

셀손실과 셀오류에 따른 MPEG-2의 주관적 QoS 성능

Subjective QoS Performance of MPEG-2 under Cell Loss and Cell Error Conditions

韓宗碩*, 金暎權**

(Jong-Seok Han* and Yung-Kwon Kim**)

요약

ATM 망을 이용한 MPEG-2 화상 서비스 제공 시 망에서 발생하는 셀손실과 셀오류에 따른 서비스 품질의 저하를 사용자의 주관적인 관점에서 평가하여 CLR, CER과 MPEG-2 비디오의 주관적인 QoS 간의 관계를 연구한다. NEM모듈을 이용하여 망에 의한 셀손실과 셀오류를 정규, 지수함수 분포로 발생시켰으며 비디오 소스는 움직임 특성에 따라 드라마, 스포츠로 나누어 시험한다.

시험결과 주관적 QoS 등급5(Excellent)의 서비스 품질을 만족시키기 위한 망의 CLR 및 CER은 $CLR \& CER < 2 \times 10^{-7}$ 이었고, 주관적 QoS 등급4(Good)의 서비스 품질을 만족시키기 위한 망의 CLR 및 CER은 $CLR \& CER < 2 \times 10^{-6}$ 이었다. 본 연구결과는 ATM 망을 이용한 MPEG-2 화상 서비스 제공시 사용자가 요구하는 서비스 품질을 만족시키기 위한 망의 성능 목표치를 결정하고 망을 설계하는데 유용한 자료로서 활용할 수 있다.

Abstract

When providing MPEG-2 video service through the ATM network, the degradation of QoS caused by cell losses and cell errors occurring from ATM network was assessed by the end-users subjectively and then the relation between CLR, CER and subjective QoS of MPEG-2 video was analyzed. Cell losses and cell errors occurring from the ATM network were generated according to the normal and exponential distribution by NEM module. Video sources were divided into sports and drama by moving feature and were tested.

The results of our experiments show that the excellent quality of subjective QoS grade 5 was achieved for a cell loss rate of 2×10^{-7} and for a cell error rate of 2×10^{-7} and the good quality of subjective QoS grade 4 was achieved for a cell loss rate of 2×10^{-6} and for a cell error rate of 2×10^{-6} . When providing MPEG-2 video service through the ATM network, the results of our experiments will be used as valuable information to determine the network performance objectives for satisfying the QoS required by the end-users and to design the network.

* 데이콤 종합연구소 主任研究員
(Assistant Senior Engineer, DACOM R&D Center)

** 建國大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Konkuk Univ.)
接受日: 1999年3月10日, 修正完了日: 1999年6月8日

I. 서 론

서비스 품질(QoS : Quality of Service)은 서비스 사용자의 만족 정도를 결정하는 서비스 성능의 총체적 효과로 정의된다[1]. QoS의 범위에는 객관적 평가 기준에 따라 QoS를 정량화하는 객관적 QoS와 서비스 사용자의 주관적이고 종합적인 판단에 따라 평가되는 주관적인 QoS가 있다. 객관적 QoS에 관한 연구 및 표준화는 주로 ITU-T를 중심으로 활발히 이루어 지고 있으며 물리계층에서의 정보 전달 성능, ATM(Asynchronous Transfer Mode)계층에서의 정보 전달 성능, AAL(ATM Adaptation Layer) 계층에서의 정보 전달 성능 등이 있다[2][3]. 주관적 QoS에 관한 연구 및 표준화는 ITU[4][5], MMCF[6] 등에서 이루어 지고 있다.

망제공자가 사용자에게 일정 품질 이상의 B-ISDN 서비스를 제공하기 위해서는 망 전체에 대한 ATM 계층 성능 목표치를 가지고 있어야 한다. 이를 위해 ITU-T에서는 2개의 국내영역과 4개의 중계국가가 가정된 국제영역으로 구성된 27,500km의 가상 참조경로에 대해 단-대-단 ATM 계층 성능 목표치[2]를 잠정적으로 정의하였다. 그러나 이러한 성능 목표치는 서비스를 제공받는 사용자가 느끼는 주관적인 서비스 품질을 고려하지 않은 값이기 때문에 실제 응용 서비스에 적용하기에는 무리가 따른다. 따라서 망제공자는 제공 서비스에 대해 사용자의 주관적 관점에서 QoS를 평가하고 이 주관적 QoS를 보장하기 위한 망의 단-대-단 ATM 계층 성능 목표치를 찾아야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 ATM 계층의 QoS 파라미터인 CLR(Cell Loss Ratio), CER(Cell Error Ratio)에 따른 MPEG-2 비디오의 주관적 QoS를 평가하여 서비스 가능한 QoS 등급을 결정하고, 이 QoS 등급을 보장하기 위한 망의 단-대-단 CLR 및 CER 성능 목표치를 제시한다.

