

디지털 콘텐츠의 QoS

서덕영(경희대학교 전자정보대학)

I. 서론

바야흐로 융합의 시대이다. 음식도 퓨전의 시대이다. 우리가 보고 듣고 즐기는 디지털 콘텐츠에서 융합의 바람이 거세게 불어오고 있고, 우리 기술자들은 대중의 요구에 앞서서 세계 최초로 세계 최고의 제품을 만들어내야 하는 부담과 기회를 가진다.

융합 시대의 기술자들은 앞선 세대의 기술자에 비해서 좀 더 넓고 깊게 처한 환경을 이해해야 한다. 여기서 넓다는 것은 수평적으로 같은 카테고리 안에 있는 기술들, 즉, 비디오 서비스에 인접한, 오디오, 음성, 문자 서비스 등을 이해해야 한다는 것을 말하고, 네트워크 분야에서는 융합되어야 하는 다른 네트워크를 이해해야 한다는 것을 말한다. 깊다는 것은 콘텐츠 서비스, 네트워크 서비스, 통신 서비스 등에 대한 수직적으로 다른 서비스를 이해할 필요하다는 것을 말한다.

정보의 홍수이다. '디지털 콘텐츠'를 google에서 검색하니 2백 70만 건이 검색되었고, 'digital contents'는 3억 4천만 건이 검색된다. 본고는 넓고 깊은 이해가 필요한 디지털 콘텐츠 환경에 대해 가장 간단하게 안내하기 위해 쓰여 졌다.

되도록 쉽게 이해되고, 현실감 있는 정보를 위해 되도록 정량적인 숫자를 제시하고자 한다. 제시한 숫자의 정확성은 떨어지더라도 자릿수 order는 맞도록 하였으므로 어느 정도 현실감을 가지는데 도움이 되리라 믿는다. 디지털 콘텐츠 기술과 관련해서 여러 가지 측면에서 얘기할 수 있을 것이다. 본고에서는 이중에서 QoS(Quality of Service)에 국한해서 설명한다. 생략된 중요한 이슈로는 디지털 콘텐츠의 보안, 작성언어(markup language), 개인이동성 등이 있다.

융합에서 중요한 것은 차이점을 알고 차별화된 서비스(differentiated service)가 가능하여야 하는 것이다. 본고에선 차이점이 생기는 항목들을 제시하고 이를 고려하는 방법에 대해서 논의한다. 본장에 이어 II장에서는 네트워크 전문가의 입장에서 콘텐츠의 QoS를 이해하는데 필요한 내용을 제시하고, III장에서는 반대로 콘텐츠 전문가가 네트워크 QoS를 이해하는데 도움을 주며, IV장에서는 현재 또는 가까운 장래에 가용한 기술을 융합하여 이상적으로 생각되는 아키텍처를 제시하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. 네트워크 전문가가 알아야 할 콘텐츠 QoS

네트워크가 점과 점을 잇는 것을 목표로 한다면 콘텐츠는 그 양 끝 점에서 생산되고 소비된다. 네트워크에서는 한 점에서의 복잡성보다는 전체 점들의 집합이 이루는 복잡성이 문제가 된다. 그러나, 콘텐츠 전문가들은 하나의 점을 붙잡고 복잡하게 파고 들어간다. 한 점에서 소비되는 하나의 디지털 콘텐츠만 해도 충분히 복잡하다.

1. 콘텐츠의 종류별 요구하는 QoS

디지털 콘텐츠 또는 디지털 콘텐츠 서비스 시스템을 만들 때 어려운 점은 서비스마다 요구되는 QoS가 다르다는 것이다. 우선 텍스트와 멀티미디어(비디오, 오디오, 음성)로 나누어 생각해보자. 이에 대한 QoS는 대역폭, 지연민감도, 손실민감도 등으로 나눌 수 있다.

