path에서의 label-swapping이 가능해진다. LSR들은 Allowable speed와 priority를 포함하는 가상 연결의 파라미터들을 정의할 수 있고, 대역폭, QoS, 보안들을 관리하는 능력을 중요시한다.

III. 3세대 이후 시스템에서의 종단간 QoS 제공

1. All-IP화와 종단간 QoS

3G에서는 회선 교환 기반의 서비스와 패킷 교환 기반의 서비스가 공존하며 각각 분리된 서비스를 제공한다. 예를 들어, (그림 4)에서 3GPP2에서 설계된 개략적 시스템 구조를 살펴보면 음성 위주의 회선 교환 서비스와 데이터 및 멀티미디어를 위한 패킷 교환 서비스가 각각 다른 경로와 다른 네트워크 요소들에 의해 제공되는 것을 알 수 있다. 그러나, IP 기술의 진화와 광범위한 사용은 IP 서비스를 수용할 수 있는 3G 무선 시스템을 탄생시켰을 뿐 아니라 향후의 B3G 또는 4G 무선 시스템과 유선 네트워크를 포함하는 통신 시스템의 All-IP화를 이끌어

가고 있다[6]. 따라서 B3G 또는 4G에서는 음성, 데이터, 멀티미디어, 웹 브라우징, 시그널링 등 모든 형태의 정보들이 패킷을 통해 종단 사용자와 네트워크간에 전달되고 서비스가 이루어질 것이다. 또한 셀룰러 시스템뿐만 아니라 WLAN 등 다양한 형태의 무선 플랫폼들이 통합되어 IP 기반의 서비스를 제공할 수 있는 구조로 진화할 것이다. 결과적으로 4G에서는 심리스 네트워크를 제공할 뿐 아니라 NGN과 IP를 기반으로 결합된 하나의 네트워크 개념으로 진화하여 유비쿼터스 네트워크를 기반으로 서비스를 제공하게 될 것이다.

이러한 IP 기반의 시스템 및 서비스 모델에서 종단간 양질의 무선 서비스를 제공하기 위해서는 유선 IP 네트워크와 연결하는 IP 게이트웨이(IP gateway)가 존재하게 되는데 이는 두 가지의 기능을 수행한다. 첫째는 무선 사용자들에 의해서 요구되는 각종의 IP 기반의 서비스를 수용하기 위한 효율적 무선 자원 관리(radio resource management)와 트래픽 컨디셔닝(traffic conditioning)을 수행하게 된다. 여기에는 호 수락 제어(call admission control), 패킷 스케줄링, 큐 관리 등이 포함된다. 또 다른 기능으로는 이러한 무선 서비스를 종단간으로 제공하기 위해 유선 네트워크와 연계하는 기능이다. 이러한 유선 네트워크와의 연계를 위해 상향 링크의 경우(하향 링크의 경우) 무선 서비스들의 요구사항들을 유선 네트워크에서 제공되는 서비스로 매핑(매핑 해제)을 수행하게 된다. 이 경우 사용자에 의해 요구된 다양한 무선 개별 서비스 흐름들은 몇 개의 서비스 클래스 중 하나로 분류되며, 이러한 각각의 서비스 클래스들은 IP 게이트웨이에서 유선 네트워크에서 제공하는 서비스 클래스 중 하나로 매핑되어 유선 네트워크를 거쳐 종단에 있는 목적지로 전달된다.

따라서 향후의 All-IP 기반의 유무선 연동 네트워크에서 종단간의 QoS를 보장하기 위해서는 무선 구간에서의 QoS 제공방안은 물론 유선 네트워크인 NGN에서의 QoS 제공방안 그리고 유무선 연동에 제공되어야 하는 QoS 제공 방안에 대해서도 연구되어야 할 것이다. 한편 다양한 유무선 시스템들

이 IP 기반의 백본 네트워크로 통합되어 있는 차세대 통신 시스템에서는 특히 근거리 영역에서 저비용으로 고속 데이터 전송률을 지원하여 4세대 시스템에서 그 역할이 기대되고 있는 WLAN이 이동통신 네트워크와 통합되는 구조로 진화해가고 있어 이를 고려한 무선 IP 네트워크에서 QoS를 제공하고 제어하기 위한 방안 또한 주요 연구 과제의 하나로 부상하고 있다.

