

碩士學位論文

인지시각에 의한 통신망에서  
비디오 품질 평가에 관한 연구



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

情報工學科

康 明 花

2001年 12月

# 인지시각에 의한 통신망에서 비디오 품질 평가에 관한 연구

指導教授 金 壯 亨

康 明 花

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함



2001年 12月

제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

康明花의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 安 基 中



委 員 李 尚 俊



委 員 金 壯 亨



濟州大學校 大學院

2001年 12月

**A Study of Video Quality Assessment  
Using Human Visual Perception in Networks**

 **Myung-Hwa Kang**  
(Supervised by professor Jang-Hyung Kim)

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

2001. 12.

# 목 차

SUMMARY .....	1
I. 서 론 .....	1
II. 인지 시각의 특성 .....	3
2.1 인간의 지각과 화질 .....	3
2.2 품질 지각 .....	4
III. 비디오의 품질 평가 .....	7
3.1 비디오의 품질 측정 흐름 및 방법 .....	7
3.2 비디오의 주관적 품질 평가 .....	8
IV. 통신망에서 비디오 전송시 QoS .....	11
4.1 ATM의 계층 및 서비스 구조 .....	11
4.2 ATM 서비스의 트래픽 특성에 있어서 트래픽 및 QoS 파라미터 .....	13
4.3 QoS 및 비디오 전송 파라미터 .....	15
4.4 비디오 전송시 QoS .....	16
4.5 멀티미디어의 CBR 및 VBR 코딩 .....	19
4.6 비디오 패킷의 우선 순위에 의한 손실 관리 .....	20
4.7 동기화 메커니즘 .....	21
V. 실험 및 고찰 .....	26
5.1 실험 환경 .....	26
5.2 품질 측정 알고리즘 .....	27
5.3 실험결과 및 고찰 .....	33
VI. 결 론 .....	36
참고문헌 .....	38

## SUMMARY

Everyday an immense amount of information is yield within the technological information and communication world. Most of this information takes place through multimedia means.

Multimedia is increasingly important due to the widespread of multimedia applications such as multimedia education learning, medical treatment, business conferences and entertainment. Users of such applications think that it is important to promote quality multimedia as well as communication services.

Developed countries recognize the importance of the quality of multimedia and communication services and have made efforts to meet customers needs as well as to promote communication network. Currently, South Korea is trying to construct an broadband network for the access of knowledge-based technological society. Yet, the quick and wide distribution of multimedia services has not been matched with the emergence of proper quality management procedures and standard assessment criteria. Therefore, it is crucial to make the above two factors suitable for South Korea's needs.

This research presents new subjective criteria for the quality assessment appropriate for South Korea. These criteria will be determined after performing a quality assessment on video that uses an broadband network and analyzes quality assessment activities conducted in domestic as well as foreign institutes(i.e. ITU-T.). The results will be important to evaluate the satisfactory degree of service activities.

## I. 서 론

정보통신 시대의 사회 구조는 방대한 정보를 창출하고 있으며 그 정보의 대부분은 멀티미디어를 통해서 전달되고 있다. 시대의 변화에 따라 원격교육, 원격진료, 화상 원격회의 및 원격 오락에 이르기까지 멀티미디어 콘텐츠 서비스의 중요성이 커지고 있으며 또한 서비스 전송 측면에서 사용자들은 멀티미디어 요소와 통신 서비스의 품질을 보장받는 것이 중요한 시대가 되었다.

선진 각국에서는 벌써부터 품질의 중요성을 인식하고 앞다투어 고객지원과 통신망 품질 개선을 위한 노력을 기울여 왔다. 우리 나라도 초고속망의 조기 구축을 진행하고 있으며 지식 기반의 고도 사회를 목표로 전 분야에 걸쳐 정보화를 서두르고 있다[41]. 그리고 멀티미디어의 빠른 보급에도 불구하고 아직 이에 상응할 만한 품질 절차나 평가 척도가 나오지 않고 있는 실정이다. 따라서 우리에게 맞는 품질관리의 필요성은 대단히 중요하다.

지금까지 서비스 품질은 이용자 관점에서 고려되기 보다는 서비스 제공자가 이용자에게 적당할 것이라고 유추한 서비스 품질 정도를 만족시킬 수 있는 수준에서 통신망이 설계되어 왔다. 이러한 관점에서 우리나라의 상황에 적절한가에 대한 검증이 부족한 상태에서 국제 통신기구에서 권장한 규격을 기준으로 삼는 경우가 많았다. 그러나 통신 시장의 개방에 따라 서비스 이용자가 기대하는 품질 수준은 높아졌으며, 이러한 요구를 충족시키지 못하면 그 서비스는 시장 경쟁력을 상실하게 될 것이다. 이러한 상황에서 이용자의 요구를 적절히 반영하는 서비스를 제공하는 것이 매우 중요하며, 이용자가 느끼는 주관적인 만족도를 평가하고 망 제공자가 측정 가능한 물리적인 망 성능 파라미터와의 관계를 추정하는 체계적인 절차가 마련되어야 한다.

