

主 題

NGN진화를 고려한 WCDMA IMT-2000망에서 QoS제공 기술동향

KT아이립 정수성, 정찬우, 이성식, 목포대 방만원

차 례

- I. 서론
- II. QoS 적용을 통한 사업효과
- III. WCDMA망에서 End-to-end QoS 기능구조
- IV. End-to-end QoS 제공 시나리오
- V. QoS 제공을 위한 베어러 설정
- VI. QoS 보장을 위한 핸드오버
- VII. 결론

I. 서론

IMT-2000은 이동멀티미디어 서비스 제공을 위해 출발하였으나 무선 인터넷 서비스에 대한 사용자 욕구의 증가로 인해 효율적이고 안정적인 패킷서비스 제공 방안에 많은 관심을 기울이고 있다. 또한, 유선망도 All-IP화를 기반으로한 NGN(Next Generation Network)으로 진화해감에 따라 향후 유무선 통합 형태의 망의 등장에 대비한 End-to-end QoS(Quality of Service) 제공 기술에 대한 필요성이 제기되었다.

현재 인터넷상에서 제공되는 QoS는 망 운영자가 제공하는 QoS에 의해 결정되고 Best-Effort 방식을 사용하여 단순한 웹 브라우징이나 이메일 전송에 적합한 반면, E-Commerce나 VPN(Virtual Private Network)등 고비용을 지불하며 고품질 서비스를 추구하는 비즈니스 사용자들에게 만족을 주지 못하는 부족함이 있다.

다양한 사용자의 욕구가 증가하고 이를 바탕으로

사업을 전개하기 위해서는 안정적이고 차별화된 QoS 제공 기법의 도입이 필수적이며, 이는 타 사업자와 차별화된 서비스 제공을 통한 가입자 확보 전략 차원에서 매우 중요한 문제이다.

3G 무선 패킷서비스에서 QoS 제어는 단순히 Hot Spot 지역에 주파수자원을 집중적으로 할당하는 것으로는 해결되지 않는다. 이는 사용자로부터 요구된 서비스를 필요한 QoS수준에 맞추어 망자원을 가장 효율적으로 사용되어질 수 있도록 만드는 기술이 중요하다.[1~3]

QoS 제어를 위한 Policy 적용은 사업자들에게 사용자별 차별화된 서비스의 제공과 가입자 이탈 방지, 망 자원의 보호를 가능케 할 것이다.

QoS 제어 능력은 타 사업자와 차별화 할 수 있는 가장 큰 요인이며, 새로운 서비스 제공에 의한 수익원 창출 및 사용자의 특성에 따른 서비스 패키지의 제공을 가능케 한다. 오늘날 대부분의 고정 및 무선 사업자들은 특별한 QoS 솔루션 없이 "First Come, First Served" 또는 "All You Can Use"

방식을 고수 하고 있다.

사업자측면에서 QoS도입은 수익 창출 뿐만 아니라 가격 제어, 무선 인프라 투자비의 빠른 환수, 새로운 수익을 제공할 고이윤 서비스 창출, 브랜드 가치화, 가입자 획득, 비용 감쇄 등이 QoS 제어를 도입함으로써 얻을 수 있는 이익이 된다.

본 고는 이러한 WCDMA(Wideband CDMA) IMT-2000망을 기반으로한 IMT-2000에서 QoS 제공 기술과 동향에 대해 기술하고자 한다.

II. QoS 적용을 통한 사업효과

QoS는 개별 사용자의 요구사항을 충족시키고 사용하는 서비스에 대해서 사용자 입장에서 서비스 성격에 맞는 QoS가 정의되어야 한다. 이런 관점에서 QoS 제공시 가장 중요시할 부분은 서비스 가용성, 가치있는 정보의 제공, 지속적인 전송이 제공되어야 한다.

서비스 가용성은 사용자가 원할 때 즉각적인 서비스가 가능해야 한다. 이 응답 시간이 빠를수록 고급 사용자들로부터 높은 요금을 요구할 수 있다.

가치있는 정보의 제공은 원하는 정보를 에러 없이 깨끗하게 전달하여야 하고 부가적인 정보도 추가적으로 제공되어야 한다.

지속적인 전송은 서비스를 제공받는 동안 정보의 전달은 속도의 변화나 중단, 누락없이 일정한 수준으로 전달해야 한다.

이를 제공하기 위한 기술적인 면에서 QoS는 서비스 가용성, 지연시간, 지터, 전송율, 패킷 전송에러와 같은 파라미터들로 정의될 수 있다.

서비스 가용성은 서비스 사용 중단 지속시간과 호 절단율로 나뉘어 진다.

QoS는 CoS(Class of Service)의 제공을 가능하게 한다. CoS는 가입자와 관련된 QoS 정책이 내포되어야 한다. 이는 각기 다른 사용자에게 각각의 서비스들을 차별화된 QoS를 적용하며, 이를 서비스

와 사용자 차별화라 할 수 있다.

사업자 측면에서 QoS는 사업초기의 과도한 라이선스 요금, 경제성장 둔화, 값비싼 투자비용, 시장 진입 시기 등 많은 위험 요소들로부터 QoS의 적용을 통해서, 수익 창출에 큰 기여를 하게 될 것이며, 이는 안정적이고 계량화된 재투자를 통한 서비스 질의 향상을 가져올 수 있을 것이다.

무선 접속 구간은 가장 비싼 인프라 투자 대상이며, 서비스 제공에 가장 큰 영향을 끼치는 부분이다. 무선 접속 구간에서 QoS의 적용은 서비스 만족도를 높일 뿐 아니라, 주파수 효율성을 증대시키는 장점이 있다.

망에서 일관성 있는 QoS 제어가 가능하다면 사업자는 서비스 차별화를 시도할 수 있다. 고급 서비스를 원하는 가입자들을 목표로 하여 고부가 서비스를 제공하는 것이 가능해 진다. QoS를 이용한 차별화 전략은 기존의 이동통신과 달리 특정 시장 수용에 맞춤형 서비스 패키지의 제공을 가능케 한다.

QoS의 제어와 QoS에 기반한 과금은 서비스 전송 비용에서 사업자의 정당한 수입을 보장한다. 또한, QoS의 보장으로 인해 사업자와 사용자간에 명확한 서비스 수준을 합의 할 수 있다.

각 서비스 클래스별 QoS의 적용은 망 통합을 가져올 수 있으며 서킷기반의 서비스를 포함한 모든 서비스들이 QoS가 적용된 통합핵심망에서 전송될 수 있다. 망통합에 관한 근래의 연구에서 분산 망 구조가 적용되면 서킷 도메인에서 제공되는 서비스들이 패킷 도메인에서 또한 제공 가능하며, 이로 인해 약 50% 가량의 운영비용을 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

WCDMA IMT-2000망은 비즈니스 사용자를 위한 무선 VPN, 무선 인터넷/인트라넷 서비스가 제공될 수 있으며, 일반 사용자를 위한 VoIP, 메시지, 오디오 스트리밍 서비스등도 제공될 수 있다. 이는 WCDMA에서 종단단 QoS 제공이 가능하기 때문이다.