2. 연구 동향

IP 네트워크에 기반을 두고 이질적인 무선 시스템을 통합하는 몇 가지 연구 프로젝트들이 현재 진행되고 있으며 특히 유럽에서 Information Society Technologies(IST) 등을 중심으로 활발히 추진되고 있다. 대표적인 예로써, IST의 Broadband Radio Access for IP-based Networks(BRAIN)[12]와 후속 프로젝트인 Mobile IP based Network Developments(MIND)[13], Wireless IP Networks as a Generic Platform for Location Aware Services Support(WINE GLASS)[14] 등이 유럽에서 추진되고 있다. 일본에서는 Multimedia Integrated Network by Radio Access Innovation(MIRAD)[15] 등이 추진되고 있다. 이러한 프로젝트들은 주로 UMTS를 중심으로 한 3세대 이동통신(3G)과 3세대 이후 시스템(B3G)에서 All-IP화에 따른 QoS 제공 방안을 연구하는 데 초점을 맞추어 진행되고 있으며, 다양한 무선접속이 가능한 RAN의 구조를 정립하는 것도 하나의 중요한 이슈로 다루고 있다. 그러나 아직은 본격적인 연구보다는 B3G를 위한 개념 정립단계에 있다.

가. IST BRAIN/MIND

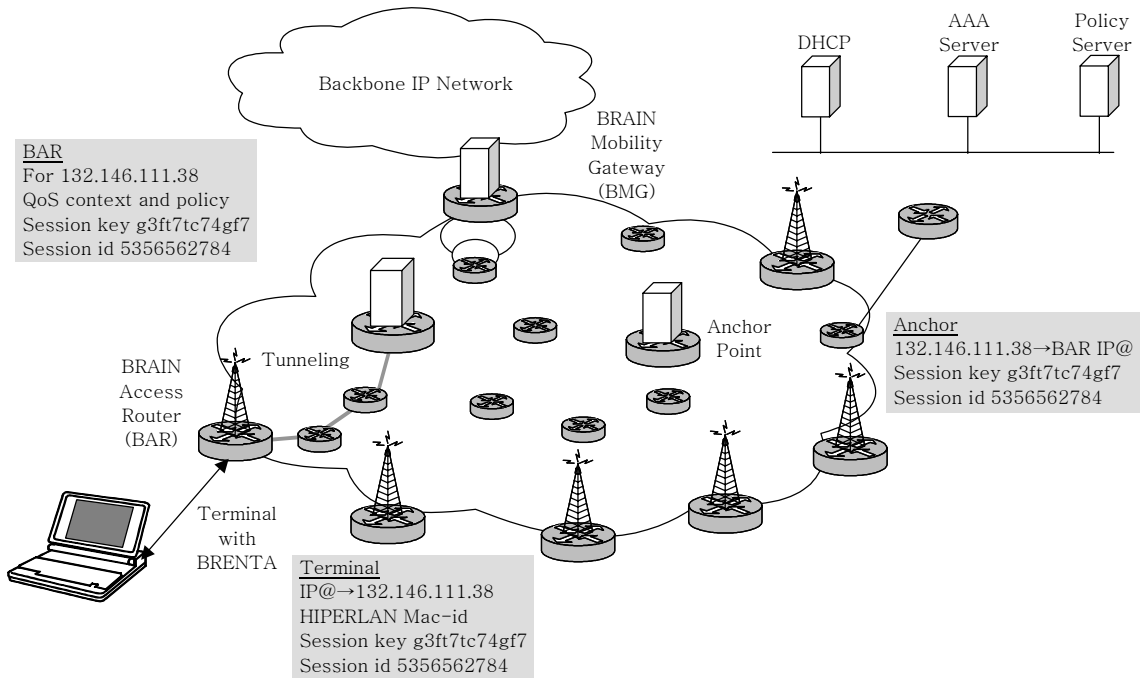
BRAIN[12] 프로젝트는 2G 또는 3G 이동통신 시스템을 보충하는 IP 기반의 이동 무선 접속 시스템을 설계하여, 이동 사용자를 위한 IP 기반 광대역 응용과 서비스들의 단절 없는 접속을 용이하게 하고, 무선 광대역 인터넷 접속을 위한 개방형 구조를 제

