

초고속 통신망에서 비디오의 주관적 품질 평가에 관한 연구*

강 명 화** · 강 진 석** · 최 연 성**** · 김 장 형***

The Study on Subjective Video Quality Assessments in Broadband Networks*

Myeong-Hwa Kang**, Jin-Suk Kang**, Yeon-Sung Choi**** and Jang-Hyung Kim***

ABSTRACT

According to information communication business faces with competitions in a various spheres with the development of multimedia and information communication, the time when we have to make an effort to improve a quality comes from an era when we devote ourselves to quantitative expansion. we will try to perform quality assessments of real-time interactive multimedia service, and so on - in this research and present criteria of new subjective quality assessments which is fit on Korea by analyzing examples of ITU-T and foreign countries and Korea.

Key words : QoS, video quality, MOS, SAS

1. 서 론

정보통신 사회의 사회 구조는 많은 정보를 만들어내고 그 정보의 대부분은 바로 멀티미디어이며, 이것은 원격교육, 원격진료, 화상원격회의 및 원격 오락에 이르기까지 멀티미디어 콘텐츠 서비스의 중요성이 커지고 있다. 이러한 서비스의 전송에 있어서 사용자들은

멀티미디어 요소와 통신 서비스의 질을 보장받는 것이 중요하다.

선진 각국에서는 벌써부터 품질의 중요성을 인식하고 앞다투어 고객지원과 통신망 품질 개선을 위한 많은 노력을 기울여 왔다.¹⁾ 우리 나라도 초고속망의 조기 구축을 진행하고 있으며 지식기반의 고도 사회를 목표로 전 분야에 걸쳐 정보화를 서두르고 있다. 그리고 멀티미디어의 빠른 보급에도 불구하고 아직 이에 상응할 만한 품질 절차나 평가치가 나오지 않고 있는 실정이다. 따라서 우리에게 맞는 품질관리의 필요성은 대단히 중요하다.

본 연구에서는 갈수록 수요가 급증하고 있는 영상회의, 영상전화, 웹 비디오, VOD, 인터넷 방송 등의 실시간 대화형 멀티미디어 서비스의 비디오에 대한 품질 평가를 수행하고자 한다. 그리고 ITU-T를 비롯한 외국

* 본 논문의 연구는 정보통신부 학술과제 지원에 의해 수행되었음.

** 제주대학교 대학원

Graduate School, Cheju Nat'l Univ.

*** 제주대학교 통신·컴퓨터 공학부

Dept. of Telecommunication & Computer Eng., Cheju Nat'l Univ.

**** 군산대학교 전자정보통신공학부

Dept. of Telecommunication Eng., Kunsan National Univ.

관련 기관과 국내에서의 멀티미디어 품질평가 활동을 분석하여 우리에게 맞는 새로운 주관적 품질 평가 기준을 제시하고자 한다. 이는 인간의 시청각에 의존하는 주관적 품질 평가 서비스에 대한 만족도를 가름하는데 매우 중요하다.

II. 품질 동향

본 절에서는 통신서비스, ATM 망에서의 품질평가와 멀티미디어 콘텐츠 분야에서의 품질 평가 지표를 확립하고 이와 연관된 평가 결과를 기술하고자 한다. 멀티미디어의 효율성을 평가하기 위해서 객관적 평가, 주관적 평가, 사용 후 만족 평가와 같은 방법론들이 사용되고 있다.

또한 멀티미디어 정보를 유연하게 전송하기 위하여 ITU-T를 비롯한 여러 표준화 단체에서는 광 대역 통신망을 53바이트의 셀 단위로 정보를 전송하는 ATM으로 구축하기로 합의한 바 있다. 실시간으로 음성, 그래픽, 동영상과 같은 다양한 트래픽 특성을 갖는 멀티미디어 정보를 효율적으로 전송하기 위해서는 정보전달 지연 및 지터와 손실을 등과 같은 QoS 매개 변수 정의, 통신망에서의 QoS 보장 및 관리 기능이 필요하다.