III. WCDMA망에서 End-to-end QoS 기능 구조

WCDMA망은 UE(User Equipment)로부터 인터넷 서비스 요구가 생성되면 무선구간을 거쳐 IP 백본망을 통해 IP 트래픽을 전송함으로써 외부 인터넷과의 연결을 제공한다.

이 과정에서 무선자원은 End-to-end 연결에 있어 가장 값비싸며 중요한 자원이다. 예를 들어, Conversational 클래스 서비스의 경우 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System) 베어러의 최대 지연시간이 100msec인데 이중 80msec를 무선 접속 베어러 부분에서 차지한다. 무선구간인 RNC(Radio Network Controller)와 핵심망 사이의 연결은 Iu 인터페이스, WCDMA 백본상에서 각 노드간 연결은 Gn 인터페이스, 외부 인터넷 망과의 연결은 Gi 인터페이스를 사용한다.[4]

WCDMA는 여러 QoS 클래스를 지원하며 WCDMA 망을 통한 트래픽은 RNC, SGSN(Serving GPRS Support Node), GGSN(General GPRS Support Node)을 통해 사용자 단위로 제어된다. 이 중에서 GGSN과 외부 인터넷을 거쳐 상대 UE 또는 서버들간의 통신시에 IP QoS 기법이 사용된다.[5]

현재 가장 널리 쓰이고 있는 IP QoS 기법은 Diffserv(Differentiated Services)이다. 이 기법은 IP 패킷 단위의 마킹을 기반으로 하여 사용자 트래픽을 균집화시켜 처리하는 알고리즘을 가진다. 즉 동일한 마킹이 되어있는 패킷들은 동일한 큐(Queue)에서 처리되어진다. Classification과 Conditioning이 Diffserv에 의해 이루어지며, 트래픽 엔지니어링과 자원 관리를 위해 MPLS(Multi Protocol Label Switching)가 사용될 수 있다.

무선 인터페이스 상에서 트래픽 관리는 모든 QoS 속성을 사용하여 흐름(Flow)단위로 이루어진다. 모

든 큐잉, 스케줄링과 모니터링은 값비싼 무선 링크를 최적화하기 위해 흐름단위로 행해진다. 허락(Admission)제어는 전체 시스템 내부의 가용한 자원을 제어하며 사용자 흐름단위로 이뤄진다. 무선링크상에서는 정확한 허락제어를 위해서는 모든 QoS 속성을 고려하게 되며, 시스템의 나머지 부분에서는 일부 QoS 속성만을 고려하여 간단한 허락제어 과정을 거치게 된다. 하향링크에서는 과부하로부터 무선 링크를 보호하기위해 GGSN에서 GTP(GPRS Tunneling Protocol) 터널 단위로 Policing 하게 된다.

UMTS 패킷망은 기존의 일반적인 이동통신망의 구성요소에 SGSN과 GGSN이라는 두 가지 구성요소가 추가된 형태이다. SGSN 및 GGSN은 GSN(GPRS Support Node)이라는 용어로 통칭되기도 하며, GSN은 UMTS에서 패킷 도메인 지원을 위한 기능들을 제공한다. SGSN의 대표적인 기능으로는 이동 패킷 가입자의 위치 관리, 인증과 같은 보안관리, QoS를 기반으로 한 허락제어 기능 등이 있으며, GGSN은 인터넷 등 외부 데이터 망과 접속하며, 방화벽 기능을 제공한다. 이외에도 패킷 라우팅 및 전달 기능을 제공하게 되는데 세부 기능으로 패킷 릴레이 라우팅, 주소 변환, 매핑 및 터널링 기능 등을 제공한다.

그림1은 WCDMA 기반의 패킷망에서 전반적인 QoS 제공 구간과 기능을 나타내고 있다.

상대 UE 또는 서버는 WCDMA망 외부에 위치하여 인터넷 망을 통해 연결된다. WCDMA 망 내부에서는 IP 백본상의 SGSN과 GGSN을 통해 트래픽 전달 및 신호처리가 이루어진다. UTRAN(UMTS Radio Access Network)은 RNC와 Node_B로 이루어진 논리적 단위인 RNS(Radio Network System)로 표현된다.

그림1에서와 같이 응용계층은 상대 UE이나 서버들과 연동하게 된다. 이러한 연동을 WCDMA에서 실질적인 QoS 구조의 일부로 볼 수는 없지만, 전체

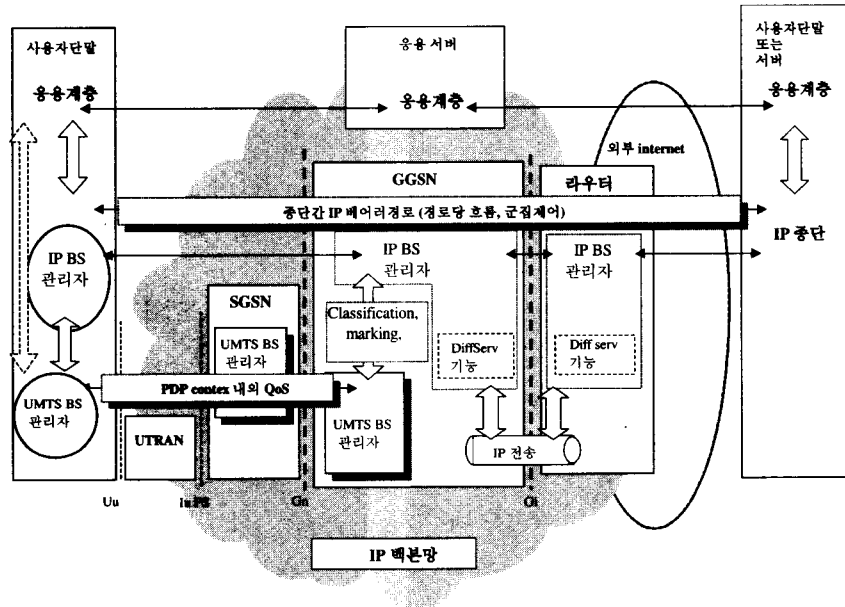


그림 1. End-to-End QoS 제공 구간과 기능

연결에 있어서는 중요한 역할을 담당한다.

응용계층 요소들이 서로간에 QoS 보장을 위한 요구조건들을 결정한다. 예를 들면, 음성, 비디오 등 어떤 미디어 스트림을 사용할 것인가. 또한, 이러한 미디어 스트림을 위한 요청 수준은 어느 정도인가를 결정하는 것은 응용계층이다.

또한, UE에서 IP 서비스 제공을 위한 UMTS 베어를 결정하는 것도 UE의 응용계층에서 이루어진다. 서비스 제공을 위한 파라미터들은 어플리케이션의 요구에 따라 적절하게 UE에서 선택된다.