안하여, 이를 통해 기존 이동 서비스를 보충하는 20Mbps까지의 고속 서비스를 제공하는 것을 목표로 하였다. BRAIN 네트워크는 BRAIN Access Network (BAN), BRAIN Mobility Gateways (BMGs), BRAIN Access Router(BAR), IP 기반 코어 네트워크로 구성된다. 이러한 네트워크 구성 요소들은 네트워크의 진화와 적응성을 용이하게 하기 위하여, 표준 IETF 프로토콜에서 가져온 것이다. 접속 네트워크는 IP에 기반을 두고, 접속 라우터(BAR)는 이동 노드 및 접속 네트워크와 인터페이스한다. 게이트웨이는 접속 네트워크와 코어 네트워크간에 위치한다. (그림 6)에서 BRAIN에서 제시하는 네트워크 구조를 보여주고 있다.

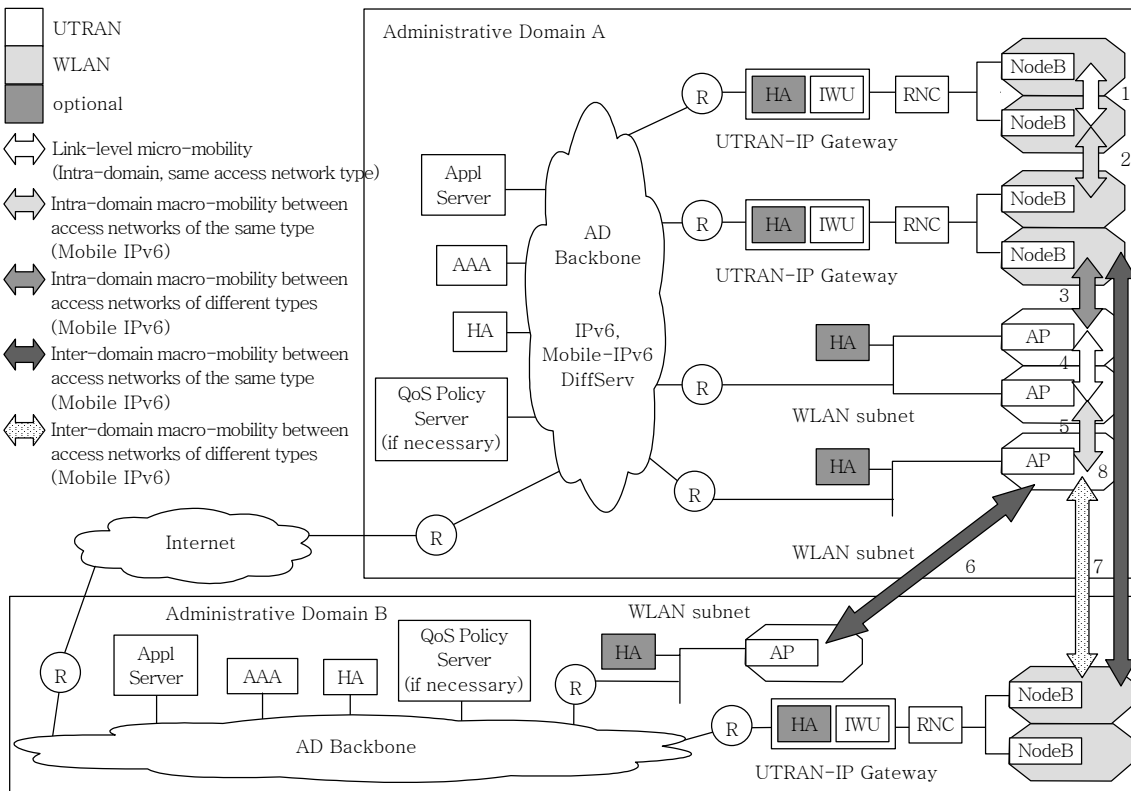
BRAIN에서의 QoS는 IETF에서 제안한 IntServ, RSVP, DiffServ 등의 QoS 제공 기법들에 기반을 두고 있는데, 기본적인 QoS 구조는 네트워크를 통한 응용 요구사항의 통신을 위하여 IntServ 파라미터와 RSVP 시그널링을 사용하고, 실제적인 패킷 핸들링은 DiffServ 기법에 의해 제공하는 것이다. BRAIN의 후속인 MIND[13]에서는 BRAIN에서 제안된 네트워크 구조와 프로토콜을 기반으로 ad-hoc 네트워크에 대한 지원까지 포함하도록 확장되었다. 그러므로, QoS 측면에서도 BRAIN에서 연구된 기본 QoS 문제에 덧붙여 ad-hoc 환경에서의 무선 자원 관리, QoS 인터워킹 기법, QoS 라우팅 문제까지 고려된다.