ITU-T에서는 멀티미디어 통신서비스를 위하여 셀(패킷) 전송품질, 접속품질, 안전품질(Availability Performance)로 나누어 각각에 대해 품질 평가법을 권고하고 있다. B-ISDN 기반의 고속망은 각 계층에 대하여 품질관리를 권하고 있다. 이러한 외국의 ISDN 품질 연구의 동향과 방향을 살펴보면, ISDN에 관한 내용은 SG18에서 중점적으로 다루고 있다. ISDN 망에서는 서비스 접점(Access Point)에 따라 텔리 서비스와 배어러 서비스로 구분되는데²⁾ 각 접점에 따라 QoS(Quality of Service)와 NP(Network Performance)의 의미가 달라진다. ISDN서비스의 품질 규정 점은 I.350에 잘 나타나 있다.

III. 품질평가 모델링

평가란 시스템의 성능 및 기능을 향상시키기 위해서

시스템의 유용성(Usability)에 관한 데이터를 수집 분석하는 일련의 과정으로서 시스템이 배우기 쉽고, 기억하기 쉽고, 사용자 필요 기능이 모두 포함되어 있는지, 그리고 궁극적으로 사용자가 시스템을 통해서 최적의 경험을 가질 수 있는지 등을 측정하는데 주안점을 두어야 한다.

ITU-T의 멀티미디어 품질 기준을 살펴보면 음성과 비디오의 주관적인 품질을 측정하기 위해 가장 널리 표준화 된 ITU-T의 보고에 의한 방법을 병행 연구한다.

3.1. 평가 기준

패킷 망 내에서의 실시간 멀티미디어 요소는 계속적으로 증가되어가고 있는 추세이다. 그리고 멀티미디어의 품질을 측정하고 전송하는데 있어서 멀티미디어 서비스의 품질은 네트워크의 속도로 서비스 품질이 평가되기도 한다.

또한, 이러한 품질 테스트는 원거리 통신 산업 또는 인터넷망에서 널리 사용되고 있으며 전 세계적으로 ITU-T의 표준 개념으로 사용되고 있다. 이러한 품질 측정은 5 포인트를 기준으로 약간의 간격을 두어서 적용된다. 5 포인트의 품질 측정 기준은 다음과 같다.³⁾

Quality Scale	MOS Score
Excellent	5
Good	4
Fair	3
Poor	2
Bad	1

Fig. 1. Criteria of Quality Measurement.

비디오의 전송에 있어서 손실, 지연, 잡음 등과 같은 불규칙한 변수들을 주관적 측정을 통해 품질이 정확하게 서비스를 적용하며 비디오 품질을 기존의 방법을 통해 기술하기로 한다. 주관적 품질 평가 모델에는 분석적(Analytic) 방법과 실증적(Empirical) 방법이 있다.

멀티미디어 콘텐츠에 있어서 품질 평가 절차를 살펴보면 콘텐츠에 대한 객관적 평가는 콘텐츠요소에서 이루어지는 사용자와 공급자간의 거래 프로세스 흐름을

단계별로 나누어서 설명하기 위한 차원으로써 정적인 평가 차원이 아니라 시간의 흐름을 고려한 평가차원을 의미한다.

사용자 체험에 대한 주관적 평가는 사용자의 주관성에 초점을 둔 방법으로 이것은 멀티미디어 콘텐츠의 특성에 대한 개인의 인식을 기초로 한다. 또한 사용 후 만족 평가를 기준으로 하는 방법과 의사결정의 효율성 평가 방법이 있다.

3.2. 평가 모델링

본 연구의 측정 방법은 크게 사용자 관점과 사용자의 주관적 관점을 토대로 구분할 수 있다. 전자는 특정 애플리케이션을 통하여 단-대-단 품질을 측정 하므로서 체감적 품질을 측정하는 사용자 중심의 능동적(Active)인 측정 방법이라 할 수 있으며 후자의 경우는 경험에 의한 직접적인 대면에 의한 평가 또는 설문지(Survey)를 통해 필요한 정보를 수집 분석한 효율적인 측정 방법이라 할 수 있다.