본 연구에서는 통신망에서 비디오에 대한 품질 평가를 수행하고 ITU-T를 비롯한 외국 관련 기관과 국내에서의 멀티미디어 품질평가 활동을 분석하여

우리에게 맞는 새로운 주관적 품질 평가 기준을 제시하고자 한다. 인간의 시청각에 의존하는 주관적 품질 평가는 서비스에 대한 만족도를 가름하는데 매우 중요하다.

통신 서비스에 대한 주관적인 품질측정 제어에 관한 연구는 MOS(Mean Opinion Score)를 기초로 이용자 만족도의 분포를 유도하는 기법을 제안한 연구, 만족도 유도 기법을 응용하는 연구, MOS 기법의 타당성에 관해 실증하는 연구로 나뉜다[6,7,8]. 본 연구에서는 인지시각에 기반한 통신망에서 비디오의 품질 평가를 이용자가 느끼는 주관적인 품질을 정량화하고, 이것과 물리적으로 측정 가능한 성능 변수들 사이의 관계를 통계적으로 유도하는 대안을 제시하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 1장 서론에 이어 2장에서는 품질에 대한 인지 시각의 특성을 정리하였고, 3장에서는 비디오의 품질 평가에 대한 개념 즉 품질 측정 흐름을 분석하고, 주·객관적인 평가 방법 및 평가 모델과 평가 단계를 제시하였다. 4장에서는 통신망에서 비디오 전송시 QoS관리 및 비디오 압축화질을 비교하였다. 5장에서는 실험결과 및 고찰을 통하여 서비스 품질 평가를, 6장에서 결론과 향후 계속 이어져야할 연구과제에 대하여 기술하였다.

## II. 인지 시각의 특성

### 2.1 인간의 지각과 화질

#### 2.1.1 시·지각 특성

영상은 인간의 눈으로 직접 볼 수 있는 영상과 또 다른 영상(적외선, 쥘트겐 영상, CT 촬영 등)의 형식을 포함하며 또한 사진을 보거나 영화를 보는 것과 같이 글을 읽고 대상물이나 의료 조건을 포착하는 과정까지 다양하다. 하지만 영상 품질의 문제는 기본적으로 영상의 최종 이용자 또는 해석자가 인간의 눈이 아닐 때 다르게 나타난다. 예를 들면, 레인지 영상의 전형적인 영상 측정기준은 액면치로부터 최대의 굴절이며 반대로 광선 변화율에 대한 시력 감도는 빛의 수준, 공간빈도, 그리고 신호내용에 따라 다양하게 표현된다.

또한, 영상의 색상 변경과 대비도를 높이는 방법으로 영상을 변형시켜 품질을 강화시키는 방법에서는 미흡한 실정이다. 본 절에서는 인간의 시각 시스템인 HVS 모델을 기반으로 영상 품질과 이러한 영상을 대상으로 주관적 품질 평가 기준을 고찰하며 지각 모델은 시각 시스템의 속성과 대비감도 기능, 마스킹 등 눈으로 보는 측정에 기반을 둔다.

#### 2.1.2 지각과 영상의 품질 원리

대부분의 시각적 품질모델에 의해 시도되어진 접근방법은 시각 감각에 대한 낮은 수준의 시각시스템을 어떻게 제약하는가를 판단하는 것으로 감도변

수를 나타내는 4가지 형태의 처리(광선수준, 공간빈도, 신호내용, 그리고 비디오의 경우, 일시적 변수)를 병행해서 수행한다. 주요 검사 항목으로 대비감도 기능(Contrast Sensitivity Function), 대비마스킹(Contrast Masking), 시간적마스킹(Temporal Masking) 방법이 있다.