나. WINE GLASS

IST의 WINE GLASS[14] 프로젝트에서는 UMTS와 WLAN을 포함하는 무선 인터넷 구조에서 이동성(mobility)과 soft-guaranteed QoS를 제공할 IP 기반 기법의 개발과 무선 모바일 사용자에게 위치 인식(location-aware) 및 QoS 인식(QoS-aware) 응용 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 (그림 7)과 같이 UTRAN이 UMTS 코어네트워크 없이 직접 Iu 인터페이스를 사용하여 Mobile IPv6 백본 네트워크에 직접 연결되고, RNC는 특성화된 경계 라우터인 UTRAN-IP 게이트웨이를 통하여 백본에 연결된다. 이러한 접근 방법으로 세션,



(그림 6) BRAIN 네트워크 구조



(그림 7) B3G를 위한 WINE GLASS의 네트워크 구조

이동성, 인증 관리 등이 IP와 UMTS 레벨에서 중복되지 않도록 함으로써 유무선 LAN 등의 다른 IP 접속 기술들과 쉽게 통합될 수 있도록 한다.

종단간 QoS 제공 측면에서 WINE GLASS 프로젝트는 높은 오류와 통신 환경에 민감한 무선 통신 시스템 환경을 고려하여 soft-guaranteed QoS 제공에 중점을 두고 있으며, 이를 위하여 다음과 같은 방법들을 제시하고 있다.

모바일 환경에 IntServ/RSVP를 적용하고 IP 백본에 DiffServ를 적용한다.

- 무선 시스템에서의 통신 자원이 제한적이므로, UTRAN에서 CAC를 수행한다.
- Application level, IP level, UTRAN access level에서 모두 QoS 클래스를 정의한다.
- 이동 터미널에서 packet marking과 application level QoS 클래스를 대응하는 DSCP로 매핑하는 역할을 수행한다.
- 이동 터미널과 UTRAN-IP 게이트웨이에서 모두 IP와 UTRAN간 QoS 매핑을 수행한다.