MPEG-2 비디오(음성포함)의 움직임 특성에 따라 드라마, 스포츠로 분류하여 가상 ATM 망에 인가하며 가상 ATM 망은 NEM(Network Impairment Emulator Module)모듈을 이용하여 구현한다. 가상 ATM 망에서의 셀손실과 셀오류는 NEM을 이용하여 정규 분포, 지수함수 분포로 발생시키며 이 때 MPEG-2 비디오

(음성포함)에 대한 주관적 QoS는 ITU[4]에서 제시한 excellent, good, fair, poor, bad의 5단계에 따라 MOS(Mean Opinion Score)방법을 이용하여 평가하고자 한다. 주관적 QoS 성능평가는 ATM 계층 QoS 파라미터(CLR, CER)별, MPEG-2 비디오 트래픽 종류(드라마, 스포츠)별, ATM 계층 QoS 파라미터 발생 분포(정규, 지수함수)별로 나누어 평가한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 주관적 QoS 평가를 위한 시험환경, 주관적 QoS 평가 기준 및 평가방법을 소개한다. 3장에서는 주관적 QoS 성능 평가 및 평가 결과를 고찰하고 4장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

II. 주관적 QoS 평가방법

본 장에서는 주관적 QoS 평가를 위한 시험환경, 주관적 QoS 평가 기준 및 평가 방법을 소개한다.

1. 시험 환경

본 절에서는 가상 ATM망에서의 셀손실과 셀오류에 따른 주관적 QoS를 평가하기 위한 시험 환경을 기술한다. 그림 1은 NEM을 이용한 가상 ATM 망에서의 셀손실과 셀오류에 따른 주관적 QoS를 평가하기 위한 시험 구성도이다.

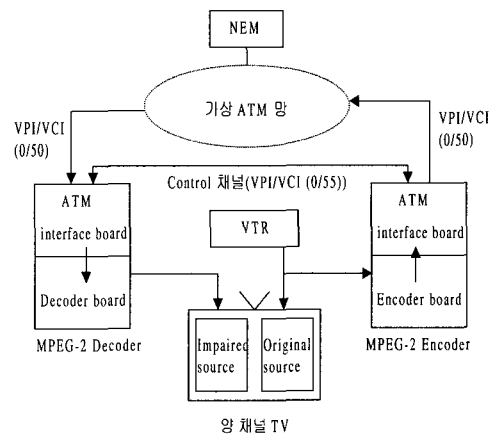


그림 1. NEM을 이용한 가상 ATM 망에서 주관적 QoS를 평가하기 위한 시험구성

Fig. 1. Test configuration for accessing the subjective QoS over the virtual ATM network using NEM

VTR에서 나온 원영상(original source)은 양채널 TV의 한 쪽 채널에서 상영된다. 한편 TV로 가기 전에 분기된 원영상은 MPEG-2 부호기의 부호화 카드에 입력되어 부호화된 후 ATM 인터페이스 카드로 전달된다. 이 곳에서 ATM 셀로 변환된 원영상은 NEM 모듈로 전송된다. NEM 모듈은 셀손실과 셀오류를 일으키는 가상 ATM 망의 역할을 수행한 후 손상된 ATM 셀들을 MPEG-2 복호기로 전송한다. 전송된 셀들은 ATM 인터페이스 카드에서 프레임의 형태로 변환된 후 복호화 카드에서 복호되어 양 채널 TV에 입력된다. 이렇게 입력된 손상된 영상은 VTR로부터, 바로 입력된 원영상과 동시에 비교되어 진다. MPEG-2 부호기와 복호기 사이에는 제어용 채널로서 VPI/VCI(0/55)가 설정되며 데이터 전송을 위한 채널로는 VPI/VCI(0/50)가 설정된다.