## 2.2 품질 지각

서비스품질은 '서비스 이용자의 만족도를 결정하는 서비스 성능의 총체적 효과'로 정의한다[30]. 서비스 품질은 통신망의 단순한 정보전달 능력뿐만 아니라 제공중인 서비스의 편의성과 가격도 포함되며 이용자가 종합적으로 느끼는 정도를 나타내는 주관적 서비스품질(subjective QoS)과 서비스 제공자가 측정할 수 있는 객관적인 파라미터에 의해 서비스 품질을 정량화한 객관적 서비스품질(objective QoS)로 구분할 수 있다. 시스템을 설계한다는 것은 기술적인 파라미터의 값들을 적절하게 결정한다는 것을 의미한다. 또한 서비스 품질의 열화를 탐지하여 통신망을 효과적으로 관리하기 위해서는 객관적 서비스 품질이 바탕이 되기 때문에 주관적 서비스 품질을 기술적으로 측정 가능한 객관적 서비스 품질 파라미터로 변환해야 한다.

서비스 이용자는 통신 서비스가 어떻게 구현되었는가 보다는 사용 중인 서비스와 다른 서비스의 품질을 비교하는 것에 관심이 있다. 또한 서비스 이용자가 느끼는 서비스 품질은 서비스에 대한 요구사항을 나타내는 '요구된 서비스 품질'(Required QoS)과 경험한 서비스에 대한 의견으로 표현되는 '감지된 서비스 품질'(Perceived QoS)로 구분되며 요구된 서비스 품질은 서비스 이용자가 선호하는 품질이므로 이용자에 따라 주관적이다[48].

### 2.2.1 품질 기준

감지된 서비스품질은 이용자가 느끼는 만족도를 MOS 방법을 이용하여 주로 표현된다. 이러한 품질 테스트는 원거리 통신 산업 또는 인터넷망에서 널리 사용되고 있으며 전 세계적으로 ITU-T의 표준 개념으로 사용되고 있다.

품질 측정은 Fig. 1과 같이 MOS의 5 등급을 나타낸 것으로 5포인트를 기준으로 약간의 간격을 두어서 적용된다[6].

Quality of the speech	Score
Excellent	5
Good	4
Fair	3
Poor	2
Bad	1

Fig. 1 The Scale of MOS scoring

음성과 비디오의 주관적인 품질을 측정하기 위해 가장 널리 표준화된 ITU-T와 ITU-R에서의 멀티미디어 서비스의 주관적인 품질측정을 요약하면 음성 품질 척도는 Fig. 2의 (a)-(c)와 같이 점차 낮추어 가는 형태의 측정을 기준으로 하며, 이미지 화질 척도는 (d)-(f)에서 보인 바와 같이 연속적 품질 측정(DSCQS : Double-stimulus continuous quality scale) 방법으로 평가하고 있고, 시청각 품질 척도는 대화로써 커뮤니케이션의 총체적인 것을 평가한다.

이러한 기준을 근거로 본 논문에서는 실시간 전송 서비스에서 사용자들이 인지하는 비디오의 품질을 MOS척도로 평가해 봄으로써 우리 실정에 맞는 품질척도 기준을 점검해 본다. 또한 이용자가 느끼는 품질과 물리적으로 측정되는 망성능 파라미터간의 관계를 비교함으로써 서비스 품질에 대한 정량화를 시도해 보았다. 일반적으로 이용자들이 느끼는 주관적인 만족도는 품질을 평가하는데 중요한 요소이다.