대역폭을 bits/sec로 표시한다는 점은 같지만 텍스트와 멀티미디어 서비스에서 대역폭을 계산하는 time-scale이 차이가 난다. 텍스트는 5분 정도 단위 평균을 내어 throughput으로 평가하면 된다. 그러나, 멀티미디어는 수백 ms단위로 어느 정도의 대역폭이 유지되어야 한다. 그래서 continuous service라고 부르기도 한다. MPEG-2 기반 HDTV는 20Mbps, SDTV(보통 TV)는 5Mbps, MP3(128kbps), 음성(10kbps)의 대역폭을 가진다. 그런데 이것이 수백 ms 단위로 나누어 보았을 때도 유지되어야 한다는 것이 멀티미디어 서비스에서 매우 중요하다.

지연민감도에 있어서 서비스 별로 보면 비디오 오픈과 같은 conversational service는 내 쪽 카메라에서 비디오 캡처부터 상대방 모니터에서

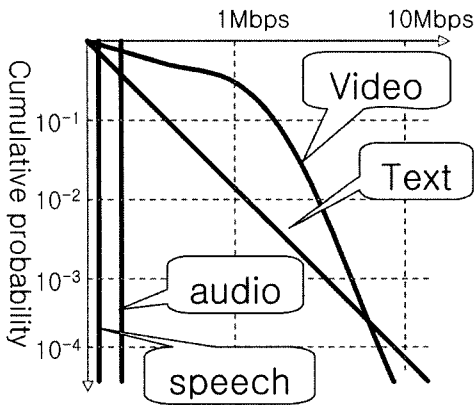
display 될 때까지가 150ms이내에 이루어져야 한다. 이때 lip sync를 위해 음성은 50ms이내의 차이로 같이 나와야 한다. 웹서비스와 같은 interactive service에선 click에서 뜯 때까지 약 2초의 지연을 보통 참는다고 한다. VOD와 같은 streaming service에서는 영화를 선택하고 첫 화면이 뜯 때까지 5~10초 정도의 지연이 인정된다. 아침에 영화를 선택하고 저녁에 퇴근해서 시청하는 download service에서는 지연이 문제가 되지 않는다.

텍스트는 손실을 허용하지 않는데 비하여 멀티미디어는 어느 정도의 손실을 허용한다. 지연한계를 넘어서 도착하는 패킷은 'loss-rather-than-late' 정책에 따라 버린다. 멀티미디어 서비스에서 conversational service에서는 10~20% 정도의 패킷 손실이 있어도 서비스가 가능하다. Streaming 서비스에서는 1~10% 정도의 패킷 손실을 허용한다. 비디오 코딩 표준화에서는 20% 정도까지 손실 테스트를 하여 손실 강인성 알고리즘을 비교한다.

2. 트래픽의 특성

가) VBR vs CBR

텍스트 트래픽은 매우 bursty하고, 비디오 트래픽은 VBR(Variable BitRate)이고, 오디오나 음성 트래픽은 CBR(Constant BitRate)이다. 그림 1에서 보듯이 비트율이 높은 쪽에서 확률분포를 적분해보면, CBR인 오디오와 음성은 하나의 비트율만을 가진다. 보통 DVD에 저장되어 있는 MPEG-2 비디오는 3Mbps에서 9Mbps 정도의 가변적인 비트율을 가진다. 복잡한 씬(scene)에서는 비트율이 높아지고 단순한 씬에서는 비트율이 떨어진다. 씬의 종류에 따라 나타



〈그림 1〉 비트율의 시간적 변화의 분포를 높은 비트율부터 적분한 그래프

나는 비트율의 변화는 수초 또는 분단위의 long-term fluctuation이라고 하고, 수십 ms 단위로는 프레임별로 코딩 방식에 따라 생기는 I:P:B=8:3:2 정도의 short-term fluctuation이라고 한다. 보통 500ms 단위로 I 프레임 하나에, P 프레임 4개, 나머지 B 프레임 10개가 존재한다. 이를 버퍼를 이용하여 short-term fluctuation을 평탄화하면 150m 정도의 버퍼링 지연이 생긴다. 비디오는 CBR로 코딩할 수 있다. 여기서 CBR이란 복잡한 씬은 품질을 떨어뜨리고, 단순한 씬은 품질을 억지로 높여서 long-term fluctuation이 없게 하는 것을 말한다. 또한 VBR 비디오를 다중화하면 CBR의 특성에 가까워지게 된다. 따라서 core network에서는 IPTV 여러 개의 VBR 트래픽을 묶어서 처리하는 것이 유리하다.