시험에 사용되어진 MPEG-2 부호기[7]는 NTSC 또는 S-비디오 신호를 받아들여 디지털 신호로 변환한 후 MPEG-2 부호기 칩에서 실시간으로 부호화 되어 MPEG-2 TS(Transport Streams) 패킷이 된다. 비디오 신호의 압축은 초당 2개의 GOP(Group of Pictures)를 형성하며 하나의 GOP는 15개의 프레임 (IBBPBBPBBPBBPB B)으로 구성되므로 초당 30개의 프레임으로 압축된다. MPEG-2의 I, P, B 프레임이 지니는 정보량은 통계적으로 15: 5: 1의 비율로 나타난다[8]. 비디오 소스 트래픽은 영상은 4.4Mbps, 음성은 채널당 256Kbps로 부호화 되어 디지털 TV 품질에 해당하는 5.4Mbps의 CBR 트래픽을 형성한다. 하나의 GOP내에서의 각 프레임의 배열과 크기는 그림 2와 같다.

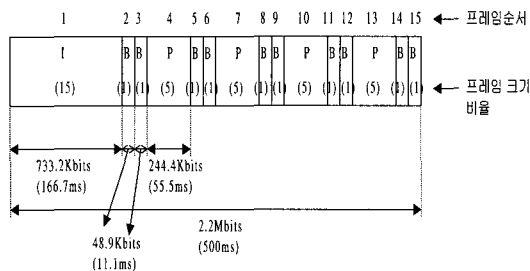


그림 2. GOP에서의 각 프레임 배열과 크기
Fig. 2. Frame sequence and size in a GOP

MPEG-2 부호기는 아날로그 오디오 신호를 디지털 신호로 변환한 후 범용 DSP 칩을 이용하여 실시간에 MPEG-1으로 부호화하여 MPEG-1 오디오 패킷을 만든다. 부호화된 비디오와 오디오 패킷들은 다중화기 칩에 의해 다중화 되어 32 Kbytes의 AAL-5 SDU를 형성한 후 PCI 버스를 통해 ATM 인터페이스 카드에 전달된다.

MPEG-2 복호기[9]는 ATM 인터페이스 카드에서 보내온 32Kbytes의 AAL-5 SDU들 중 셀손실이나 셀에러에 의해 손상된 AAL-5 SDU를 폐기하고 나머지 AAL-5 SDU들로부터 비디오 패킷과 오디오 패킷을 역다중화시켜 1Mbps-15Mbps의 복합 NTSC와 PAL을 재생시키며 스테레오 오디오와 S-비디오를 출력한다.

ATM 인터페이스 카드[10]는 PCI 버스용 ATM 망 인터페이스 카드로서 망 쪽으로의 전송속도는 155.52 Mbps이다. PCI를 경유해서 입력된 32Kbytes의 AAL-5 SDU에 PDU 꼬리(trailer)를 붙여 AAL-5 PDU를 만든 후 SAR칩에서 ATM셀로 만들어서 망으로 전송하고, 반대로 망으로부터 수신한 ATM셀로부터 본래의 AAL-5 SDU를 재구성하여 PCI 버스를 통해 상위계층으로 전달한다.

NEM모듈[11]은 HP75000 BSTS의 LIF (Line Interface)모듈과 함께 사용한다. NEM 모듈은 LIF의 수신기를 통하여 들어온 ATM 셀 스트림에 대해 손상을 가한 후 LIF의 송신기를 통하여 내보낸다. NEM 모듈은 ATM 셀 스트림에 대해 사용자가 임의로 손상을 가할 수 있기 때문에 가상의 ATM 망으로서 동작한다. 본 논문에서는 NEM 모듈을 이용하여 셀손실과 셀오류를 발생시켰으며 NEM 모듈에서 인가할 수 있는 CLR의 범위는 10^{-3} - 10^{-12} 셀이고 통계적 특성에 따라 normal, exponential 분포로 에뮬레이션 할 수 있다. 또한 NEM 모듈에서 인가할 수 있는 CER의 범위는 10^{-3} - 10^{-12} 바이트이고 통계적 특성에 따라 normal, exponential 분포로 에뮬레이션 할 수 있다.

2. 주관적 QoS 평가 기준

중단 사용자에게 의해 인지되는 주관적인 QoS 평가는 ITU-R에서 제시된 방법[4]에 따르며 결합의 정도와 비디오 질의 정도에 따라 표 2에서 처럼 5등급으

로 나뉜다.