사용자로부터 응용계층 제공이 요구되면 이에 적합한 UMTS PDP Context가 생성되어, UMTS 망 내부에 트래픽 전송에 적용되며, 외부 IP망을 통한 상대 UE와 서버와의 연결시에는 DiffServ가 적용되어 균질화된 IP 트래픽 단위로 QoS 메커니즘을 적용받게 된다. [6~7]

UMTS BS(Bearer Service)관리자(UMTS BSM)는 단말과 GGSN간 PDP Context상의 QoS를 제어 관리한다.

RNS와 UMTS 베어러 사이에 RAB(Radio Access Bearer)서비스가 정의되며, 이는 Iu 인터페이스를 통해 제공된다. RAB 서비스와 CN(Core Network) 서비스를 합쳐 UMTS서비스가 된다.

IP BS(Bearer Service)관리자(IP BSM)는 외부 인터넷망을 고려한 IP 베어를 제어관리한다. 여기서, GGSN은 PDP Context와 외부망의 QoS 파라미터와 매핑기능을 제공한다. [8]

IP 백본망을 통한 전송시 서비스 요구조건을 만족시키기 위해서는 성능 모니터링을 각 노드에서 수행하며, 전송 자원을 재구성하여 효율을 증진시킨다.

각 단계별 서비스 요청은 하위단의 서비스 요구들과 매핑된다. 상위단의 파라미터들은 요구된 서비스를 전달하기 위해 하위단의 가장 적절한 값과 매핑된다. 또한, 모든 사용자들에게 공평하고 효율적으로 자원을 제공하기 위해 허락과 협상을 제어하는 제어 평면 기능들도 제공된다. 이로인해 현재의 QoS 상태에 심각한 영향을 끼칠 수 있는 새로운 서비스 또는 사용자는 거부되어진다.

IV. End-to-end QoS 제공 시나리오

1. Diffserv를 이용한 QoS 제공

Diffserv는 IP를 통한 데이터 전송에 있어 Best-Effort 보다 더 안정된 서비스 제공을 가능케 하는 새로운 IETF의 표준모델이다. 기본적인 개념은 사용자 세션내 각 패킷들의 IP 헤더에 망 끝단에서 DSCP(Diffserv Code Point)라는 특별한 코드와 함께 패킷의 상대적인 우선순위를 나타내는 마킹을 하는 것이다.[9]

Diffserv가 가능한 라우터는 DSCP 값에 따라 패킷을 스케줄링 하게 된다. Diffserv의 장점은 네트워크 끝단에 있는 라우터가 개개의 데이터 흐름에 대한 정보를 보유할 필요가 없이 IP 헤더의 일부분만을 검사하면 된다는 것이다. SGSN과 GGSN은 분류와 매핑작업을 통해 Gn과 Gi 인터페이스로 트래픽을 전송한다. 운영자의 의지에 따라 IP 백본망에서의 QoS 컨트롤은 MPLS에 의해 행해지기도 한다.

가. Diffserv 알고리즘

MGW(Media GateWay), GGSN, SGSN과 Edge 라우터들은 IETF 표준에 따른 Diffserv 기능을 제공해야 한다. Diffserv 기능들은 군집화된 흐름에 대해 작용되며, 요구된 QoS를 만족시키기 위해 셰이핑(Shaping)과 폐기(Dropping)를 시행한다.

다운로드에서 셰이핑은 중요한 기능이며, 셰이핑 사용시 요구된 트래픽 프로파일을 만족시키기 위해 패킷의 지연을 가져올 수도 있다. GGSN은 각 하향 링크 흐름(예, GTP 터널)을 셰이핑하여, 한 사용자가 지속적으로 버스트한 데이터를 발생시켜 망에 과부하를 주는 것을 방지한다. 이는 한정된 무선 자원들의 공정한 분배를 가능케 하며 서비스 거부 공격으로부터 시스템을 보호해준다

폐기는 트래픽 폭주 상황을 제어하기 위해 트래픽 스트림 중 일부 패킷을 버리는 역할을 하며, 이 과정을 스트리밍에 대한 Policing이라고 한다. 폭주 상황에서 빠른 알고리즘의 적용은 사용자 관점에서 서비스 저하를 최소화 할 수 있다. 기본적으로 셰이핑의 처리능력을 벗어나게 되면 패킷이 폐기된다.

나. WCDMA QoS 클래스와 PHB 매핑

다양한 서비스 클래스와 Diffserv PHB(Per Hop Behavior)와 적절하게 매핑시키는 방법은 다음과 같다. 매핑은 각 노드와 UE에서 사용자, 운용자, 또는 IP 서비스 제공자에 의해 행해진다.

WCDMA의 4가지 QoS 클래스는 다음과 같은 Diffserv의 PHB로 구분되어진다.

Conversational 클래스	Diffserv EF(Expedited Forwarding) PHB - 손실, 지연 지터와 대역폭 보장
Streaming 클래스	Diffserv AF(Assured Forwarding) PHB - 최소 전송 속도 보장
High Priority Interactive 클래스	Diffserv AF PHB
Low Priority Interactive 클래스	Diffserv BE(Best Effort) PHB
Background 클래스	Diffserv BE PHB

응용계층별 서비스 클래스에서 음성 트래픽은 VoIP와 IP 상에서 실시간 비디오 서비스를 위해서는 WCDMA Conversational 클래스가 적합하고, Streaming 동영상 또는 오디오 서비스는 Streaming 클래스에 해당되며, 영상 전송(비실시간) 또는 게시판 서비스와 같은 여타의 비실시간 서비스는 Interactive & Background 클래스에 해당된다.

다. DiffServ를 이용한 QoS 제공 시나리오

WCDMA 접속망에서는 PDP Context 그리고 백본망과 외부 망에서는 Diffserv가 사용되고, UE에서도 IP QoS를 제어하기 위해 Diffserv 기능을 지원한다.[9] 그렇기 때문에, UE에서 PDP Context와 Diffserv간에 적절한 인터워킹이 지원 가능하다. GGSN에서 Diffserv 지원시 UE로부터 받은 DSCP(DiffServ Code Point)를 겹쳐쓰기도 한다. 이러한 기본적인 시나리오는 그림 2와 같다.

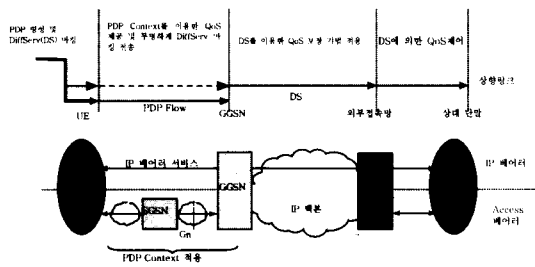


그림 2. DiffServ를 이용한 QoS 제공 시나리오

이러한 QoS 시나리오들은 GGSN과 상대 UE 사이에 대역폭의 여유가 있을 때 사용된다.