데이터 트래픽이 요구하는 비트율은 그림2에서 보듯이 직선형으로 광범위하게 퍼진다. 이를 heavy tail이라고 부른다. Heavy tail의 특성을 가진 트래픽은 다중화하더라도 CBR 특성에 가까워지지 않는다. 이를 self-similarity 특성이라고 한다. 따라서 특성이 다른 데이터 트래픽과 멀티미디어 트래픽을 분리하여 처리하는 것이 효율

적이다. 한 라우터에서 멀티미디어 트래픽 (realtime traffic)에 대해서는 네트워크 자원중에 대역폭을 우선적으로 제공하고, 데이터 트래픽 (non-realtime traffic)에는 버퍼를 우선적으로 제공하는 것이 바람직하다,

나) Scalable Coding(계층 부호화)

‘One source multi-use’를 목적으로 비디오는 여러 계층의 비트스트림으로 나누어서 코딩 (scalable coding)할 수 있다. 1994년에 표준화된 MPEG-2에서도 2-3개의 계층(layer)으로 나누어서 인코딩할 수 있었으나, 2006년 10월에 표준화가 완료되는 SVC(Scalable Video Coding)에서는 수십 개의 계층으로 나눌 수 있다. 최하위 base layer로부터 enhancement layer 비트스트림을 더해나가면서 품질이 높아진다. 즉, 월드컵 생중계를 하나의 비디오 코덱이 있는 하나의 서버로 HDTV(10Mbps), SDTV(2Mbps), PDA(300kbps), 휴대폰(50kbps)으로 동시에 서비스하면서 각각의 채널의 상태에 따라 비트율을 가변적으로 변경할 수 있다. MPEG-4 scalable audio codec(~72kbps stereo)이나 AMR(Adaptive Multi-Rate, 4~12kbps) 코덱을 이용하면 오디오 음성신호도 scalable coding이 가능하다.

III. 콘텐츠 전문가가 알아야 할 네트워크 QoS 개념

네트워크가 점과 점을 연결한 집합이라고 할 때 점에서 일어나는 일은 콘텐츠 전문가가 볼 때 매우 단순하다. 그러나, 그 점들의 집합이 이루는 여러 가지 현상을 제어하는 것은 매우 복잡한 문제이다. 네트워크는 음성통화를 위한 circuit switching(CS) 네트워크, 데이터 통신을 위한

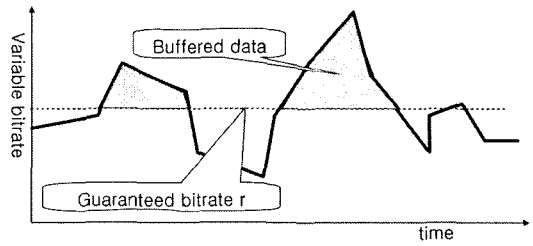
packet switching(PS) 네트워크가 있다. 이에 방송용 네트워크(broadcasting network)이 추가된다. 흔히 triple play 서비스라고 하는 것은 음성통화, 데이터 서비스, 방송 서비스를 모두 서비스할 수 있는 것을 말한다. 네트워크는 연결(connection)을 위해 이용한다. 연결은 (경로path, 자원resource)으로 이루어지며, 자원은 (대역폭 bandwidth, 저장용량buffer)으로 이루어진다.

1. dedicated vs shared

네트워크 자원을 이용할 때 어느 한 서비스에만 일부 자원이 할당되는 것을 dedicated라고 한다. CS에서 전화 한 통화를 위해 4kHz의 채널이 할당되는 것과 TV방송을 위해 6MHz의 채널이 할당되는 것이 대표적인 dedicated service이다. DMB(Digital Multimedia Broadcasting)도 dedicated 채널을 이용한다. 고정적인 자원을 요구하는 연속적 서비스에서 QoS를 제공하기 유리한 방식이다. 그러나 데이터 서비스 같이 서비스별 요구되는 자원이 가변적인 경우에는 비효율적이므로 shared 방식을 사용한다.