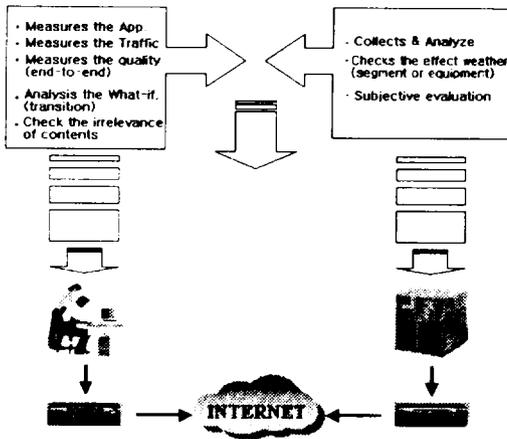


Fig. 2. Assessment Methods of End-to-End Quality.

Fig. 2에서와 같이 운영자 중심의 수동적 측정 방법⁴⁾을 통하여 품질 평가 자료의 수집 및 분석을 하며 특정 장애 및 정보를 수집 하므로서 효율적인 자료로 활용할 수 있다. 사용자 관점에서 능동적인 측정 방법을 통하여서는 각각의 구성 요소가 정상 상태로 유지되고 있음에도 불구하고 나타질 수 있는 서비스 수준을 발

견하고, 특정 애플리케이션에 대하여 해당 서비스와 무관한 성능 측정이 가능하다.

IV. 품질 평가 방법

4.1. 비디오

비디오의 정보 전달은 오디오 보다 많은 대역폭을 필요로 하며 개인 또는 상대방 컴퓨터에서 비디오 정보를 코드화 하여 해독을 요구하는 기술을 제공해 주어야만 한다. 멀티미디어 서비스에서도 가장 핵심 기술이 비디오 전송이다. 비디오 신호는 데이터나 음성과는 트래픽 특성이 전혀 다르므로 기존의 기술을 그대로 사용할 수가 없다. 그리고 비디오 신호는 MPEG-2 기반의 압축 기법을 이용해 전송량을 감축하므로 셀의 손실, 지연, 잘못된 배당 등이 조금만 발생해도 화질에는 큰 장애를 야기한다. 이러한 비디오 전송에 있어서 가장 적합한 망의 종류에 따라 고품질의 비디오 전송이 가능할 수 있는 방법이 ATM망에서의 전송이라 할 수 있다. ATM 망은 간단한 전송 양식, 정보원의 유연한 전송을, 그리고 시변 전송을 등의 장점에 불구하고 근원적으로 셀 손실을 피할 수 없다. 그리고 셀 손실은 전송 품질에 막대한 영향을 미치며 화질을 열화시킨다. 셀 손실을 보상할 수 있는 좋은 대책은 재전송이다. 그러나 이는 시간 제한이 있는 음성과 비디오 신호에 대해서는 실용적이지 못하다. 셀 손실이 화질에 미치는 영향과 어떤 부호화 방식이 셀 손실에 강인한지를 밝힐 필요가 있다. 객관적으로 비디오 질을 판단할 수 있는 것은 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)의 값을 비교 검토하여 측정 분석하는 방법이 있다.

ATM망을 이용하여 비디오 데이터를 전송하기 위해서는 전송을 원하는 데이터의 전송 품질을 요구한다. 망의 입장에서 QoS를 측정하고 평가하기 위해서 몇가지 파라미터가 필요한데, 이를 QoS 파라미터라고 한다. 즉, 셀 손실율(Cell Loss Ratio), 전송지연(Cell Transfer Delay), 셀지연변이(Clee Delay Variation)등으로 나눌 수 있다.