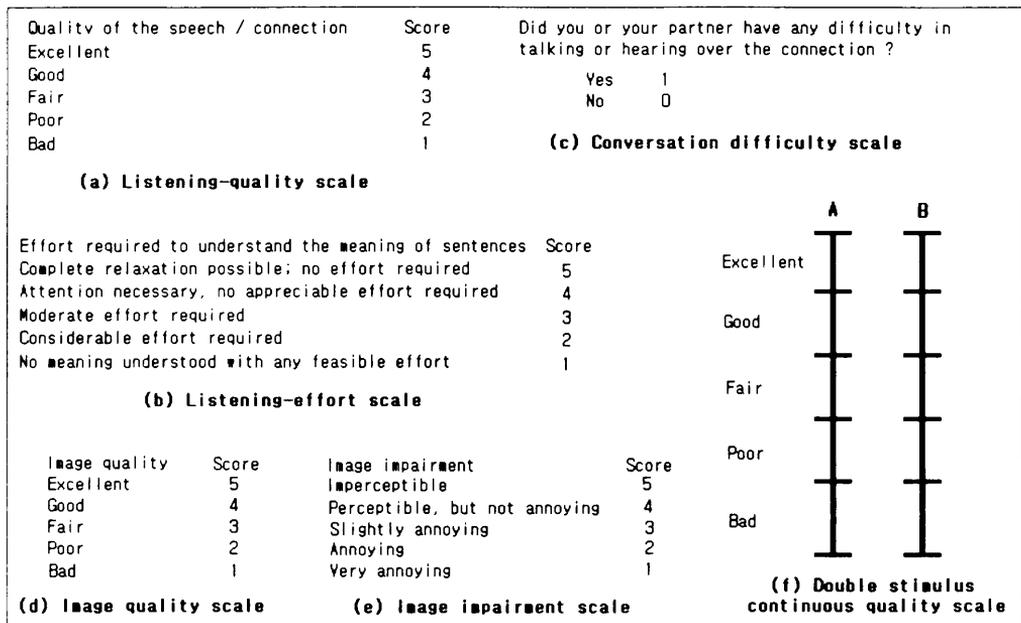


Fig. 2 The Scale of ITU Measurement



## 2.2.2 품질 측정 방법

서비스 품질 측정 방법은 크게 분석적 방법(analytic method)과 실증적 방법(empirical method)으로 대별되며, 분석적 방법은 시스템의 상호작용 과정을 모델화하여 그 모델만을 근거로 평가하는 방법으로 설계 단계에서 적용되며 대표적인 기법으로는 GOMS, Heuristic Evaluation, Cognitive Walkthrough, Keystroke Level 등이 있다. 실증적 방법은 시스템 완성 후 실제 사용자를 대상으로 하는 유용성 평가이다. 많은 투자비용이 요구되고 사전 계획이 필요하다. 실험적 평가방법, 관찰적 평가 방법, 질문 평가방법 등이 있다.

### III. 비디오의 품질 평가

비디오의 정보 전달은 오디오보다 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 압축 기법을 이용해 전송량을 감축하므로 셀의 손실, 지연, 잘못된 배당이 조금만 발생해도 화질에 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 장점에도 불구하고 근원적으로 셀 손실을 피할 수 없다. 그리고 셀 손실은 전송 품질에 막대한 영향을 미친다.

#### 3.1 비디오의 품질 측정 흐름 및 방법

##### 3.1.1 품질 측정 흐름

비디오 품질 기준의 기본적인 구조는 Fig. 3과 같다[36].

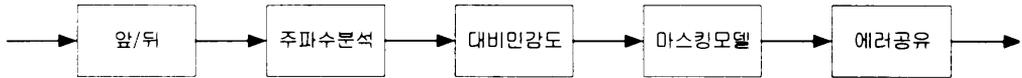


Fig. 3 Perceptual structure of Video

주파수 분석은 서로 다른 공간주파수, 방향(orientation), 그리고 시간적 주파수를 가지고 채널에서 신호를 분해한다. 기본적인 시/공간적인 대비 민감도는 평가 기준안에서 병행되어지고 휘도와 대비 마스킹 조절에 의해 변경된다. Van den Branden Lambrecht와 Verscheure[12]는 이러한 비디오 품질 기준을 자세히 소개하였다. 그들은 옥타브 대역폭을 가지는 4개의 공간적인 주파수 대역들, 4개의 원천 대역, 그리고 2개의 시간적인 대역폭을 사용하였다. 그들은 망막위의 영상의 잔상에 의존하는 시간적인 차원과 주목(attention)의 초점에 의존하는 공간적인 차원들의 영상 블록들을 조합하여 전체적인 기준을 산정하였다. 그들은 또한 영상을 정현화된 영역, 텍스트 영역, 그리고 윤곽선 영역으로 분할하였으며 각각의 영역형태를 위한 왜곡 기준을 산술화하였다. Lindh와 Van den Branden Lambrecht[14]는 Teo와 Heeger의 스틸영상 기준을 확장한 비슷한 기준을 개발하였다[15].

### 3.2 비디오의 주관적 품질 평가

화질을 TV모니터에서 시각적으로 평가하는 방법은 여러 가지가 존재한다. 일반적으로 이용되는 방법은 2대의 모니터 또는 텔레비전을 서로 이웃해 두고 비교할 영상을 각각 시연하여 비교 평가하는 것이다.

이 방법은 정지 영상의 비교 검토에는 적당하지만, 동화상의 경우는 비교화면이 시시각각으로 변하기 때문에 평가가 곤란하다. 또한 2대의 모니터의 성

능의 차이가 화질에 가미되면 올바른 평가가 될 수 없다. 성능이 갖추어져 있어도 조정조건(휘도, 색조, 색채도, 백 밸런스, 색온도, 콘트라스트 )도 정확히 일치시킬 필요가 있다. 이와 같은 이유에서 디지털 화상의 평가에서는 동일 모니터에 비교화상을 시간을 늦추어 나타나게 한 후 평가하는 방법을 취하고 있다.