데이터 서비스에서는 자원을 공유한다. 즉, 회사나 학교에 있는 LAN의 경우 100Mbps의 자원을 서로 공유한다. 그래서 언제나 내가 원할 때 사용할 수 있다. 어떤 사람이 언제 네트워크 지원을 점유하는가를 제어하기 위해 MAC(Medium Access Control)방식이 필요하다. 가장 많이 사용되는 간단한 MAC 방식인 경우 전체 사용률이 60%를 넘으면 성능이 급격히 떨어진다. PS망도 shared방식을 사용한다.

디지털 콘텐츠 서비스는 연속적인 서비스라는 점에서는 dedicated의 특성이 필요하고, 원하는 자원이 가변적이라는 점에서는 shared의 특성이



〈그림 2〉 TSpec에서는 VBR 트래픽을 leaky bucket (r, b)로 표현한다.

필요하다. 최근 IEEE802.11e, 3GPP UMTS, diffServ, 4G OFDMA 등 모든 네트워크 프로토콜에서 QoS를 지원한다고 하는 것은 이 두 가지 특성을 모두 포함할 수 있도록 하겠다고 하는 말과 동일하다. 예를 들어, diffServ나 IEEE802.11e에서는 몇 개의 class로 트래픽을 나누어서 제어한다는 점에서 dedicated의 특성을 가지며 각각의 class 내부에서는 shared로 동작한다.

IEEE802.11e에서는 확률적으로(stochastic) 우선순위를 주는 방식이므로 완전한 dedicated라고 할 수 없지만 OFDMA는 frequency-time slot을 deterministic하게 분배하는 dedicated 방식을 포함한다. 누구에게 dedicated 채널의 기회를 주느냐를 정하기 위해 polling(‘저요, 저요’ 하면서 발표기회 얻는 동작) 방식을 사용한다.

2. per flow vs per class

Shared 네트워크에서 dedicated의 특성을 부여하기 위해서는 트래픽을 차별화할 수 있어야 하며 이를 위하여 지금의 패킷이 어떤 서비스를 받아야 하는 것인지 인식하는 방식이 필요하다. 여기에는 per flow 방식과 per class 방식, 두 가지가 있다.

A 단말기와 B 단말기간에 비디오폰 서비스,

〈표 1〉 여러 가지 프로토콜에서의 QoS 기술자(descriptor) 및 QoS 레벨

Video codec, SVC	Base layer < tens of enhancement layers
diffServ	BE < 4 AF's (with 3 drop precedence levels) < EF
IEEE802.16d (WiBro)	UGS, rTPS, nrtPS, BE 8bit descriptor
IEEE802.1D/Q, 802.11e	4 AC (Access Categories) of 8 priorities
3GPP UMTS	traffic handling priority, allocation/retention priority
MPLS	Service Level Agreement (ATM-like)

웹서비스, ftp 서비스를 동시에 하고 있을 때, 각각의 서비스를 같이 하나의 flow 단위로 인식하고 서비스를 차별화하는 방법을 per flow 방식이라고 한다. 대표적 per flow 방식인 intServ에서는 flow 별로 패킷을 인식하기 위해서는 [출발지 IP 주소, 출발지 IP 주소, 출발지 포트번호, 목적지 포트번호, 프로토콜] 등 5 tuples의 인식 인자가 필요하며, 각각의 flow에 대해서 이를 중간 경로상의 모든 라우터가 인식할 수 있어야 한다. 따라서 이를 간편하게 하기 위해 CAC(Call Admission Control)시 5 tuple에 대해 한시적으로 라벨(label)을 정하는 방식을 이용한다. ATM과 MPLS가 라벨을 사용하고 있으며 IPv6 헤더에도 flow label이라는 field가 있다.