표 1. ITU-R 서비스 품질과 결함 등급

Table 1. QoS and impairment grades of ITU-R

등급	서비스 품질	결함(impairment)
5	Excellent	Imperceptible
4	Good	Perceptible, but not annoying
3	Fair	Slightly annoying
2	Poor	Annoying
1	Bad	very annoying

3. 주관적 QoS 평가 방법

본 논문에서는 주관적 QoS를 평가하기 위해 MOS 방법을 사용하였다. MOS 평가란 여러 사람이 동일한 비디오에 대해 주관적 QoS 성능을 평가하여 평균한 값으로 비디오의 서비스 품질을 결정하는 방법이다.

MPEG-2 트래픽이 ATM 망을 통하여 전송되었을 때 망중단에서 사용자가 인지하는 주관적 QoS를 평가하기 위한 시험구성은 그림 1과 같다. 주관적 QoS의 평가는 동일한 드라마, 스포츠에 대하여 100초 씩 행한다. ATM 망은 NEM 모듈을 이용하여 에뮬레이션 하였으며 주관적 QoS를 평가하기 위한 결함 시나리오는 표 2와 같다.

표 2. 결함 시나리오

Table 2. Impairment Scenarios

항목	시험	파라미터
CLR	셀손실 발생 분포	normal, exponential
	비디오의 이동량	드라마, 스포츠
CER	셀오류 발생 분포	normal, exponential
	비디오의 이동량	드라마, 스포츠

표 2로부터 셀손실과 셀오류 발생의 통계적 특성이 비디오 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 셀손실과 셀오류를 정규, 지수함수 분포로 나누어 에뮬레이션 한다. 이 때 CLR의 평균과 CER의 평균은 각각의 분포에 대해 10^{-3} - 10^{-7} 까지 변화시킨다. 동일한 분포와 동일한 크기의 셀손실과 셀오류 발생 시 비디오 소스 트래픽의 움직임 특성에 따른 서비스 품질의

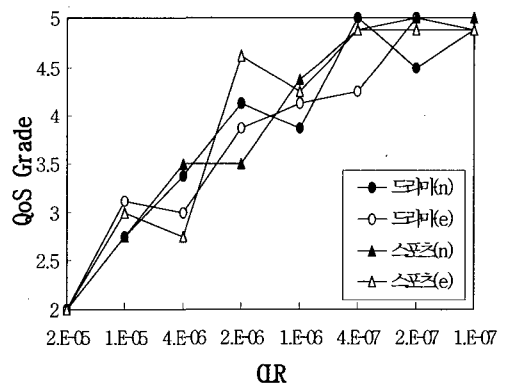
차이를 평가한다.

III. 주관적 QoS 성능평가 및 고찰

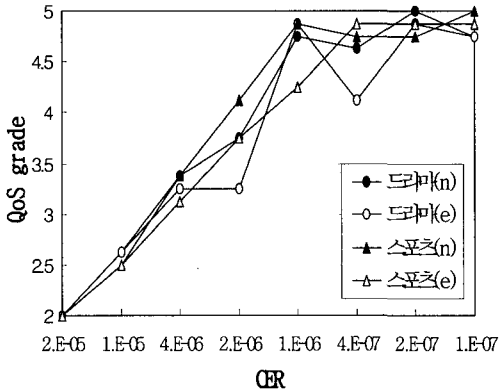
본 장에서는 CLR과 CER 중 비디오의 움직임 특성에 따라 드라마와 스포츠, 셀손실과 셀오류의 발생 분포에 따라 정규분포와 지수함수 분포에 대해서 MOS 방법을 이용하여 주관적 QoS를 평가하였다. MOS 평가에는 16명이 참가하였으며 MOS 평가를 통하여 CLR과 CER, 정규분포와 지수 분포, 드라마와 스포츠의 주관적 QoS 성능을 비교하였다.