상대 UE쪽에 대역폭에 제한이 있을 경우는, 송신측 UE에서 상대방에 충분한 자원의 존재여부를 알 수 없기 때문에 다른 QoS제공 기법을 사용해야 한다. 이런 경우 End-to-End QoS 제공을 위해서 WCDMA QoS 보장(Assured) 방식, SIP (Session Initiation Protocol) QoS 보장 방식, 또는 RSVP등이 사용된다.

2. WCDMA에서 QoS 보장(Assured) 방식

WCDMA에서 QoS 자원들은 반드시 송신측 UE에 의해 배정되어야 한다. 즉 상대방의 QoS 전제조건들이 만족되더라도, 로컬쪽에서 PDP Context가

만족되지 않으면 안된다. QoS 보장을 위해서는 local단에서 충분한 PDP Context의 확립과 RSVP와 같은 부가적인 조치를 필요로 하는가를 가늠하는 것은 UE에 의해 결정되어야 한다.

아울러, 신호 전송의 최적화를 위해 신호를 운반하는 베어러들은 반드시 시그널링을 표시하는 Flag와 시그널링에 적합한 특성을 가져야 한다. 시그널링에 적합한 WCDMA 베어러의 특성은 다음과 같다.

- 낮은 에러율 : 시그널링 메시지는 에러를포함해서는 안된다.
- 폭발적인 트래픽 패턴 : 시그널링은 일반적인 NRT(Non Real Time) 웹 브라우징과 이메일과 비슷한 트래픽 특성을 지닌다.
- 낮은 지연 시간 : 중요한 시그널링 메시지에 있어 짧은 세션 설정 시간과 짧은 전송 지연을 만족시키는 것이 중요하다.
- 우선권 : 필요하다면 시그널링 트래픽에 Conversational 클래스나 Streaming 클래스보다 높은 우선권을 줄 수도 있다.

WCDMA망에서 시그널링을 포함한 베어러를 표시하는 방법은 아직 결정되지 않았고, 사업자가 Interactive 클래스를 이용할 수도 있고, Flag를 첨부하는 방법을 사용할 수도 있을 것이다.

3. SIP를 이용한 End-to-end QoS 제공

IP 멀티미디어 세션에서 자원 상황을 고려하여 QoS를 제공하기 위해서는 SIP가 사용되어야 한다. SIP시그널링은 IP단의 시그널링을 통하지 않고서도 End-to-End 간에 베어러를 설정할 수 있다. 세션은 "QoS Assured"와 "QoS Enabled" 세션으로 나누어지며, "QoS Assured" 세션은 세션을 위해 필요한 자원들이 할당된 후에 설정이 완료된다. QoS 속성은 End-to-End 자원 예약이 선택적인지 또는 필수적인지를 나타내며, 어떤 방향으로 자원이 예약되어 있는가를 나타낸다. 필수적인 속성을 가질 때

즉 SDP(Session Description Protocol)의 속성이 QoS 보장을 가리킬 때에는 원하는 방향으로 자원예약이 완료될 때까지는 세션을 활성화 시키지 않게 된다.

양단 어느 곳에서도 SDP에 확약(Confirm)속성을 담아 예약상태를 확인하는 메시지를 요구할 수 있다. 수신측에서는 이를 SIP INVITE 메시지에 담아 보낼수 있으며, 착신측에서는 이를 SIP 응답 메시지에 담을 수 있다. 확약속성이 존재할 때, 수신측은 송신측에 예약 상태의 성공 또는 실패 여부를 답하는 메시지를 보내게 된다. 만약 상대측에서 예약을 실패했을 시에 송신측은 그 세션을 취소할 수도 있다. End-to-end QoS 제공을 위해서는 송신측은 SDP QoS 속성에 자원 예약을 필수화 시키고, 확약 속성을 추가토록 한다. 수신단에서 SDP 파라미터에 지시된 방향으로 백본에 이르기까지 필요한 자원을 예약하면, 송신측으로 SIP 시그널링을 이용하여 예약상태를 알리는 메시지를 전송한다. 송신측도 백본으로 연결시까지 자원의 예약을 마치고, 수신단으로부터 메시지가 성공적임을 확인하며 수신단에게 자신의 예약상태를 알리는 메시지를 보낸다. 그렇지 않을 경우 송신단은 세션을 취소하거나 Best Effort 방식으로 세션을 연결하게 된다.

4. DiffServ에 RSVP를 추가한 QoS 제공

UE가 RSVP를 사용하고, 상대편 또한 RSVP를 사용하는 non-WCDMA 망 또는 서버일 경우 WCDMA 망에서는 RSVP를 투명하게 전송한다. 그림3은 중간단계의 노드들이 RSVP를 지원하지 않더라도, RSVP 시그널링이 WCDMA 접속망과 백본망을 통과하여 RSVP를 이용한 End-to-end QoS 제공 모델을 나타내고 있다.[10]

그림3에서 UE에서 생성된 RSVP 시그널링이 형성되며, WCDMA망 내부에서는 접속망의 PDP Context와 백본망의 Diffserv에 의해 제어되며,

외부망과의 접속 링크에서 투명하게 전송된 QoS는 RSVP 또는 Diffserv에 의해 컨트롤 됨을 볼 수 있다. 이때 UE에서 RSVP 시그널링과 PDP Context가 연동되어진다.

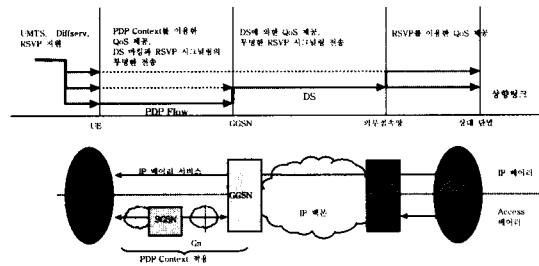


그림 3. RSVP와 Diffserv가 동시에 적용된 경우

실제로, RSVP를 추가하여 QoS를 제공하기에는 다음과 같은 결점들을 가지고 있다. 백본에서의 확장성 문제들은 세션 설정 시간에 영향을 주며, 무선 인터페이스 상에 시그널링 오버헤드를 초래한다.

이런 이유로 WCDMA 백본망에 RSVP의 적용은 적절하지 않다. RSVP를 적용한 도메인들과 UE들을 지원하는 기초적인 방법은 WCDMA 망에서 투명하게 RSVP 트래픽을 전송하는 것이다.[11]

End-to-end RSVP의 제공보다는 RSVP를 지원하는 UE 또는 외부 네트워크와의 연동이 중요하다. UE에서 RSVP 프락시(Proxy)를 이용하는 것이 하나의 해법이 될 수 있다.