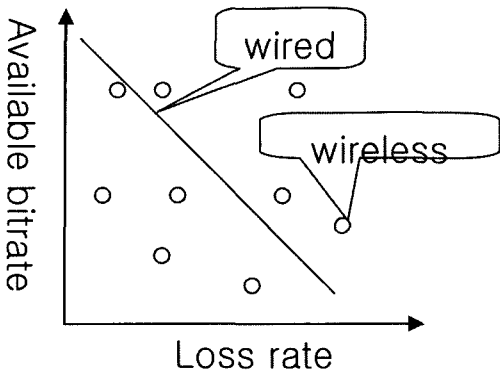
Per flow 방식으로 예약하기 위해 RSVP(Resource Reservation Protocol)라는 프로토콜을 사용한다. RSVP에서 필요한 자원을 기술하는데 필요한 인자들을 정의한 tSpec은 LAN과 MAN의 표준인 IEEE802 계열에서 QoS 예약할 때도 사용되고 있다. 최대비트율, 보장비트율, 버퍼크기 등 leaky bucket 인자로 표현된다. 이러한 트래픽 인자는 WWAN의 표준인 3GPP UMTS에도 포함되어 있다.

leaky bucket (r, b) : 보장비트율 r을 넘을 때는 버퍼에 저장하고 비트율 여유가 있을 때 전송한다고 할 때, overflow가 일어나지 않는 최대 버

퍼요구량을 b로 표시한다. DVD에 저장되어 있는 비디오를 전송할 때에는 $(r, b) = (4\text{Mbps}, 10\text{Mbyte})$ 또는 $(5\text{Mbps}, 1\text{Mbyte})$ 정도 된다. 큰 r을 사용할수록 b가 작아진다.

Label을 이용하여 인식을 빨리 할 수 있지만 flow 별로 따로따로 어떻게 자원을 분배해야 하는가는 라우터가 모든 flow에 대해서 기억하고 맞게 처리해주어야 하므로, 동시에 라우터가 서비스하는 flow 수가 1000개 이상으로 증가하면 per flow 방식을 사용하는 것이 현실적으로 불가능하다. 이를 scalability problem이라고 한다. 캠퍼스나 회사와 같이 Intra 네트워크 내에서는 per flow 서비스가 가능하며 switched Ethernet에서는 이를 지원한다.

현실적으로는 CAC에서는 per flow를 이용하고 서비스 차별화는 per class로 하는 방식을 이용한다. 보통 class는 48개로 나누어진다. 라우터나 스위치는 각각의 class에 대해서 어떻게 처리해야 하는지만 알고 있으면 되므로 아무리 연결된 점의 수가 증가하여도 scalability problem이 발생하지 않는다. 다만, 각 domain마다 class별로 남아있는 자원이 얼마인지를 알고 있어야 한다. 표 1에서 보듯이 diffServ, IEEE802.11, 16 등에서 per class 서비스를 지원한다. 그러나 class별로 어느 정도를 보장해야 하는지에 대해서는 정량적으로는 정해진 것이 없으며 따라서 프



〈그림 3〉 손실율과 가용비트율의 상관관계

로토콜간 class의 호환성은 앞으로 연구가 필요한 분야이다.

모든 사람들이 priority가 높은 것을 선호할 것이므로 가격을 차별화하는 정책이 필요하다. KT에서는 아예 diffServ가 가능한 망을 다시 깔고 premium service라고 하여 가격을 차별화할 계획이다.

3. wireline vs wireless

망의 QoS는 [가용대역폭, 손실, 지연]으로 표현할 수 있으며 이 값들간 상관성에 있어서 유선망(wireline)과 무선망(wireless)은 서로 다른 특성을 나타낸다. 유선망 링크에서는 QoS의 저하가 거의 없고 라우터에서 overflow가 거의 유일한 QoS 저하 요인이다. 광섬유에서는 비트에러율이 10-6정도이다. 그러므로 유선에서는 가용대역폭과 [손실, 지연]이 서로 연관성이 매우 커서 거의 반비례관계를 가진다. 따라서 TCP에서와 같이 손실이 발생하면 전송율을 낮춤으로서 네트워크 제어가 가능하다.

그러나, 무선에서는 overflow이외에 interference (간섭)이 채널의 QoS 저하요인이 되며 이는 매

우 랜덤하게 발생한다. 휴대전화망에서는 사용자의 위치에서 주변의 건물의 배치, 이동속도, 다른 사용자의 방해 등에 영향을 받고, WLAN 기반 홈네트워크에서는 전자오븐의 사용이나 이웃집에서의 WLAN 사용에 영향을 받는다. 5m이내에서 전자오븐을 사용하면 30%까지 패킷이 손실된다. OFDMA 방식을 사용하는 4G에서도 QoS 보장은 어렵다. 왜냐하면 frequency-time slot을 할당할 때, 한 slot의 QoS를 예측할 수 없기 때문이다. 즉, dedicated channel은 제공하지만 QoS guarantee는 할 수 없다.