다. MIRAI

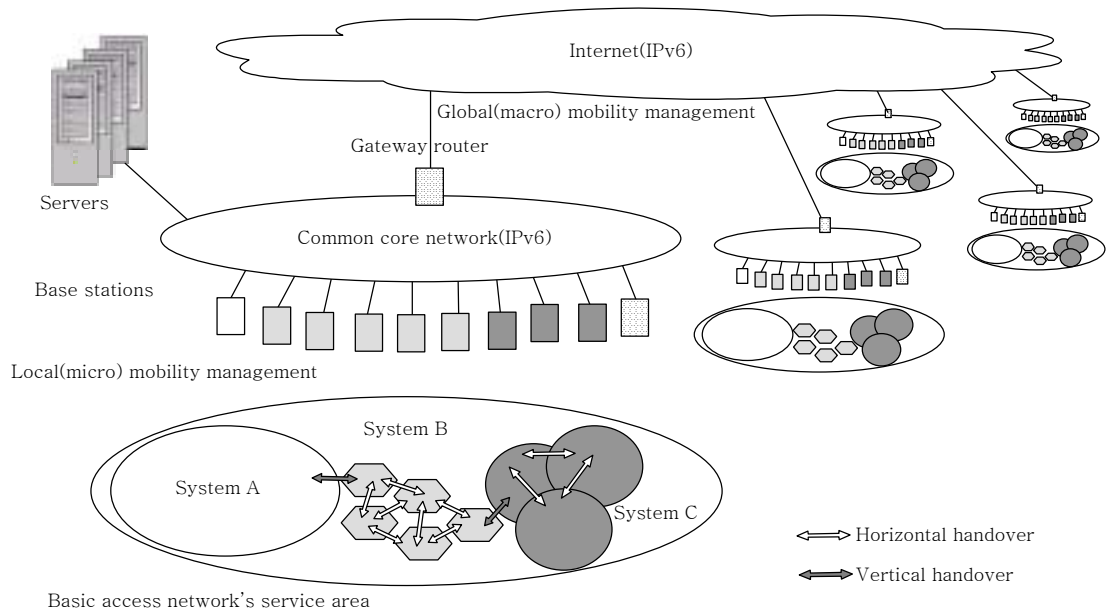
e-JAPAN MIRAI[15] 프로젝트에서는 다양한 무선 접속 시스템들의 이음새 없는 통합을 가능하게 할 새로운 기술 개발을 목적으로, 다양한 무선 접속 기술과 다양한 QoS 요구 사항, 다양한 프로토콜에 적합한 유연한 개방형 구조 설계와 공통 톨, 공통 플랫폼, 공통 접속 방법의 연구 및 개발에 중점을 두고 있다. 특히, SDR 기술이 다양한 무선 네트워크에 접속하기 위한 다중 서비스 무선 터미널을 개발하는 데 사용되고, 다양한 무선 네트워크를 위한 공통 플랫폼은 무선 지원 IPv6 네트워크에 기반을 둔다. 다른 무선 접속 네트워크와 분리된 기본 접속 네트워크가 무선 시스템 발전, 시그널링, 페이징 등을 위한 방법으로 사용된다. MIRAI에서 제안하는 네트워크 개념은 (그림 8)과 같다.

MIRAI 네트워크를 구성하고 있는 주요 개체들은 Common Core Network(CCN), Basic Access

Network(BAN), Multiservice User Terminal (MUT) 등이다. CCN은 인터넷에서 모든 MUT들이 대응 노드와 통신할 수 있도록 공통 플랫폼을 제공하는 IPv6 네트워크이다. RAN의 모든 접속점들이 CCN에 연결되며, CCN에서는 RAN 간의 QoS-guaranteed routing과 심리스 핸드오버 등을 제공한다. BAN은 모든 MUT들이 공통 플랫폼에 접속할 수 있도록 공통 제어/시그널링 채널을 제공한다. 이는 기본적으로 위치 갱신과 페이징을 제공하는 데 사용되며, 모든 다른 무선 시스템에 대한 무선 시스템 발견과 수직 핸드오버를 제공한다. BAN은 기지국과 터미널 등의 무선 접속 컴포넌트로 구성되어, RAN이 지원하는 것보다 넓은 커버리지 영역을 가지며, 시그널링 전송을 위한 신뢰성있는 통신 기법을 가진다. MUT는 다중 무선 시스템이 장착되고, BAN과 통신하기 위하여 BAC를 가진다. 또한 MUT에는 CCN에 접속하기 위하여 SDR 기술에 기반을 둔 하나 이상의 무선 서브시스템들이 장착된다.