V. QoS 제공을 위한 베어러 설정

UMTS망에서 응용계층 수요가 발생하게 되면, UE는 IP 베어러 서비스 관리자(IP BSM)를 통해 QoS 프로파일 생성을 요구하고 이를 기준으로 하여 UMTS BSM에서 SGSN과 GGSN으로 PDP Context의 활성화를 요청한다. SGSN과 GGSN으로부터 활성화된 PDP Context는 UTRAN과 UE의 RAB 관리자간 상호작용을 통해 무선 베어러

를 설정한다. 그림 4는 UMTS망에서 QoS제공을 위한 베어러 설정 단계를 나타내고 있다.

1. UE(사용자 단말)

UE내의 응용계층이 서비스 타입에 근거하여 QoS 조건을 결정한다. 응용계층을 통한 QoS 요구 사항들의 취급방법은 2가지로 나뉘 볼 수 있다.

- QoS를 가능토록 하는 UMTS 베어러 설정을 위해 응용계층이 직접 UMTS BSM에게 요구
- QoS가 보장된 IP단 서비스 또는 단순한 IP단의 서비스를 IP BSM에게 요구.

IP BSM이 이를 UMTS BSM에게 요청하여, 원하는 QoS 보장이 가능한 UMTS 베어러 설정을 설정한다.

위 2가지 모두 UE 내에서 이루어지고 UE 내의 UMTS BSM은 PDP Context를 요구하여 UE와 GGSN 또는 그 뒷단까지 QoS 가능한 베어러를 설정한다.

2. End-to-end IP 베어러

그림1에서 보았던 End-to-End IP 베어러 서비스가 이종 네트워크 도메인간에도 실현 가능하게 된다.

한사용자가 IP단에서 서로 다른 QoS 특성을 가진 여러 사용자들과 동시에 접속할 수도 있으며, 하나의 IP를 가진 UE로 여러 흐름들을 제공할 수도 있다. IP 트래픽을 서로 다른 QoS 특성을 가진 WCDMA 사용자 흐름으로 분류하는 것은 UE과 GGSN 내부의 IP BSM에 의해 이뤄진다.

GGSN 내부의 IP BSM은 Gi 인터페이스상의 QoS 컨트롤을 수행한다. 확장성을 위해 QoS는 흐름의 집합 단위로 조절된다. 이는 DSCP를 근거로 IP 라우터로 패킷을 전송하는 Diffserv를 이용한다.

가. PDP Context Request

PDP Context Request는 요청된 UMTS 베어러 서비스의 특성과 하향링크를 위한 TFT(Traffic Flow Template)를 정의한다. TFT는 PDP Context와 연관된 하향링크 트래픽을 지정하는 한 세트의 필터이다.

UE는 TFT가 없는 하나의 활성 PDP를 갖으며, 이를 Default PDP Context라 한다. Default PDP Context는 한 UE내에서 다른 어떤 PDP의 TFT와도 일치하지 않는 트래픽 제어를 위해 쓰인다.

PDP 시그널링과 관련 표준들은 3GPP의 TS 23.060에 기술되어 있다. QoS 프로파일은 WCDMA QoS 구조에 정의된 QoS 속성들에 의해 정의된다. QoS 프로파일에는 3개의 서로 다른 PDP Context Field가(Requested, Negotiated, Subscribed QoS Profile)가 존재한다. WCDMA 베어러를 위해서는 TS23.107에서 정의된 바와 같이 Conversation, Streaming, Interactive, Background라는 4개의 QoS 클래스가 있다.

PDP Context 요청은 SGSN과 GGSN에서 수신하게 되고, 이 노드들에서 서비스 제공을 위한 자원이 충분한지를 판단하여 허락 제공여부를 결정한다.

나. Radio Access Bearer Assignment Request

SGSN은 RNS에게 무선 접속 베어러의 설정을 요청한다. UTRAN에서 RAB 관리자가 무선자원의 효율적인 활용을 위해 각 RAB별로 QoS를 관리한다. QoS 요구사항들은 Iu를 통한 RANAP(Radio Access Network Application Part) 시그널링과 Uu 인터페이스 상에서 RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 통해 신호를 주고 받게 된다.

RNS에서 RAB 관리자들과 무선 베어러와 Iu 베어러를 제어하는 BSM와 RAB 관리자간 상호작용이 발생한다.

WCDMA에서 정의된 4가지 QoS 클래스들은 RAB에도 동일하게 적용가능하다. 일반적으로 전송 속도와 지연시간이 보장되는 Conversational과 스트리밍 QoS 클래스는 전용(Dedicated) 무선 베어러와 매핑되며, Interactive와 Background의 경우 공통(Common) 무선 베어러에 매핑된다.

3. 트래픽 진행 절차

가. 상향링크일 경우

상향링크시 트래픽은 UE → RNS → SGSN → GGSN → 외부IP망 → 서버 혹은 UE의 경로를 거치게 된다. 각각의 경로에서의 절차는 제시하면 다음과 같다.

[UE → RNS]

UE는 상향링크상의 모든 패킷을 검사하고 이를 관련 PDP Context와 상응하는 무선 베어러와 매핑시킨다. RNS에 의해 인가된 무선 접속 프로파일을 통해 무선 베어러 상에서 트래픽 스케줄링을 시행한다. RNS는 SGSN으로 향하는 상향링크 트래픽을 위한 QoS를 제공한다.

[RNS → SGSN]

RNS와 SGSN 사이의 Iu 인터페이스에서는 한 RAB와 관련된 트래픽은 동일 GTP 터널에서 처리되며, 그밖에 IP 헤더는 RAB를 위해 선정된 DSCP와 함께 마킹된다. 이 DSCP값은 RAB가 설정될 때 선택되어진다. 동일한 DSCP 마킹이 있는 Iu 상의 모든 상향링크 트래픽은 하나의 큐에 함께 모아진다. 한 QoS 타입과 관련된 트래픽은 하나의 큐안에서 처리되어지는 것이다.

[SGSN → GGSN]