4. 기타 QoS 관련 네트워크 개념들

connection-oriented vs connection-less : 하나의 서비스를 위해 패킷들이 서로 관련을 가지며 순차적으로 전송되는 것이 connection-oriented이다. 트랜스포트 계층에서 TCP를 이용해서 하나의 파일을 여러 개의 패킷으로 잘라서 전송하는 ftp 서비스는 connection-oriented 서비스이다. 실시간 멀티미디어 서비스에서 사용하는 UDP는 원래 connection-less protocol이지만 RTP를 이용하여 connection oriented 서비스가 가능하다. 네트워크계층에서 경로상의 각각의 라우터에 자원을 예약하는 dedicated 서비스는 connection-oriented 서비스에 해당된다. Connection-oriented 프로토콜이라고 해서 모두 자원을 예약하는 것은 아니다.

reliable vs un-reliable : 하나의 패킷까지도 정확하게 전송하여야 하는 것이 reliable 프로토콜이다. 정확하게 전송되기 전까지 계속적인 재전송을 시도하여 지연이 무한정 생길 수 있으므로, 실시간 디지털 콘텐츠 전송은 un-reliable 프로토콜을 이용한다. Un-reliable 프로토콜이라고

IEEE802 계열 또는 WCDMA에서는 손실된 패킷을 재전송하는 retry 옵션을 이용할 수 있다. Retry의 횟수는 3-4회로 제한되며 한번 retry에 수십 ms 정도 시간이 걸리므로 실시간 디지털 콘텐츠 streaming 서비스에서는 이용할 수 없다.

asymmetric vs symmetric : 웹서비스와 같이 서버로 가는 upstream에 비하여 서버에서 오는 downstream의 비트율이 훨씬 높은 경우 asymmetric 채널을 이용한다. ADSL이나 cdma 2000 EV-DO, digital CATV망은 대표적인 asymmetric 채널이다. 앞으로 prosumer (producer-consumer) 시대가 되면서 symmetric 채널에 대한 요구가 증가할 것이다.

IV. 디지털 콘텐츠 전달 시스템의 이상적 구조

2006년 8월 현재에서 2010년에 나타날 시스템의 구조를 예상해보면 IPv6, diffServ 그리고 4G를 이용한 QoS 지원이 더욱 가시화될 전망이다. 서비스 차별화를 위해서 인터넷 종량제가 실시될 것으로 생각된다.

1. 단말기

시스템 표준으로는 SIP(Session Initiation Protocol)이 RTSP(Real-Time Streaming Protocol), SDP(Session Description Protocol)를 포함하여 같이 이용될 것이다. QoS 예약을 위한 세션 기능을 제공한다.

비디오 코덱으로는 SVC가 널리 이용될 것으로 예상된다. Transcoding은 크게 이용되지 않을 것이다. SVC 트래픽을 네트워크 중간에서 제어하기 위해 MANE(Media Aware Network