화질에 큰 영향을 미치는 트래픽 제어는 망 관리에 의해 셀 손실을 최소화하는 것이며 다른 하나는 셀 결

손이 화질에 미치는 영향은 되도록 적게 부호화 하는 것이다. 즉, 셀 손실 자체를 억제하는 방법과 손실되더라도 나머지의 온전한 셀로써 화질을 개선하는 방법을 고려할 수 있다.

디지털 네트워크를 통한 비디오 전송은 비트율 제한, 고화질 제공, 신뢰성 있는 서비스 등을 만족시키기 위해 복잡한 압축기술을 필요로 한다.

4.1.1. 비디오 스트림에 대한 압축 종류

비디오 스트림에 대한 압축은 다음과 같은 두 종류로 구분된다.

- VBR(Variable Bit Rate) 압축 : VBR 압축인 경우, 부호기의 출력 비트율은 비디오 시퀀스가 요구하는 대역폭에 따라 다양하게 나타나며 영상의 화질은 다소 일정한 편이다.

- CBR(Constant Bit Rate) 압축 : CBR 압축인 경우 부호기의 출력 비트율은 항상 일정해야 한다. 따라서 아무리 높은 대역폭을 필요로 하는 장면이라 할지라도 일정한 출력 비트율을 유지시키기 위해서는 자신의 대역폭을 낮춰야하기 때문에 시간에 따라 화질은 다양하게 나타난다.

4.1.2. 디지털 압축에 의한 화질열화

디지털 화상의 화질 열화는 콘텐츠의 내용 결국 그룹이나 움직임의 현상에 의해 크게 의존하지만 압축율을 높여 가면 열화가 현저히 진행된다. 여기서 MPEG에 있어서 인공적(Artifact)으로 발생하는 화상열화의 대표적인 것은 블록 노이즈와 모스키투 노이즈가 있다.

블록 노이즈는 화상 정보에 대해 충분한 비트의 분담이 생기지 않고 DCT의 직류성분을 극단으로 영성하게 양자화 하면 블록상의 일그러짐이 발생한다. 그리고 모스키투 노이즈는 DCT 고역성분(高域成分)을 영성하게 양자화 하면 고역성분을 포함한 영상이나 에지(Edge) 부분에 발생하는 노이즈를 말한다.

4.2. 초고속망에서 패킷 비디오 전송시 QoS 관리

비디오는 이제 ATM에 기반한 광역 ISDN 네트워크에서 제공되는 주요 서비스의 하나로 사용되고 있다. 디지털 네트워크를 통한 비디오 전송은 비트율 제한,

고화질 제공, 신뢰성 있는 서비스 등을 만족시키기 위해 복잡한 압축기술을 필요로 한다. 위에서 언급한 QoS 파라미터를 살펴보면 다음과 같다.

QoS는 트래픽 약정을 준수하도록 셀에게 가해지는 특정 파라미터에 의해서 정의되며 End-to-End 방식으로 정의된다. QoS의 전망은 엔드 유저 입장에서 볼 때 매우 의미가 크다. QoS는 다음과 같은 측정 결과들에 의해서 정의된다.

- 원래의 사용자로부터 전송된 셀
- 목적지 사용자까지 성공적으로 전송되어진 셀
- 목적지 사용자까지 전송되지 못한 채 도중에 잃어버린 셀
- 목적지까지 전송되기는 했지만 에러를 갖는 에러셀
- 목적지까지 전송되기는 했지만 원래 사용자가 보낸 셀이 아닌 잘못 삽입된 셀 같은 경우들은 셀 헤더를 감지하지 못하거나 환경 설정 에러 등에 의해서 발생하는 것이다. QoS 파라미터들은 위의 결과 항목들에 대해 다음 식을 적용시킴으로써 결정된다.

$$Cell_Loss_Ratio = \frac{Lost_Cells}{Transmitted_Cells} \quad (1)$$

$$Cell_Error_Ratio = \frac{Errored_Cells}{Successfully_Transmitted_Cells + Errored_Cells} \quad (2)$$

셀의 전송 지연(Transfer Delay)은 다음 요소들로 구성된다.