Iu 인터페이스를 통해 SGSN은 트래픽을 수신하

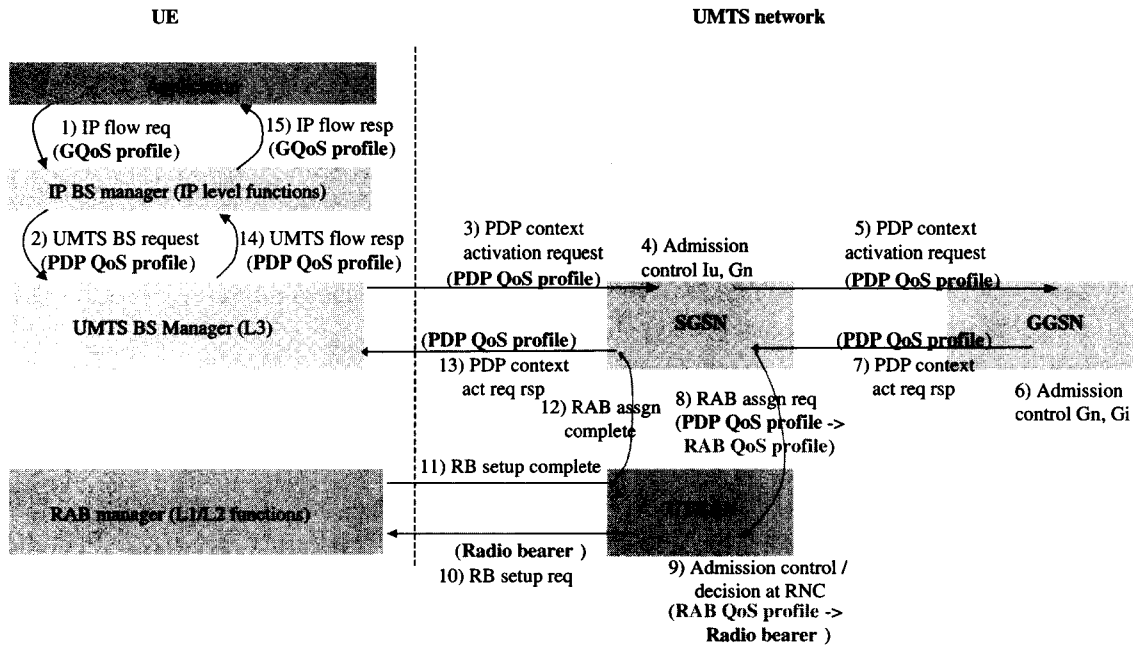


그림 4. QoS제공 위한 베어러 설정 과정

게 된다. GTP터널의 특성은 데이터가 어떤 PDP Context와 관련되는가를 결정한다. SGSN은 GTP 터널을 이용한 Iu상의 데이터 전송의 중단점이 되며, Gn인터페이스를 이용한 GTP 터널을 이용해 GGSN으로 데이터를 전송한다. 외부 IP 헤더의 DSCP 마킹은 Gn상에서 데이터 전송에 적용되는 큐잉과 스케줄링을 결정한다. DSCP 마킹은 PDP Context가 처음 설정될 때 결정된다.

Iu인터페이스에서와 마찬가지로 동일한 DSCP 마킹을 갖는 Gn상의 모든 상향링크 트래픽은 하나의 큐에 모아진다. 동일 QoS타입의 트래픽은 하나의 큐에서 처리되어진다.

[GGSN → IP백본망]

GGSN은 PDP Context에 부합하는 GTP 터널을 통해 SGSN으로부터 상향링크 트래픽을 전달받는다. GGSN은 GTP터널을 종식하고 외부 IP 헤더를 제거한다. PDP Context의 QoS 프로파일에 근거하여 Gi 인터페이스가 DS(Diffserv)가 가능한 망과 연결될 경우 DSCP 마킹을 한다.

IP백본에서 QoS를 제공하기 위해 GGSN은 DS 맵핑 기능을 제공하며, 확장성을 고려해 QoS 제어는 균집화된 트래픽 단위로 처리하게 된다.

나. 하향링크일 경우

하향링크의 경우 상향링크의 역방향으로 트래픽이 진행된다. 각 단계별 트래픽 처리 절차를 제시하면 다음과 같다.

[IP백본망 → GGSN]

하향링크에서는 GGSN은 Gi인터페이스를 통해 외부 IP망으로부터 데이터를 받고 적합한 TFT들을 적용시킨다.

[GGSN → SGSN]

Gn인터페이스를 통한 GTP터널은 PDP Context에 의해 결정되며, 외부 IP헤더가 GTP 터널에 추가된다. 이때 GTP 터널을 위한 외부 헤더의

DSCP 마킹도 정해진다. 이때 사용되는 DSCP는 PDP를 설정할 때 형성된다.

데이터는 DSCP에 의해 스케줄링을 위한 큐에 입력된다. 큐에 입력된 데이터를 스케줄링을 거쳐 Gn 인터페이스를 통해 SGSN으로 전송하게 된다. 전송로상의 라우터들은 PHB(Per Hop Behavior) 원칙에 따라 패킷들을 전송한다.

[SGSN → RNS]

Gn인터페이스상의 GTP터널을 통해 SGSN은 트래픽을 전달받는다. GTP 터널특성에 따라 데이터가 어떤 PDP Context와 연결되는가가 결정된다. SGSN은 Gn을 사용한 GTP터널을 중단시키고, Iu 인터페이스를 이용해 RNS로 GTP 터널을 설정한다.

IP 헤더내에 마킹된 DSCP를 근거로 Iu 전송에 적용될 큐잉과 스케줄링을 결정한다. DSCP 마킹은 PDP Context로부터 결정되며, PDP Context가 처음 확정될 때 DSCP 마킹이 행해진다. 또다시 동일한 DSCP 마킹을 가진 Iu 상의 모든 상향링크 트래픽이 하나의 큐에 쌓이게 되며, 동일 QoS 타입을 지원하는 트래픽들은 하나의 큐에 입력되어 처리되어진다.

MPLS 또한 Diffserv와 함께 쓰여져서 IP 백본상의 사이트간 QoS 컨트롤을 위해 사용될 수 있다.

확장성을 고려하여 QoS 컨트롤은 집적된 트래픽 단위로 행해진다.

[RNS → UE]

RNS는 UE방향의 하향링크 QoS를 제공한다. 하향링크에서 RNS는 데이터 흐름과 관련하여 RAB에 할당되는 무선 베어를 선정하고, 무선 베어러상의 데이터를 스케줄링한다. RAB가 설정될 때 할당되었던 무선 자원은 무선 베어러에 의해 할당되며 이는 RAB가 설정될 때 형성되어진다. Uu 인터페이스 상에서 스케줄링은 개별 사용자 흐름단위로 적용된다.

4. 허락제어

WCDMA 사업자들은 가입자들에게 계약에 따라 서비스 품질을 보증해준다. 가입자 관점에서 사용하는 서비스의 질을 판단하는 기준은 End-to-End QoS이다. 그러므로, 허락제어에 의한 WCDMA 베어러에 대한 최적 QoS의 보장 외에도, IP 백본망에서 QoS의 모니터링과 제어 또한 필수적이다.

가. PDP Context 활성화시 허락제어

PDP Context를 활성화 시킬 때, SGSN은 UTRAN에게 RAB의 설정을 요구한다. UTRAN에서 허락 제어를 통해 무선자원의 활용을 조절한다. 자원이 충분할 경우 서비스를 위한 RAB가 설정된다. SGSN과 GGSN에서는 IP 백본망 내에 활용 가능한 자원을 제어하기 위한 허락제어가 이뤄진다. 허락 제어 알고리즘을 위한 고려사항으로는 트래픽 클래스 요청, 가입자 타입, 요구된 클래스에 할당된 WCDMA 베어러들의 수와 활용 가능한 자원들이다. 충분한 자원이 있다면 PDP Context 활성화는 받아들여질 것이다. SGSN에서 허락제어가 PDP Context의 요청을 거부하거나, UTRAN에서 RAB 요청이 거절되면 PDP Context 설정 요청은 취소될 것이며 재교섭에 들어가게 된다.