셀손실은 MPEG-2 TS 패킷들을 포함하는 AAL-5 PDU에 대해 잘못된 CRC 체크를 야기시킨다. 손상된 AAL-5 PDU는 CRC 필드의 체크 후에 decoder에 의해 폐기된다. 따라서 하나의 셀손실은 32Kbytes의 AAL-5 SDU의 손실을 야기시킨다. 또한 ATM 셀 유료부하에서의 비트오류는 MPEG-2 TS 패킷들을 포함하는 AAL-5 PDU에 대해 잘못된 CRC 체크를 야기시킨다. 손상된 AAL-5 PDU는 CRC 필드의 체크 후에 decoder에 의해 폐기된다. 따라서 하나의 비트오류는 32Kbytes의 AAL-5 SDU의 손실을 야기시킨다. 따라서 셀손실과 셀오류는 디스플레이 되는 비디오에 화면정지, 화면 검박임, 화면 일그러짐, 화면 흔들림, 화면 끊어짐, 음성 끊어짐, 립싱크 불일치 등의 현상으로 나타난다.

그림 3은 셀손실, 셀오류 발생분포와 비디오의 움직임



(a) CLR의 경우



(b) CER의 경우

그림 3. 셀손실, 셀오류 분포와 비디오의 움직임 특성에 따른 MOS

Fig. 3. MOS vs. cell loss and cell error distributions and moving feature of video

특성에 따른 MOS를 비교하였다. 여기서 (n)은 정규(normal) 분포, (e)는 지수함수(exponential) 분포를 나타낸다.

그림 3에서 셀손실과 셀오류 발생분포에 따른 MOS는 정규 분포와 지수함수 분포 중 어느 분포의 MOS가 더 크다고 단정 지을 수 없다. 이론적으로는 동일한 평균의 CLR과 CER에 대해 셀손실과 셀오류 발생확률이 낮은 정규 분포의 MOS가 더 커야 하겠지만 시험결과가 이러한 통계적 특성과 일치하지 않는 이유는 셀손실이나 셀오류 발생시 손실 셀이나 오류 셀이 포함된 AAL SDU를 폐기해 버리는 MPEG-2 복호기의 디코딩 메카니즘때문이다. 따라서 MOS는 셀손실이나 셀오류의 발생분포 보다는 오히려 AAL PDU 내부에서 셀손실이나 셀오류가 발생하는 위치와 MPEG-2 GOP내에서 AAL SDU 손실이 발생하는 위치에 크게 의존한다. AAL PDU의 경계에서 셀손실이나 셀오류가 발생할 경우는 하나의 셀손실이나 셀오류로 인해 2개의 AAL PDU 손실이 발생한다. 반면 AAL PDU 중간에서 셀손실이나 셀오류가 발생하면 하나의 AAL PDU 손실만 발생하게 된다.

MPEG-2 복호기에서 영상 복호시 256Kbits AAL SDU 하나의 손실은 $256 \times (4.4/5.4)$ Kbits에 해당하는 MPEG-2 TS 패킷들의 손실을 야기시키며 이러한 MPEG-2 TS 패킷들의 손실은 그림 2로부터 0.285개의 I 프레임 손실, 0.86개의 P 프레임 손실, 4.29개의 B 프레임 손실에 해당한다. I 프레임에서 AAL SDU 손실이 발생하는 경우는 최대 522.2msec(BB+1GOP), 최소 500msec(1GOP)의 화면 끊어짐을 일으키고, P 프레임에서 AAL SDU 손실이 발생하는 경우는 최대 88.8msec(BPBB), 최소 55.5msec(P)의 화면 검박임을 일으킨다. 또한 B 프레임에서 AAL SDU 손실이 발생하는 경우는 최대 155.4msec(PBBPBB), 최소 88.8msec(BPBB)의 화면 끊어짐을 일으킨다. 1초 동안에 2개의 GOP가 발생하므로 5.4Mbps의 MPEG-2 트래픽으로부터 각 프레임에 손실이 발생할 확률은 I 프레임 : P 프레임 : B 프레임 : 오디오 프레임=0.272: 0.362: 0.16: 0.206이다.