### 3.2.1 이중자극 열화척도법(EBU법)

DSIS(Double Stimulus Impairment Scale Method)는 특별히 EBU법이라 불려지는 방법으로 시스템의 견고함을 측정하는 용도로 적합해서 열화 특성의 평가에 이용된다. 평가방법은 최초에 열화가 없는 기준 화상을, 다음에 열화를 일으킨 테스트 화상을 연속해서 제시하고, 평가자는 최초의 기준 화상을 기억시켜두고, 연속해서 표시되는 테스트 화상을 평가하는 것이 특징이다. 평가 세션은 30분 이내로, 테스트는 40 제시 분량 이내로 한다. 평가자는 최소한 15명이 필요하며 비숙련자로 한다. 평가 척도는 일반적으로 5 단계를 두어 측정한다.

### 3.2.2 이중자극연속품질척도법(DSCQS)

DSCQS(Double Stimulus Continuous Quality Scale method) 평가법은 기준에 대한 시스템의 품질을 측정하는 것이 목적이며 비교적 열화가 적은 경우를 평가하는데 적합하다. EBU법과의 차이는 기준 화상과 테스트 화상이 제시되는 순서가 랜덤하게 이루어 지는 점이며 평가자에게 어느 쪽의 화상이 기준 화상인가를 알려주지 않는다.

평가척도는 다섯 개의 눈금으로 나누어진 두개의 스타일 상에 평가자가 마크를 붙이는 것에 의해 평가한다. 이 다섯 개의 눈금은 보통 5단계의 품질 척도에 대응해서 스케일의 좌단에 평가 용어를 기입하고 평가자를 고려해서 이해하기 쉬운 표시를 기입한다. Fig. 5는 DSCQS에 사용되는 평가척도의 예이다. 평가자는 각 화상의 전체적인 화질을 평가해서 세로선의 스케일 상에 짧은 가로 선으로 표시하고 평가 점수는 각 평가자가 표시한 수치를 A화상과 B화상의 차이를 산출하여 평균을 구한다.

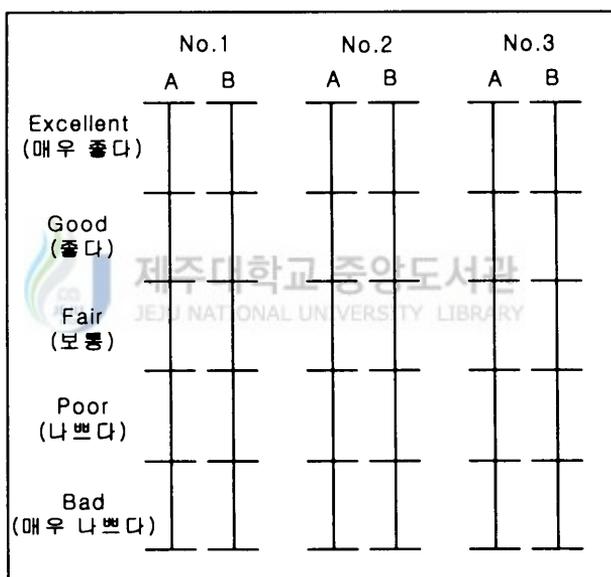


Fig. 4 The Scale of Measurement

## IV. 통신망에서 비디오 전송시 QoS

ATM 서비스는 하나의 ATM 통신망에 각기 다른 특성을 갖는 음성, 데이터, 화상 동영상 등과 같이 다양한 형태의 서비스를 제공할 수 있으며 사용자의 대역폭 요구에 따라 각기 서비스가 가능한 것이 특징이다.

ATM 통신 방식은 기존의 회선 교환의 디지털 통신 방식과 패킷교환 통신 방식을 통합한 방식이다. ATM 통신방식이 ATM 셀을 기본 전송 수단으로 삼는다는 점에 있어서 패킷통신과 밀접한데 비해서 ATM 방식은 실시간 및 향등률의 신호까지도 동등하게 취급할 수 있도록 한다는 차이점이 있다. 한편, 회선 교환 통신 방식과 비교하면 회선 교환에서는 서비스별로 채널을 할당한 후, 이 채널을 통해서 정보 신호를 연속적인 비트열로 전달하였으나, ATM은 정보 신호를 잘라서 ATM 셀에 담아 가상 채널을 통해 전달한다는 점에서 근본적인 차이가 있다.

ATM 기술은 국제 표준화 기구인 ITU-T와 LAN/WAN 벤더 및 통신 사업자 등이 참여하고 있는 민간 표준화 단체인 ATM 포럼이 주축이 되어 국제 표준화되고 있다.