멀티미디어 통화를 위한 PDP Context 요청이 거절될 경우, BSM간에 상호작용을 거쳐 응용계층에 전해지게 된다. 이 경우 이동 UE의 응용계층에서 서비스에 대한 요구를 철회할 수 있다.

나. UTRAN에서의 허락제어

잘 설계된 네트워크에서도 무선 인터페이스는 병목현상을 일으키기 쉬운 구간이다. 이로 인해 허락제어와 폭주 통제에 관한 역할이 무선 인터페이스에 집중된다. UTRAN의 기능들은 사용자 관점에서

QoS 수준을 지각하는데 있어 가장 큰 영향을 끼친다. UTRAN에서의 허락제어와 폭주 제어 알고리즘은 다음과 같다.

UTRAN에서 허락제어는 전용 채널에 의해 활성화되며, 전용 채널의 활성화는 아래의 사항들에 의해 유발되어진다.

- Conversational 또는 스트리밍 클래스의 RAB가 요구되어지고 UTRAN에서 전용 채널의 사용을 결정하였을 때,
- 무선 자원 최적화를 위해 채널 스위칭 알고리즘이 Interactive(Background) 베어러를 전용 채널로 이동시키려 할 때,
- UTRAN에서 RAB가 전용 채널의 사용을 결정한 Conversational 또는 Streaming 클래스의 핸드오버시,
- 전용 채널을 쓰고 있는 RAB의 핸드오버시 (UTRAN에서 전용 채널의 지속적인 사용을 필요하다고 판단했을 시),
- 핸드오버 절차에 채널 스위칭 알고리즘에서 셀을 이동하는 Interactive(Background) 베어러가 전용 채널을 사용해야 할 필요가 있다고 결정할 때,

전용 채널 사용을 위해 UTRAN에서 허락/능력 제어를 이용해 활용 가능한 무선 자원과 Iu 자원을 제어한다. 허락제어의 기본 원칙은 특정 커버리지와 캐패시티에 대응하는 간섭 수준을 인위적으로 제어한다는 것이다.

허락제어 기능은 사용자 수와 채널의 QoS 수준을 기준으로 셀의 부하를 감시하며, 하향링크에서의 출력 파워와 상향링크에서의 간섭 또한 감시대상이다. 새로운 전용 채널의 설정이 요구되었을 때, 허락 제어 알고리즘이 새로운 전용 채널을 추가함으로써 증가된 간섭 수위를 위에서 언급한 입력 변수를 통하여 예측한다. 전용 채널의 설정의 허용과 실패는 채널의 추가로 인한 간섭 수준 증가 예측치의 계획된 간섭 수준 도달여부에 따라 결정된다.

효율적인 허락 제어 알고리즘이 적용되더라도, 트래픽 폭주로 인해 시스템 내부의 간섭 수준이 상승할 경우 과부하가 생길 수도 있다.

그러므로 폭주 시에 과부하 상황에 대처하여 시스템을 정상 상태로 되돌려 놓을 수 있는 통제 방안의 적용이 필요하다. 무선 베어러에게 우선권을 주는 것도 이를 위한 하나의 방법이 될 수 있다.

우선권은 모든 사용자들의 무선 베어러 요구를 수용할 수 없는 복잡한 상황을 정리하는데 그 목적이 있다.

이 기법은 허락제어와 동일한 입력파라미터를 가지며 폭주 발생시 다음과 같은 과정을 거친다. 처음 1,2단계의 조치로 시스템이 정상으로 돌아왔을 시에는 나머지 과정은 생략된다.

- 1단계 : 우선순위를 고려하여 서너개의 무선 베어러의 속도를 감쇄한다.
- 2단계, 주파수에 여유가 있을 시 일부 사용자들 간에 inter-frequency 핸드오버를 실시한다.
- 3단계, 연결 해제한다.

예를 들어, 시스템이 한계 상황에 이르렀을 때, 높은 우선순위를 가진 무선 베어러가 요청되면 시스템은 낮은 우선권을 가진 무선 베어러의 대역폭을 낮추거나 그 연결을 해제하게 된다. 이러한 정책은 망 운용자에 의해 결정되며, 긴급호와 같은 경우도 동일한 원칙이 적용된다.

다. 무선 채널 전환

채널의 전환은 UTRAN에서 사용되는 무선 자원 관리에서 필수적인 기능이다. 채널의 전환은 채널의 타입과 속도의 교환까지도 포함한다. 채널 타입의 변경은 일반 채널과 전용 채널간의 교환을 의미하며 상향링크와 하향링크 모두 사용된다. 이러한 전환의 목적은 전용 채널 자원들을 효율적으로 사용하기 위해서이다.

채널 속도의 변환 기능은 무선 인터페이스상에서

전송 형식의 변경을 허용한다. 채널 속도의 변경은 전용 채널에 적용되며, 사용자의 요구나 RAB의 추가나 삭제의 경우에도 발생한다.

VI. QoS 보장을 위한 핸드오버

1. 핸드오버 중 QoS 보장

무선망에 있어서 QoS 제공을 위해 고려해야할 사항중 하나가 핸드오버시 서비스 제공방안이다.

PS(Packet Service) 서비스 제공 시 핸드오버 중에도 QoS를 보장하기위한 방안은 QoS에서 중요한 부분이다. WCDMA 패킷 서비스를 위한 핸드오버 시나리오는 아래와 같이 세가지로 구분된다.

- UTRAN내 핸드오버(Iu 인터페이스의 변경없이 동일 SGSN 유지) : 이 핸드오버는 동일 RNC내에서 혹은 본래의 RNC를 서빙(Serving)RNC로 유지한 상태에서 Drift RNC로 이동할 때 행해진다.
- 서빙RNC 재할당을 통한 UTRAN간 핸드오버(서빙RNC가 바뀌는 경우) : 즉 Iu 인터페이스가 동일 SGSN내에서 생성될 경우
- SGSN 재할당을 통한 UTRAN간 핸드오버 : 내부 시스템 또는 시스템간(WCDMA와 GSM 간)에서 이뤄진다.

UTRAN내의 경우 높은 QoS를 유지하기 위해 소프트 핸드오버 기능이 사용되며 서빙RNS 재할당과 SGSN간 핸드오버의 경우에는 손실없이 핸드오버를 가능케 하기 위해 패킷 포워딩 기능이 사용된다.

2. UTRAN내 핸드오버

UTRAN에서 소프트, 소프터, 하드 핸드오버가 사용된다. 소프터 핸드오버는 동일 Node_B에서 셀터를 이동할 때를 의미한다. 하드 핸드오버는 UE가

한번에 하나의 Node_B에만 연결되는 것에 비해, 소프트 핸드오버는 2~3개의 Node_B와 동시에 연결되었을 때의 핸드오버를 나타낸다. 소프트나 소프트 핸드오버의 경우 패킷들은 손실되지 않으며 QoS 또한 유지된다.