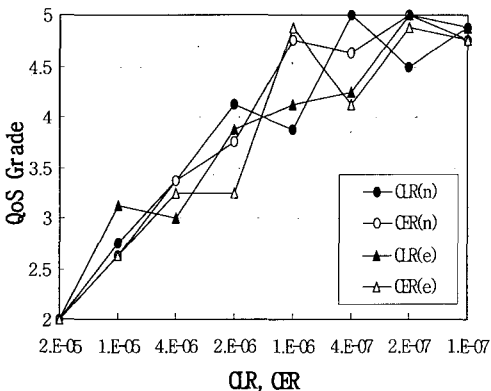
예를 들어 지수함수 분포로 발생한 10개의 셀손실 혹은 셀오류가 2개의 AAL SDU 손실을 일으키고 이들이 P 프레임에서 발생하는 경우와 정규 분포로 발생한 2개의 셀손실 혹은 셀오류가 2개의 AAL SDU 손실을 일으키고 이들이 각각 I 프레임에서 발생하는 경우를 비교해 보자. 이 경우 단순히 셀손실이나 셀오류만 가지고 비교한다면 2개의 셀손실 혹은 셀오류가 발생한 정규 분포가 10개의 셀손실 혹은 셀오류가 발생한 지수함수 분포에 비해 품질이 우수할 것으로 생각되지만 실제로는 지수함수 분포의 경우 55.5msec 정도의 화면 검박거림이 2번 발생하는데 비해 정규 분포의 경우는 500msec의 화면 끊어짐이 2번 발생하게 되어 지수함수 분포의 서비스 품질이 상대적으로 더 우수하게 나타난다. 하지만 MPEG-2 복호기가 손실 셀이나 오류 셀이 포함된 AAL SDU를 폐기해 버리지 않고 그대로 디코딩 시키는 메카니즘이라면 지수함수 분포의 셀손실과 셀오류를 갖는 비디오의 MOS가 더 크게 나타날 것으로 생각된다.

그림 3에서 비디오 트래픽의 움직임 특성에 따른 MOS도 움직임 특성이 낮은 드라마와 움직임 특성이 큰 스포츠 중 어느 것의 MOS가 더 크다고 단정 지을 수 없다. 만일 MPEG-2 부호기가 움직임이 적은

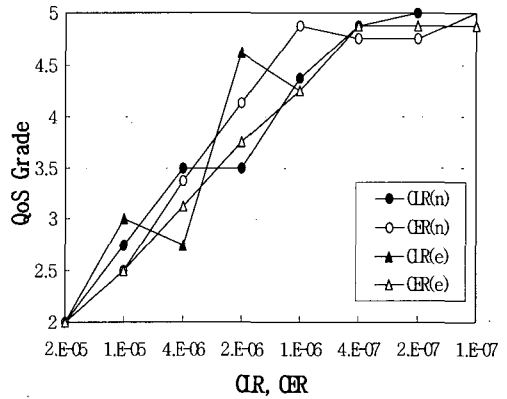
드라마를 낮은 속도의 CBR 트래픽으로, 움직임이 많은 스포츠를 높은 속도의 CBR 트래픽으로 인코딩 한다면 드라마가 단위 프레임 당의 셀손실과 셀에러가 적게 발생하기 때문에 더 높은 MOS를 나타낼 것으로 예상된다. 하지만 시험에 사용된 MPEG-2 부호기는 움직임이 적은 드라마와 움직임이 많은 스포츠 모두를 5.4Mbps CBR 트래픽으로 인코딩 하기 때문에 드라마와 스포츠 모두 단위 프레임 당 셀손실과 셀에러가 같은 비율로 발생하게 된다. 따라서 MOS는 비디오 트래픽의 움직임 특성 보다는 오히려 AAL PDU 내에서 셀손실과 셀에러가 발생하는 위치와 MPEG-2 GOP내에서 AAL SDU 손실이 발생하는 위치에 크게 의존한다.

그림 4는 CER과 CLR의 MOS를 비교하였다. 그림 4에서 CLR과 CER에 따른 MOS는 어느 쪽이 우수하다고 단정짓기 어렵다. 이것은 시험에 사용된 MPEG-2 부호기가 손실 셀이나 오류 셀에 대해 동일하게 이러한 셀들이 위치한 AAL SDU를 폐기해 버리기 때문이다. 따라서 CLR과 CER에 따른 MOS는 셀손실과 셀에러가 AAL PDU 내에서 발생하는 위치와 AAL SDU 폐기가 MPEG-2 GOP내에서 일어나는 위치에 따라 달라진다.