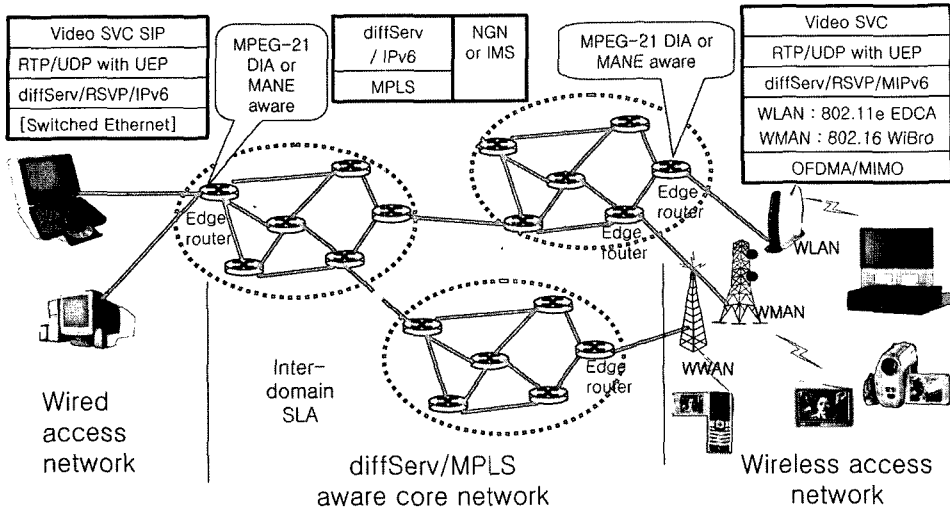
Element) 기능이 이용되어야 한다. MPEG-21의 DIA(Digital Item Adaptation) 도구를 이용하여 구현할 수 있는 기능이다.

트랜스포트 계층에서는 QoS 차별화를 위해 UEP(Unequal Error Protection) 방식이 이용되어 SVC의 비트스트림의 중요도에 따라 패킷 손실 복원 기능을 차별화 할 것이다. 네트워크 계층에서는 RSVP를 이용하여 per-flow CAC를 하고, per-class 방식으로 할당된 네트워크 자원을 관리할 수 있을 것이다.

2. 접근망(access network)

사용자와 edge router 사이의 망으로서 RSVP/intServ 프로토콜을 이용하여 per flow QoS를 지원하며, core network에서 diffServ를 이용하여 per class 서비스를 할 수 있도록 edge router에서는 나가는(egress) 패킷에 대해서 diffServ의 DSCP(DiffServ Code Point)를 이용하여 적절한 class를 정해준다.

IntServ를 이용하여 policing(예약된 자원 이하로 잘 지키는지 감시) 기능이 가능해야 하며 인터넷 종량제 실시시 통신료의 계산은 이곳에서 이루어져야 한다. WiBro와 같은 IEEE802.16 WMAN의 기지국도 비슷한 기능을 수행해야 한다. 무선망에서는 IPv6의 auto-configuration 기능과 MIPv6 프로토콜을 이용하여 핸드오프가 유연하게 이루어져서 다른 셀로 넘어가는데 걸리는 시간이 100ms이내가 되어야 할 것이다. 무선망에서는 OFDMA를 이용하여 QoS 지원이 더 자세해지고, MIMO안테나를 이용하여 더욱 전송속도가 개인당 수십 Mbps이상으로 빨라질 것이다.



〈그림 4〉 All IP 기반 디지털 콘텐츠 서비스 시스템의 구조

3. 중심망(core network)

3GPP IMS(Internet Multimedia Subsystem)를 기반으로 한 NGN(Next Generation Network)으로 전체 망을 관리한다. QoS 차별화를 위해 diffServ를 이용한다. 가장 우선순위가 낮은 BE (Best Effort)와 가장 높은 EF (Expedited Forwarding) 그리고 중간에 AF (Assured Forwarding)을 이용한다. AF1, AF2, AF3, AF4로는 시간적 우선순위를 구분하고 각 AF에서 drop precedence를 이용하여 손실에 대한 우선순위를 구분할 수 있다.

IPv6의 flow label을 MPLS의 label과 같이 이용하여 routing 지연을 획기적으로 줄이고, 특별한 flow(예를 들어, VPN Virtual Private Network)에 대하여 per flow 서비스를 제공할 수 있다. IPv6 기반 애니캐스트 서비스를 이용하여 전 세계적으로 서버를 둔 국제 방송국이 등장할 수 있다. 서버간은 diffServ EF 클래스로 전달하고 서버에서 사용자 사이에는 diffServ AF로

전송할 수 있다. 사용자는 하나의 주소만 알면 전 세계 어디서든 가까운 서버에서 서비스를 받을 수 있게 된다.

IPv6의 멀티캐스트 주소 체계를 활용하여 QoS 차별화된 멀티캐스트 서비스가 가능할 것이다. 즉, 다양한 단말기, 다양한 접근망을 이용하는 다양한 품질의 요구조건을 만족시킬 수 있게 된다.