- 코딩과 디코딩시 지연
- 세그먼트로 나누고 재조립할 때의 지연
- 셀 전송시 지연(End-to-End)

지연은 엔드 단말기의 전송 또는 수신 면에서도 발생할 수 있고 ATM 노드 사이에서도 발생할 수 있으며 ATM 노드를 연결하는 전송 링크에서도 발생할 수 있다. 셀 지연 편차(CDV: Cell Delay Variation)는 현재 셀 클램핑을 측정하여 정의하고 있다. 즉, 셀들이 근소한 간격보다 더 가까운 공간을 차지하는가를 의미한다. CDV는 근소한 간격 사이에 대해서 독립적인 하

나의 포인트로 계산되어 지나거나 또는 처음과 끝 포인트를 형성한다.

ATM 네트워크를 통한 비디오 전송은 다음과 같은 조건의 QoS를 만족해야만 한다.

$$10^{-9} \leq \text{Bit Error Rate(BER)} \leq 10^{-6} \quad (3)$$

$$\text{Cell Loss Ratio(CLR)} \leq 10^{-8} \quad (4)$$

셀-구조 중심인 ATM망에서의 비디오 전송은 다음과 같은 이유로 패킷 손실이 발생할 수 있다.

첫째, 심각한 트래픽으로 인한 노드 버퍼의 오버플로 발생.

둘째, 패킷 전송 지연으로 인한 터미널에서의 정상적인 비디오 재생 장애 패킷을 보호하기 위한 자연스러운 접근은 패킷에 우선 순위를 할당함으로써 각각의 서비스 클래스에 대해 적절한 수준의 화질을 보장하는 것이다.

여기서 말하는 우선순위는 ATM망의 패킷 헤더에 CLP(Cell Loss Priority) 필드를 할당해 줌으로써 명확하게 정의될 수 있다.

4.3. 동기화 메커니즘

요구된 서비스 품질을 제공하는 멀티미디어 콘텐츠를 제대로 제공하기 위해서는 여러 개의 객체 스트림 사이에 존재하는 시·공간적 관계에 따라 동기화를 수행하는 것이 무엇보다도 중요하다. 이 동기화의 준수 여부가 주관적 품질에 매우 큰 영향을 미친다.

이용자(또는 시청자)의 입장에서는 스트림 내 또는 스트림 간 동기화 수준은 지연, 지터, 스큐 그리고 에러율과 같이 동기화 정확도 명세(SAS : Synchronization Accuracy Specification) 인자들로 측정할 수 있다. 이때, 각 SAS 인자들이 가질 수 있는 허용 가능한 값의 범위는 이것들이 어떤 멀티미디어 응용에 적용되느냐에 따라 달라진다. 또한, 이러한 SAS 인자들의 값은 네트워크형 멀티미디어 시스템이 제공하는 서비스 품질(QoS)과 밀접하게 관련되어 있다.

V. 평가 실험결과 및 고찰

5.1. 초고속 인터넷 서비스에서의 측정 분야

인터넷 서비스에서의 멀티미디어 콘텐츠의 주관적 품질 평가 항목들을 직접 실험을 통해 얻어지며 그 외에 고객조사를 통해서 얻을 수 있는 방법이 있다. 측정 항목은 다음과 같다.

Table 1. Assessment fields of Service over Broadband Networks

Item	contents of assessment	comment
setup the connection	<ul style="list-style-type: none"> - connect dealy. - success/failure rate. - connection speed. - availability speed. - overseas connection speed. - disconnection rate. 	Broadband Internet Services
multimedia contents	<ul style="list-style-type: none"> - image quality speed rate. - packet delay & jitter(RTT) - visual chatting, telephone, VOD, internet casting, etc. - insert a transparent image 	Multimedia contents of Broadband Internet

5.2. 시뮬레이터

실험실에서의 주관적 품질평가를 위해 시뮬레이터를 개발하여 측정하였다. 시뮬레이터는 Windows 98 이상에서 구동되며, visual c++ 6.0으로 프로그래밍하였다. 실험에 사용된 컴퓨터는 P-III 600MHz이다. 실험을 위해 제작한 인코더/디코더는 다음과 같다.