종단간 QoS를 제공하기 위한 관련 태스크들은 CCN에서 수행되는데, 게이트웨이를 경유하여 연결되는 외부 네트워크에서 사용될 수 있는 IP QoS 구조와 상호 작용하고, 외부 네트워크와 무선 접속 네트워크 간에 QoS 매핑 등을 한다.

이상의 프로젝트에서 제안한 네트워크들은 모두 현재 개발중인 것으로, 2010년경에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 그런데, 이들은 사용자와 코어 네트워크를 연결하기 위해 사설 RAN에 기반을 두고 있다. 사설 RAN은 제어 및 사용자 데이터의 QoS 요구사항을 만족시키도록 만들어질 수 있으나, 무선 통신 시스템의 이음새 없는 통합을 지체시키는 몇 가지 단점을 가진다. 이는 사설 네트워크가 설치 및 유지를 위해 높은 비용을 요구하고, 제어 평면에서의 프로토콜 스택이 사설 네트워크마다 다르다는 것이다. 그러므로 네트워크간의 게이트웨이에서 변환이 필요하다. 그러나 이로 인해 게이트웨이에서 심각한 통신 병목 현상이 발생하고, 무선 통신 시스템의 확장성과 이음새 없는 통합을 저해하는 특징을 가진다.



(그림 8) MIRAI 네트워크 개념

IV. 3세대 이후 무선 IP 시스템에서 종단간 QoS 제공을 위한 연구 방향

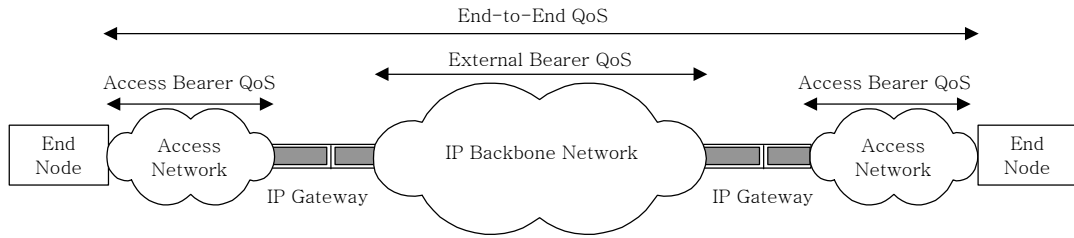
다양한 유무선 통신 시스템들이 IP 기반의 백본 네트워크에 연결되어 있는 구조에서 종단간 QoS를 제공하기 위해서는 응용의 특성에 따라 소스 및 대응 단말이 접속하는 접속 네트워크에서의 QoS 제공과 IP 백본 네트워크에서의 QoS 제공, 그리고, 이들 간의 연동이 고려되어야 한다. 또한, 접속네트워크와 IP 백본 네트워크를 연결하는 IP 게이트웨이의 역할이 중요시 된다. (그림 9)는 IP 기반의 차세대 통신시스템에서의 종단간 QoS가 보장되기 위한 개념적인 유무선 네트워크 구조와 이를 통한 QoS 서비스의 제공 개념을 간략히 제시하고 있다.

종단간 서비스는 다양한 무선 접속네트워크에 접속하는 종단 노드에 의해 요청되며, QoS를 포함한 서비스의 특성은 요청을 유발한 응용의 요구에 의해 주어진다. 제공하고자 하는 종단간 QoS는 소스측 단말과 접속 네트워크(access network)간에, 그리고, 대응 단말과 대응 단말이 접속하는 접속 네트워크간에 설정되는 access bearer service에 대한

QoS, 그리고, Diffserv나 Intserv 등을 수용한 IP 백본 네트워크에서의 external bearer service에 의한 QoS를 모두 제공함으로써 보장될 수 있다. 이를 위해서 응용의 요구에 대해 적합한 QoS를 제공할 수 있는 access bearer service로의 매핑과 access bearer service와 external bearer service 간의 QoS 매핑이 이루어져야 한다.