그림 3과 그림 4로부터 $2 \times 10^{-5} > CLR \& CER > 10^{-5}$ 에서 QoS 등급 2, $10^{-5} > CLR \& CER > 2 \times 10^{-6}$ 에서 QoS 등급 3, $2 \times 10^{-6} > CLR \& CER > 2 \times 10^{-7}$ 에서



(a) 드라마



(b) 스포츠

그림 4. CLR과 CER에 따른 MOS 비교

Fig. 4. Comparison of MOS vs. CLR with MOS vs. CER

QoS 등급 4, $CLR \& CER < 2 \times 10^{-7}$ 에서 QoS 등급 5를 만족시킨다. QoS 등급 1에서는 화면이 1-2초에 한번 정도씩 끊어지고 일그러지며 음성은 내용을 거의 알아들을 수 없을 정도로 끊긴다. QoS 등급 2에서는 화면이 수초에 한번 정도씩 끊어지고 일그러지며 음성은 귀에 거슬리지만 내용을 대충 알아 들을 수 있다. QoS 등급 3에서는 화면이 수십 초에 한번 정도씩 끊어지거나 깜박거리고 음성은 간혹 거슬리지만 내용을 모두 알아 들을 수 있다. QoS 등급 4에서는 화면이 한 두번 정도 끊어지거나 깜박거리고 음성은 음질의 저하를 전혀 인식할 수 없다. QoS 등급 5에서는 화면과 음성 모두 질의 저하를 전혀 인식할 수 없다. 이것은 시험에 사용한 MPEG-2 트래픽의 속도가 5.4Mbps(초당 12,736셀)임을 고려할 때 매우 타당한 결과로 볼 수 있다. 또한 이 값들은 ITU-T에서 잠정적으로 권고된 단-대-단 망 성능 목표치[2]인 $CLR_{0+1} < 3 \times 10^{-7}$ (QoS class 1:stringent class에 대해), $CER < 4 \times 10^{-6}$ (디폴트 목표치)와 비교해 볼 때 ITU-T 망 성능 목표치를 만족시키는 범위내에 존재한다. 하지만 ITU-T의 목표치 보다 엄격한 상한 값을 나타내는 이유는 시험에 사용된 MPEG-2 부호기의 디코딩 메커니즘 때문인 것으로 사료되며 만일 MPEG-2 부호기의

디코딩 메카니즘이 손실 셀이나 오류 셀을 포함하고 있는 AAL SDU를 폐기하지 않고 그대로 디코딩 한다면 ITU-T 망 성능 목표치에 보다 근접한 상한 값을 갖을 것으로 생각된다.

그림 3과 그림 4로부터 주관적 QoS는 손실이나 오류가 발생하는 분포, 비디오의 움직임 특성 보다는 AAL PDU 내에서 셀손실 혹은 셀오류가 발생하는 위치와 MPEG-2 GOP 내에서 AAL SDU 손실이 발생하는 위치에 크게 의존하며 셀손실이나 셀오류가 AAL PDU의 마지막 셀에서 발생하거나 AAL SDU 손실이 MPEG-2 GOP의 I 프레임에서 발생하면 서비스 품질이 크게 악화된다. 따라서 본 시험에 사용한 MPEG-2 복호기를 가지고 ATM 서비스 할 때에는 AAL PDU의 마지막 셀과 MPEG-2 GOP의 I 프레임에 속하는 셀들은 CLP = 0으로 하여 망 폭주 시에도 셀손실이 발생하는 것을 최소화 해야 한다.

IV. 결 론

본 논문은 ATM 망을 이용하여 사용자들에게 MPEG-2 영상 서비스를 제공 시 망에서 발생하는 셀손실과 셀오류에 따른 영상 서비스 품질의 저하를 사용자의 주관적인 관점에서 평가하여 CLR, CER과 MPEG-2 비디오의 주관적인 QoS와의 관계를 연구하였다. NEM모듈을 이용하여 망에 의한 셀손실과 셀오류를 정규 분포, 지수함수 분포로 발생시켰으며 비디오 소스는 움직임 특성에 따라 드라마, 스포츠로 나누어 시험하였다. 또한 주관적 QoS평가의 신뢰도를 높이기 MOS 평가를 실시하였다.