- 비디오 : MPEG-1, CIF 크기
- 패킷화 : 2048 bytes/1 packet

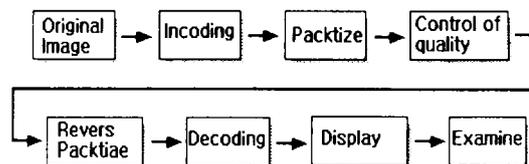


Fig. 3. Simulator Structure.

MPEG-1과 G.723.1로 부호화 된 오디오와 비디오의 실시간 전송을 위해서 RTP/RTCP 패킷으로 만들어진 다. 이 패킷을 조작하여 영상의 품질을 저하시켜 객관적 품질 평가와 파일럿 테스트를 한다. 그 과정은 Fig. 3과 같다.

이 때 품질 제어에 사용된 파라미터는 다음과 같다.

5.2.1. 패킷 손실(packet loss)

압축된 비디오에서는 예측부호화를 사용하므로 패킷의 손실은 단지 그 패킷이 담고 있는 정보뿐만 아니라 다음 패킷이 담고 있는 정보까지도 못쓰게 만든다. 따라서 패킷 손실은 매우 심각한 화질과 음질 저하를 가져오며, 어느 한계를 넘어서면 인간의 지각이 불가능할 수도 있다. 비디오의 경우 패킷의 손실은 물론 움직임의 빠르기와 밀접한 관계를 가진다.

5.2.2. 지연과 동기화

지연은 비디오가 별개로 존재할 때는 지각에 큰 영향이 없으나, 함께 전송될 때에는 동기화에 큰 영향을 미치므로 매우 중요하다. 대체로 비디오의 지연에는 다소 둔감하나 오디오의 지연에는 민감한 반응을 보인다.

5.2.3. 지터

불 균일한 지연으로 인한 지터는 멀티미디어 통신 이용자들에게 매우 짜증스럽다. 지터를 달리하여 반응을 관찰한다. 본 연구에서 정의한 지터는 패킷 도착 간격 시간의 변동 대 평균의 비율(variance-to-mean ratio)로서 $\text{Var}[\text{packet interarrival times}]/\text{E}[\text{packet inter-arrival times}]$ 의 식으로 나타난다.

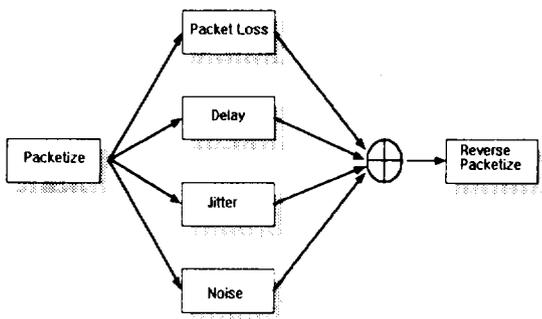


Fig. 4. Quality Control for evaluation.

5.2.4. 잡음

광에 기반한 고속통신일수록 잡음의 영향은 적다. 특히, 전송 품질은 음성뿐만 아니라 인터넷에서도 매우 안정되어 있으므로 그 영향은 크지 않다. 그러나 열과 충격, 그리고 간섭, 감쇠 등으로 품질은 저하된다. Fig. 4는 품질 제어 과정이다. 각각은 별도로 제어되거나 아니면 서로 혼합되어 제어된다.

5.3. 비디오의 주관적 품질평가 파일럿테스트 결과

품질 파일럿 테스트는 실험실에서 5명의 측정자를 두어 파라미터 값을 달리하여 5회 실시하였다. 실험에 사용된 데이터는 <Mobile>이며, MPEG-1 포맷이며, CIF 크기로 YCbCr의 컬러영상이다. 각각의 항목별 측정 결과를 주관적인 관점에서 연구가 이루어졌다. 파일럿 실험 내용을 살펴보면 다음과 같다.