4. Cross layer QoS

수직적인 융합을 의미한다. 응용계층이하 PHY 계층까지 프로토콜 계층간의 협력을 통해 QoS 지원이 매우 효율적이 될 수 있다. 이를 위하여 서비스 등급에서의 정량적 기준의 마련과 계층간 제어신호의 교환이 필요하다.

우선 프로토콜 계층마다 서비스 등급의 구분이 되어있으나 서로 호환성있게 이용되지 않았으며 이에 대한 정량적인 기준이 필요하다. SVC 비디오, UEP, diffServ 및 IEEE802 계열 WLAN

및 WMAN의 서비스 등급을 이용하는 경우 종합적으로 나타나는 서비스 품질을 정량적으로 분석하여야 한다.

시간적으로 변하는 채널환경에 적응적으로 QoS 지원을 위해서는 MAC 계층과 응용계층간의 QoS 인자에 대한 신호교환이 필요하다. MAC의 피드백을 이용하는 것은 현재 트랜스포트 계층에서 RTCP(Realtime Transport Control Protocol)를 이용하는 QoS 적응에 비해서 세 가지 장점이 있다. 첫째 신속하며 정확한 측정이 이루어질 수 있다. RTCP를 이용하면 피드백 주기가 적어도 2초정도가 되며 측정값을 평균적으로 구하는데도 2-3초 걸리게 된다. 둘째로 무선망에서 손실의 원인이 overflow에 의한 것인지 interference에 의한 것인지를 구분할 수 있으므로 정확한 대책을 세울 수 있다. 마지막으로 무선망은 upstream과 downstream이 채널조건이 매우 다른데 이를 구분하여 상황을 전달할 수 있게 된다.

V. 결 론

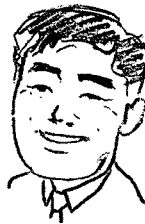
해변가 리조트에서 오전 10시부터 12시까지는 외국 바이어들과 화상회의를 한 후, 오후에는 무선단말기로 HDTV급 영화를 시청하면서 여가를 즐긴다. 한국에서 미국 메이저 리그 야구 중계를 인터넷으로 시청하는데 경기장에 설치된 100대의 카메라 중에 어느 것이든 내가 선택할 수 있고 그 카메라 위치에서 소리를 동시에 전달 받는다.

야야호로 융합의 시대이다. 융합(convergence, 녹아서 하나로 합함)는 종합(integration, 여러 가지를 한데 모아 합함)보다는 발전된 개념이다. 위에서 언급한 서비스가 가능하기 위해서는 중

합으로는 부족하다. 왜냐하면, 종합에서는 오버헤드(interworking overhead)가 생기기 때문이다. 융합된 서비스를 위해서는 네트워크는 seamless(무봉無縫)하게 논리적인 프로토콜을 통일해야하며, 동시에 정량적인 성능 기준도 통일되어야 하고, 디지털 콘텐츠마다 서로 다른 요구조건을 만족시켜줄 수 있어야 한다.

이를 달성하는 것은 매우 힘든 일이다. 그만큼 이루어냈을 때 얻는 것도 클 것이다. 융합을 지향하는 과학기술자들은 과학기술력 이외에 상대방을 잘 이해하고 함께 일하여 시너지를 낼 수 있는 능력이 중요하다. 1+1=2가 아니라 1+1=3이 되게 하는 능력이 필요하다. 이를 위하여 조직의 변화가 필수적이다. 현재의 정부조직이나 연구소 조직은 종합은 가능할지 모르지만 융합에는 적합하지 않은 것 같다. 한국인의 nomad 기질이 발휘되어 이 문제를 어느 나라보다 먼저 해결해내는 것을 꿈꾸어 본다.

저자소개



서 덕 영

1980년 서울대학교 핵공학과 학사 졸업
 1986년 미국 조지아텍 핵공학과 석사 졸업
 1990년 미국 조지아텍 전기공학과 박사 졸업
 1990년-1992년 생산기술연구원 선임연구원
 1992년-현 재 경희대학교 전자정보대학 교수
 주관심분야 networked multimedia