예를 들어 (그림 9)에서 보여지는 바와 같이 종단 노드가 접속할 수 있는 접속 네트워크는 UMTS, cdma2000, WLAN, wired internet 등의 다양한 통신 시스템을 수용할 수 있어야 하고, IP 백본 네트워크에서는 QoS 제공을 위한 IntServ 및 Diffserv 모델, 그리고, 두 모델을 통합한 기법, MPLS 기술 등을 수용할 수 있어야 한다. 각 접속네트워크는 QoS 매핑 및 트래픽 컨디셔닝, 그리고, 입구 라우터(ingress router)의 기능을 가지는 IP 게이트웨이에 의해 IP 백본 네트워크에 연결된다.

따라서 향후 B3G/4G에서 제공될 All-IP 기반의 무선 IP 네트워크에서 효과적인 종단간의 QoS를 제공하기 위해서는 이를 제공하는 주요 서브시스템으로서 IP 게이트웨이의 역할과 QoS 제공을 위한 프레



(그림 9) IP 백본 네트워크에 통합된 차세대 통신 시스템에서의 종단간 QoS

임워크에 대한 연구가 중요하다. 이와 관련되어 연구가 이루어져야 할 항목들은 다음과 같다.

- IP 게이트웨이에서의 무선자원 관리 방안 연구: QoS 보장을 위한 승인 제어(admission control), 버퍼 관리(buffer management), 패킷 스케줄링(packet scheduling) 기법들을 포함
- 효과적인 유무선 QoS 클래스간의 매핑 방법 제안: 패킷 지연, 패킷 손실 등과 관련된 각 트래픽 클래스의 QoS 요구 사항들과 유무선 구간에서 제공되는 각각의 QoS 특성을 고려하여 효과적인 유무선간의 QoS 매핑 방법을 도출
- 효과적인 종단간 QoS 제공을 위한 IP 게이트웨이의 기능 프레임워크 정의: All-IP화에 따른 유무선 네트워크의 진화에 적응하고 다양한 유무선 통신 시스템들을 수용할 수 있는 IP 게이트웨이 기능 정립

참 고 문 헌

- [1] L. Bos and S. Leroy, "Toward an All-IP-Based UMTS System Architecture," *IEEE Network Magazine*, Jan./Feb. 2001, pp.36-45.
- [2] G. Patel and S. Dennet, "The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Network," *IEEE Personal Communications Magazine*, Aug. 2000, pp.62-64.
- [3] T. Robles et al., "QoS Support for an All-IP System Beyond 3G," *IEEE Communication Magazine*, Aug. 2001, pp.64-72.
- [4] D. Brown et al., "Integration of Wireless Technology and Next Generation Networks: An Evolutionary View," White paper, Telcordia Technologies, Aug. 2000.
- [5] "End-to-end Quality of Service in cdma2000 Networks," White paper, Ericsson, Jan. 2002.
- [6] H. Holma and A. Toskala, "WCDMA for UMTS," John Wiley and Sans, Ltd., 2000.
- [7] N. Rivera and A. Sethuraman, "All-IP 3G Architectures for UNRAN: a First Look," Rutgers Univ. Technical paper, http://www.winlab.rutgers.edu/~nrivera/All_IP_3G.pdf
- [8] R. Barden et al., "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview," RFC 1633, June 1994.
- [9] B. Braden et al., "Resource Reservation Protocol(RSVP)-Version 1 Functional Specification," RFC 2205, Sep. 1997.
- [10] S. Brake et al., "An Architecture for Differentiated Services," RFC 2475, Dec. 1998.
- [11] E. Rosen et al., "MultiProtocol Label Switching Architecture," RFC 3031, Jan. 2001.
- [12] IST BRAIN project(IST-1999-10050), <http://www.ist-brain.org/>
- [13] IST MIND project(IST-2000-28584), <http://www.ist-mind.org/>
- [14] WINE GLASS, D12, "(Phase-2)Research Results on IP-based UMTS Core Network," 2002.
- [15] G. Wu, M. Mizuno, and P. Havinga, "MIRAI Architecture for Heterogeneous Network," *IEEE Communications Magazine*, Feb. 2002, pp.126-134.