5.3.1. 패킷 손실에 따른 파일럿 테스트 결과

테스트 결과 손실율이 10^{-8} 이하이면 대체로 양호한 반응을 보였으며, 10^{-6} 이상이면 상당히 불만스러운 반응을 보였다.

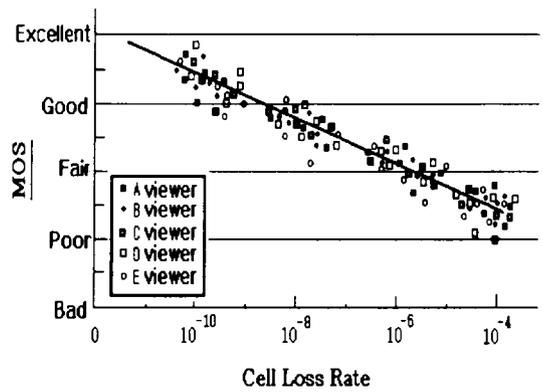


Fig. 5. Result of pilot test resulted from Cell-Loss.

5.3.2. 지연에 따른 파일럿 실험

지연이 10ms 이하에서는 대체로 양호한 반응을 보였다. 가로축은 지연 시간을 로그치로 표시한 것이다. 10ms 이상에서는 관측자 전부가 지연을 확연히 느꼈다.

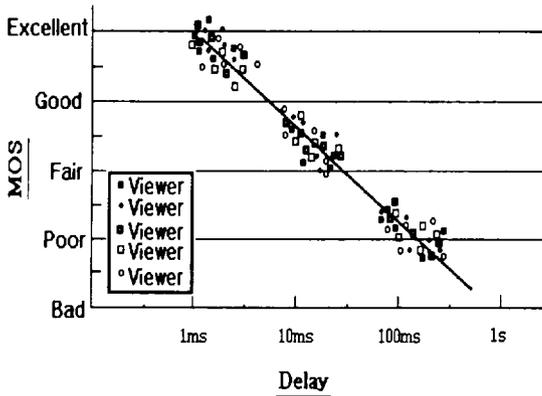


Fig. 6. Result of delay test resulted from Cell-Loss.

5.3.3. 지터에 따른 파일럿 실험

지터에 대하여 대부분의 관측자가 10^{-3} 이하에서 거의 느끼지 못했으며, 10^{-1} 이상에서는 민감한 반응을 보였다.

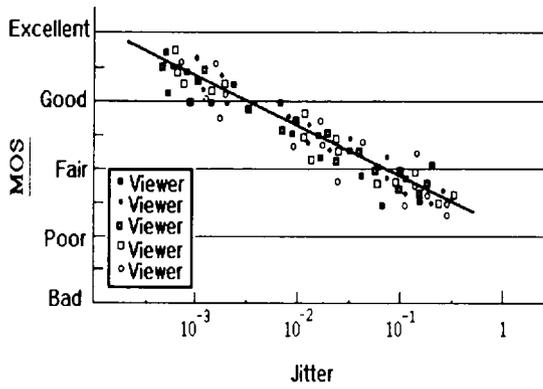


Fig. 7. Result of Jitter test resulted from Cell-Loss.

5.4. 설문지 측정 분석 결과

연구 대상으로 최근 멀티미디어 콘텐츠를 이해하고 어느 정도의 지식을 갖춘 우리 나라 성인 남녀(학력 : 대학, 대학원)를 연구에 이용하였다.

그리고 멀티미디어 서비스 품질 평가 내용을 토대로 주관적 평가와 객관적 평가를 심층 분석하고 기존의 선행 연구를 기초로 설문지를 작성하였다. 설문 평가 결과는 다음표와 같다.