시험결과 CLR과 CER 발생분포에 따른 주관적 QoS의 비교는 정규분포와 지수함수 분포 중 어느 분포의 QoS가 우수하다고 단정 지을 수 없었다. 또한 비디오의 움직임 특성에 따른 주관적 QoS의 비교도 드라마와 스포츠 중어는 것의 QoS가 더 우수하다고 단정 지을 수 없었다. 이러한 결과들은 MPEG-2 복호기의 디코딩 메카니즘에 의존하는 현상들로서 MPEG-2 복호기가 손실이나 오류가 발생한 AAL PDU를 폐기하지 않고 디코딩한다면 다른 결과가 나타났을 것으로 여겨진다. 따라서 향후 후에는 손실이나 오류가 발생한 AAL PDU를 폐기하지 않고 그대로 디코딩

시키는 MPEG-2 복호기를 이용한 시험이 요구된다.

QoS 등급 4에서는 화면이 한 두번 정도 끊어지거나 깜빡거리고 음성은 음질의 저하를 전혀 인식할 수 없다. QoS 등급 5에서는 화면과 음성 모두 질의 저하를 전혀 인식할 수 없었다. 이러한 시험결과로부터 ATM 망을 통한 MPEG-2 동화상 서비스 시에는 QoS 등급 4와 QoS 등급 5가 서비스 가능할 것으로 판단되며 QoS 등급 4는 품질은 다소 떨어지지만 가격이 저렴한 서비스를 위해서, QoS 등급 5는 가격은 다소 높지만 고품질의 서비스를 위해서 제공되는 것이 바람직 하다고 생각된다. 평가에 사용된 셀손실과 셀오류의 발생분포와 비디오의 움직임 특성에 대해 주관적 QoS 등급 4의 서비스 품질을 만족시키기 위한 망의 CLR 및 CER은 $CLR \& CER < 2 \times 10^{-6}$ 이었고, 주관적 QoS 등급 5의 서비스 품질을 만족시키기 위한 망의 CLR 및 CER은 $CLR \& CER < 2 \times 10^{-7}$ 이었다. 서비스 가능한 QoS 등급 4, QoS 등급 5에서의 CER과 CLR 값들은 ITU-T에서 잠정적으로 권고된 단-대-단 망 성능 목표치인 $CLR_{0+1} < 3 \times 10^{-7}$ (QoS class 1), $CLR_{0+1} < 10^{-5}$ (QoS class 2), $CER < 4 \times 10^{-6}$ (디폴트 목표치)와 비교해 볼 때 ITU-T 망 성능 목표치를 만족시키는 범위 내에 존재한다.

본 논문의 연구결과는 ATM 망을 이용하여 사용자들에게 MPEG-2 동화상 서비스를 제공시 사용자가 요구하는 서비스를 만족시키기 위한 망의 성능 목표치를 결정하고 망을 설계하는데 중요한 자료로서 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T E.800, "Terms and Definitions Related to Quality of Service and Network Performance including Dependability", April 1994.
- [2] ITU-T I.356, "B-ISDN ATM Layer Cell Transfer Performance", June 1998.
- [3] ITU-T I.35AAL, "AAL User Information Transfer Performance", June 1998.
- [4] ITU-R BT.500-7, Methododology for the Subjective Assesment of the Quality of Television Pictures, Oct.1995.

- [5] Delayed Contribution Document ITU-R 4B/26-E, Preliminary results on the effect of errors on MPEG-2 over AAL-5, September. 1996.
- [6] MMCF document, Multimedia Communication Quality of Service, 1995.
- [7] NTT Electronics Technology Corporation, The Reimay MPEG-2 Encoder Board Installation and Operation Manual, Version 1.41, Oct.1996.
- [8] 이병기, 강민호, 이종희, 광대역 정보통신, 교학사, 1996.
- [9] OPIBASE, VideoPlex Window 95 and Window NT Users Manual, Version 2.0, 1996.
- [10] NTT Electronics Technology Corporation, Manual of ATM Network Interface Card for PCI bus, 1996.
- [11] Hewlett Packard, ATM Network Impairment Emulator Users guide, Oct.1995, HP BSTS-E4219-92000.

저 자 소 개

韓宗碩 (正會員)

1967년생. 1991년 2월 건국대 전자공학과 학사. 1993년 2월 건국대 전자공학과 석사. 1997년 2월 건국대 전자공학과 박사. 1997년 - 현재 데이콤 종합연구소 주임연구원. 주관심 분야는 광파통신, 광위성통신, ATM 등임.

金映權 (Senior Member)

제 2권 제 1호 논문 98-01-17 참조.
현재 건국대학교 전자공학과 교수.