### 4.1 ATM의 계층 및 서비스 구조

ATM 프로토콜의 계층 구조를 보면 물리계층, ATM 계층 및 ATM 적응계층(AAL: ATM Adaptation Layer)으로 구분된다. AAL 계층의 기능은 음성, 비디오, 데이터 등과 같은 사용자의 정보를 실시간 전송여부, 고정 또는 가변 대역 전송여부와 연결성 또는 비연결성인지 여부에 따라 적절한 타입의 패킷 메시지를 생성하는 기능으로 음성과 비디오와 같이 실시간 처리를 요하는 것

을 AAL type 1을 사용하도록 권장한다. 계층 구조는 Fig. 5와 같다.

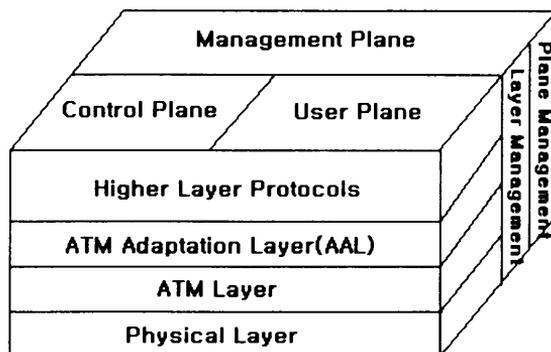


Fig. 5 Hierarchical Structure of ATM

Fig. 5에서 Control Plane은 경로 설정/유지/해제 등의 역할을 수행하는 신호를 위한 구조이고, User Plane은 설정된 경로 상에서 사용자 데이터의 교환을 위한 구조이다. 또한 User Plane의 AAL은 상위 계층의 데이터 타입에 따라 4가지 클래스로 구분되어 4가지의 AAL Type을 가진다. 클래스를 정리하면 Table 1과 같다.

Table. 1 Service CLASS of ATM

CLASS	A	B	C	D
Real-Time	Required		Not Required	
Bit Rate	CBR	VBR		
Connection Type	Connection Oriented			CL
AAL Type	AAL 1	ALL 2	AAL 3/4, AAL 5	
Service	음성(전화)	화상전화	SMDS	Date
Payload Size	47 Byte	44 Byte		48 Byte

현재 AAL 1 타입이 가장 많이 사용되고 있으며, AAL 2 타입은 IMT-2000에서 사용될 것이다. AAL 3/4, AAL 5 타입은 실시간 특성을 요구

하지 않으므로 데이터용으로 사용하기에 유용하다.

#### 4.2 ATM 서비스의 트래픽 특성에 있어서 트래픽 및 QoS 파라미터

ATM 서비스는 모든 정보를 셀 단위로 전송하기 때문에 셀의 전송에 관계되는 부분에서는 음성, 데이터, 영상 등의 전송매체나 서비스를 의식하여 별도로 처리하지 않는다.

##### 4.2.1 서비스 범위

서비스 범위는 전송되는 데이터의 트래픽 특성과 요구되는 서비스 품질에 대해 Table 2에 표시되는 것처럼 구분되어 CBR, rt-VBR, NRT-VBR, UBR, ABR의 5종류가 있다.

Table. 2 Service Category of ATM

		ATM Layer Service Category				
		CBR	rt-VBR	NRT-VBR	UBR	ABR
		Constant Bit rate	Real-Time Variable Bit Rate	Non-Real-Time Variable Bit Rate	Unspecified Bit Rate	Aviable Bit Rate
Traffic Parameter	PCR, CDVT	○	○	○	○	○
	SCR, MBS, CDVT	—	○	—	—	—
	MCR	—	—	—	—	○
Qos Paramarneter	Peak to Peak CDV	○	○	×	×	×
	최대 CTD	○	○	×	×	×
	CLR	○	○	○	×	×
다른속성	FeedBack	×	×	×	×	○

○ : 지정(Specified)

× : 미지정(Unspecified)

PCR(Peak Cell Rate)은 송신측 단말기에서 초당 순간적으로 전송하는 최대 비율이며, 두 개의 셀 사이에 대한 최소 시간의 역수로 정의된다. CDVT (Cell Delay Variation Tolerance)는 가상회선에 대하여 셀의 전송기간 중의 셀간 도착 시간의 변화를 허용하기 위한 범위이며, SCR(Sustainable Cell Rate)은 평균 셀 속도를, MBS(Maximum Burst Size)는 최대 버스트 장을, MCR(Minimum Cell Rate)은 최소 셀 속도, CDV(Cell Delay Variation)은 셀 지연 속도를, CTD(Cell Transfer Delay)는 셀 전송 지연을, CLR(Cell Loss Ratio)은 셀 손실율을 나타낸다.