3. 서빙 RNS 재할당과 SGSN간 핸드오버

UTRAN과 핵심망간에 접속점이 바뀔 때, 소프트 핸드오버는 사용되지 못한다. SRNS(Serving RNS)의 재배치 중에 QoS 유지를 가능케 하는 주요 기능들은 다음과 같다. 기능들과 진행 과정은 SGSN간의 핸드오버에서도 쓰일 수 있다.

SRNS의 재배치 중에 Seamless한 패킷 전송은 기존 RNC의 버퍼링과 이동할 RNC로의 패킷 포워딩을 기반으로 이뤄진다. SRNS 재배치 과정의 일부로서 목적지 RNC는 기존의 RNC로부터 "SRNS Relocation Request" 메시지를 수신하게 된다. 이 메시지를 목적지 RNC는 수용하거나 거부할 수 있다.

목적지 RNC가 허락제어를 수행하는 것이다. 목적지 RNC가 SGSN에게 "SRNC Relocation Request"를 전송함과 동시에 기존의 RNC는 Iur 인터페이스를 통해 버퍼링 되었던 패킷들을 전달하기 시작한다. 이런 방식으로 WCDMA는 어떤 경우라도 Seamless하게 핸드오버를 수용할 수 있게 된다.

4. 핸드오버중의 허락제어

허락제어는 주변의 RNC로부터 베어러가 핸드오버 되었을 때 일어난다. 과부하가 걸린 RNC로 무선 베어러 핸드오버가 시도될 때 핸드오버로 인한 무선 베어러가 새로운 무선 베어러들 보다 높은 우선순위를 가진다. 이미 인정된 베어러에 대한 손실없는 서비스의 제공이 중요하기 때문에 기존 사용자의 핸드오버시에는 기준보다 높은 간섭 수준도 용납이 된다.

VII. 결론

본 고에서는 3세대 이동통신 망인 WCDMA망에서 End-to-End QoS 제공기술과 동향을 살펴보았다.

향후 WCDMA망은 All-IP를 기반으로 한 패킷 데이터망으로의 진화를 목표로 하고 있으며, 이는 소프트웨어 구조의 도입을 통한 접속, 전송, 서비스망의 독립의 단계를 거쳐, All-IP 기반의 통합망구축을 완성하게 된다. 이는 NGN에서 바라보는 통신망의 발전 방향과 부합한다.[12]

무선 링크와 이동성으로 대표되는 이동 통신망에서의 QoS 개념은 고정망을 전제로 하는 기존의 IP QoS와는 다소 차이가 있을 수 있으며, 따라서, 무선 구간의 QoS 제공기법과 IP QoS 제공 기법과의 연동 방안을 제시하였다.

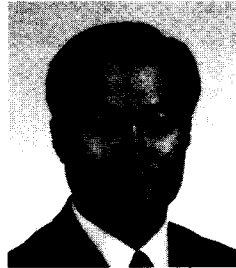
IP망을 통한 서비스 제공시 QoS 보장을 위해서 많은 IP QoS 기법들이 이야기되고 있으나, 본 고에서는 WCDMA 핵심망에서의 원활한 QoS 제공과 외부 IP 망과의 연동시 비교 우위에 있는 Diffserv 방식을 위주로 QoS 제공 방안을 제시하였으며, 이동성이 중요시되는 이동통신 특유의 상황을 고려하여 핸드오버시의 QoS 제공방안을 제시하였다.

결론적으로 본 고에서 살펴본 WCDMA End-to-End QoS 제공 방안은 접속망에서 WCDMA PDP Context와 IP백본망에서 Diffserv를 이용하여 제공된다. Diffserv를 적용하지 않은 외부망과의 연동시 End-to-end QoS 제공을 위해 투명성 있는 시그널링 전송을 제공함으로써, All-IP 기반의 NGN으로의 진화에 적합한 Seamless한 서비스 제공을 위한 QoS 모델을 제시하였다.

참고 문헌

- [1] 3GPP, "General Architecture", 3G TS23.101

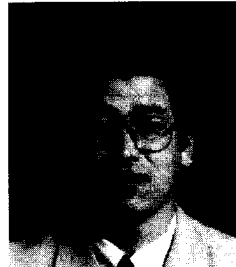
- [2] 3GPP, "Network Architecture", 3G TS23.002
- [3] 3GPP, "UTRAN Overall Description", 3G TS25.401
- [4] 3GPP, "QoS Concept and Architecture", 3G TS23.107 v5.2.0, Oct 2001.
- [5] 3GPP, "GPRS: Service Description-Stage 2", 3G TS23.060
- [6] 3GPP, "Quality of Service and Network Performance", 3G TR22.925, v3.1.1, Apr. 1999.
- [7] 3GPP, "End-to-End QoS Concept and Architecture", 3G TS 23.207, v5.1.0, Oct. 2001.
- [8] B. Williams, "Quality of Service: Differentiated Services and Multi-protocol Label Switching", Ericsson White Paper, Mar. 2000.
- [9] S. Blake et al., "Definition of the Differentiated Services Field(DS Field) in the Ipv4 and Ipv6 Headers", IETF RFC 2474, Dec. 1998.
- [10] Z. Wang, "Internet QoS: Architectures and Mechanisms for Quality of Service", Academic Press, 2001
- [11] Paul P. White, "RSVP and Integrated Services in the Internet: A Tutorial", IEEE Comm. Mag., pp.100-106, May 1997
- [12] NGN SG, "Conclusion from the NGN Starter Group(NGN-SG)", ETSI GA #38, Nov. 2001.



정수성

1980년 한양대학교 전자통신과 공학사, 1987년 한양대학교 전산학 석사, 1989년 벨지움 브리셀대 전산학 석사, 1993년 전기통신기술사, 1994년 정보통신기술사, 1980년~2001년 한국통신,

2001년~현재 KT아이컴 네트워크부문장(상무이사)



정찬우

1983년 경북대학교 전자공학과 공학사, 1999년 KAIST 경영학 석사, 1983년~2001년 한국통신, 2001년~현재 KT아이컴 네트워크기획담당



이성식

1983년 경북대학교 전자공학과 공학사, 1986년 KAIST 전기 및 전자공학 석사, 1997년 KAIST 전기 및 전자공학 박사, 1986년~2001년 한국통신, 2001년~현재 KT아이컴 연구기획팀장



방만원

1974년 명지대학교 전자공학과 공학사, 1977년 명지대학교 전자공학과 석사, 1987년 명지대학교 전자공학과 박사, 1979년~1988년 일본 관동대학 전자공학과 부교수, 1982년~1983년 일본 동경

대학 전기공학과 외국인 연구원, 1987년~1990년 한국전자통신연구소 초빙연구원, 1988년~현재 목포대학교 공과대학 전자공학과 교수