Table 2. Result of Assessment Video Service Quality

	items	result of survey				
		Excellent	Good	Fair	Poor	Bad
Evaluation of Service Quality	Network Services	- %	12%	34%	41%	13%
	Perceptual Speed	2%	19%	53%	20%	6%
	Multimedia QoS	5%	27%	43%	21%	4%
	Broadband Internet QoS	- %	8%	48%	34%	10%
	Compared with overseas	Advanced country is better than local country				
	Estimated year of full-QoS	within the 2 or 3 years				

VI. 결 론

본 논문에서는 계속적으로 추진하고 있는 초고속 통신망에 있어서 비디오의 주관적 품질 평가에 관해 연구하였다. 멀티미디어 콘텐츠의 주관적 품질 기준을 프리젠테이션 테스트링과 설문 조사 분석을 이용한 일치성을 제시하여, 멀티미디어 콘텐츠의 서비스의 품질 기준을 마련하며, 단계별 연구 절차를 통해서 주관적 품질 평가를 정립하고자 한다. 본 연구를 위해 연구 모델을 정립하였고, 시뮬레이팅을 통해 5명의 관찰자를 두어 파일럿 테스트를 실행하였다. 실험실 내에 동일한 기종 및 사양을 갖춘 PC를 기준으로 초고속 통신망의 품질 평가를 위해 셀손실험, 지연, 지터에 대한 실험을 통한 내용과 컴퓨터에 관련된 전반적인 지식을 갖춘 사람을 대상으로 설문 조사를 통한 병행 연구를 실시하였다.

실험 결과 평가된 주관적 품질 평가의 특징은 셀손 실험이 10^{-8} 이하에서 양호한 반응을 보여 품질이 우수하다는 것을 인식할 수 있었고, 지연에 있어서는 10ms 이하에서 대체로 양호한 반응을 보였으며, 지터에 있어서는 10^{-3} 이하에서 비디오의 품질이 우수하다는 것을 인정할 수 있었다.

차후, 본 연구의 분석을 바탕으로 통신망 품질 만족에 있어서 기술적 수준 향상과 사용자에게 질 좋은 서비스를 제공할 수 있도록 품질 기준을 정립할 수 있다. 또한 정보화 사업의 품질을 제고하고, 정보통신 서비스의 품질을 평가함으로써 통신 서비스의 대외 경쟁력 강화에 이바지 할 수 있다.

참고 문헌

- 1) Recommendation ITU-R BT.500-8. 1998 "Methodology for the Subjective Assessment of Quality of Television Pictures"
- 2) ITU-T. 1999. Handbook on Quality of service and Network Performance
- 3) Anna Watson. 1999. "Multimedia Conferencing Via Multicast: Determining the Quality of Service Required by the End User"
- 4) 한국통신 연구개발부. 2000. 6. "데이터 통신 품질 측정 관리 기술개발"
- 5) Video Quality Experts Group. Mar. 2000 "Final Report From The Video Quality Experts Group on the validation of objective models of video quality assessment"
- 6) Visual Communications and Image Processing. Jan. 2001 "Objective measurement scheme for perceived picture quality degradation caused by MPEG encoding without any reference pictures"
- 7) A. Watson. M. Sasse. "Measuring Perceived Quality of Speech and Video in Multimedia Conferencing Applications". ACM Multimedia 98-Electronic Proceedings.
- 8) A. Bouch. A. Watson. M. Sasse. 1999 "QUASS ? A tool for measuring the subjective quality of real-time multimedia audio and video". Jan.
- 9) A. Watson. M. Sasse. March. 1999 "Evaluating Audio and Video Quality in Low-Cost Multimedia Conferencing Systems"
- 10) A. Watson. "Evaluating Real-Time Multimedia Audio and Video Quality".
- 11) Anderson. A.H.. Rethinking video as a technology for interpersonal communication. International Journal of Human-Computer Studies. 42. 501-529
- 12) 박한춘. "통신서비스 품질 연구 개발 현황". 정보통신연구 11권 4호. 1997. 12
- 13) QoS 포럼. <http://www.qosforum.com/>