#### 4.2.2 트래픽 특성 및 QoS 파라미터

트래픽 특성은 PCR, CDVT, SCR, MBS, MCR 파라미터로 표현하고, 서비스 품질 (QoS)은 CDV, CTD, CLR의 세 개의 파라미터로 표현한다.

#### 4.2.3 CBR 및 VBR 서비스

대표적인 서비스 유형으로서 CBR 및 VBR이 있다. CBR(Constant Bit Rate)은 고정 데이터 전송률로 서비스하는 것으로 PCR(Peak Cell rate), CDTV(Cell Delay Variation Tolerance)를 규정하여 셀 손실율, 셀 전송지연, 셀 지연변동 등에 엄격한 가치를 보증한다. VBR(Variable Bit Rate)은 셋업 시 전송률을 결정하며 대역폭이 가변적이므로 모든 가입자들이 동시에 망 자원을 사용하는 경우에도 모두가 최대 대역폭을 필요로 하지 않고 초과 할당을 허용할 수 있다. rt-VBR(Real-Time Variable Bit Rate)은 지연시간과 지연변동에 엄격한 성능을 요구하며 음성과 영상 전송을 목적으로 하는 서비스에 PCR, SCR, MBS의 트래픽 특성을 나타낸다. nrt-VBR(Non-Real-Time Variable Bit Rate)은 버스트가 강한 비실시간형 데이터(대량의 한덩어리의

데이터)의 전송에 적용을 의도한 서비스에 rt-VBR과 같이 PCR, SCR, MBS의 트래픽 특성으로 특징지어진다. 서비스에는 낮은 셀 손실율의 제공이 전제가 되지만 지연을 허용함으로써 설계다중효과를 기대할 수 있다.

### 4.3 QoS 및 비디오 전송 파라미터

ATM 서비스는 망 사업자와 사용자간에 서비스 품질(Quality of Service:QoS)을 사전에 협의하여 결정하기 때문에 사용자는 원하는 수준의 품질을 보장받을 수 있으며 사업자는 고객의 수요를 미리 예측하여 고품질의 서비스를 제공할 수 있다.

#### 4.3.1 QoS 파라미터



##### ① 최대 셀 허용 변동(peak-to-peak CDV)

- 최대 셀 전송 지연에서 고정된 셀 전송지연(시스템의 하드웨어적인 전기적 지연등)을 제외한 지연시간

$$\text{Peak-to-peak CDV} = \text{최대의 CTD} - \text{최소의 CTD}$$

##### ② 최대 셀 전송 지연(Maximum Cell Transfer Delay : maxCTD)

- 첫 번째 측정점에서 cell exit event가 일어난 때와 두 번째 측정점에서 Cell entry event가 일어났을 때까지 경과한 시간

$$\text{maxCTD} = \sum(\text{스위치내의 처리 지연} + \text{스위치간의 전송지연})$$

③ 셀 손실률(Cell Loss Rate : CLR)

- 전송한 전체 셀(SECB에 포함된 셀은 제외)에 대해 스위치 사이의 셀 전송시 잃어버린 셀에 대한 비율

$$Cell\_Loss\_Ratio = \frac{Lost\_Cells}{Transmitted\_Cells} \quad (\text{식-1})$$

④ 셀 에러율(Cell Error Ratio : CER)

- 전송한 전체 셀(성공적으로 전송이 된 셀 + 전송시 에러가 발생한셀)에 대해 전송시 에러가 발생한 셀에 대한 비율


$$Cell\_Error\_Ratio = \frac{Errored\_Cells}{Successfully\_Transmitted\_Cells + Errored\_Cells} \quad (\text{식-2})$$

#### 4.4 비디오 전송시 QoS

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

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

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

셀-구조 중심인 ATM망에서 비디오를 전송할 때 셀 손실을 발생시키는 요인으로 심각한 트래픽으로 인한 노드 버퍼의 오버플로우와 셀 전송 지연으로 인한 터미널에서의 정상적인 비디오 재생 장애가 있다.

#### 4.4.1 MPEG-2의 비디오 전송[42]

현재 MPEG-2는 고품질 디지털 동영상 통신 서비스를 제공하기 위한 표준으로 초고속 통신망에서 VOD와 같은 멀티미디어 통신 서비스에 많이 활용될 전망이다. MPEG-2는 MPEG-1을 기반으로 하여 재정되었으며, 3~15Mbps까지의 전송률을 갖는다. MPEG은 움직임 보상의 방법에 따라 I, P, B 3종류의 화면이 있고, I 화면 주기에 따라 I, P, B를 묶어 하나의 GOP(Group of Picture)를 구성한다. MPEG의 데이터 압축 방법은 다음과 같다[42].

##### ① 시간적 중복성 제거

I 화면은 화면내의 모든 매크로 블록이 Intra Mode로만 구성되어 시간적인 중복성이 존재하며, 오류의 전파를 막기 위하여 일정간격으로 I 화면을 두어야 한다. P 화면은 현재 프레임에 대해서 이전 프레임의 I 화면 혹은 P화면을 기준으로 순방향 움직임 예측 기법을 적용하여 시간적인 중복성을 제거한다. B 화면은 이전 프레임의 I/P화면 그리고 다음 프레임의 I/P화면으로부터 각각 순방향, 역방향 및 순방향 역방향을 보간한 화면으로 시간적인 움직임을 제거한다.

② 공간적 중복성 압축

MPEG에서는 시간의 중복성을 제거함과 동시에 모든 화면에 대하여 공간적인 중복성을 제거한다. 이 방법으로는 DCT 변환과 양자화와 런-랭스(run-length) 코딩을 사용한다.

③ 통계적 중복성 제거(VLC; Variable Length Coding)

VLC(Variable Length Coding - 가변장 부호화)는 발생확률의 높은 부호군에 대하여 부호당 짧은 비트를 할당하고 발생확률이 낮은 부호군에 대해서는 긴 비트를 할당하는 방법이다. DCT, 움직임 벡터 및 매크로 블록 정보에 대한 정보를 VLC 코딩할 수 있다.

MPEG-2는 방송용 뿐만이 아니라 ATM망, 컴퓨터망, 나아가서는 정보고속도로 등에 서로 연결되어 자유스럽게 동화상 데이터가 전달되는 것을 목적으로 한 것이기 때문에 향후 이를 이용한 다양한 응용이 시도될 것으로 보인다. Fig. 6은 MPEG-2 스트림을 ATM 셀로 변환하는 AAL-5 adaptation을 보인 것이다[33,34,17,37].

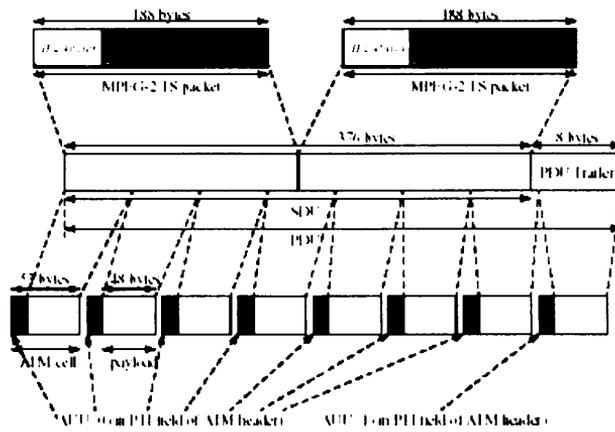


Fig. 6 AAL-5 Adaptation of MPEG-2 Transport Stream into ATM Cells.

#### 4.5 멀티미디어의 CBR 및 VBR 코딩

디지털 멀티미디어 데이터를 저장 또는 재생, 전송하는 비트율에는 CBR 및 VBR 방식이 있다. 이 것에 대한 화질을 VBR 코딩방식과 CBR 코딩 방식의 비교 분석을 통하여 각 방식이 어떤 특성을 지니는지 알아본다[33].

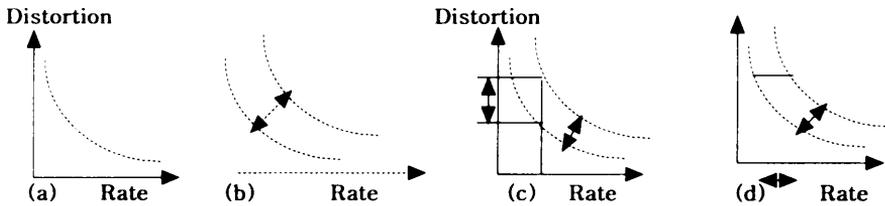


Fig. 7 Bit-rate and Video-quality at VBR, CBR

먼저 VBR코딩 방식과 CBR 코딩 방식의 주된 차이는 비트율이 가변적인가 고정적인가 하는 점이다. 이에 따라 화질이 영향을 받는데 비트율이 가변적이면 화질을 일정하게 유지할 수 있는 반면에 비트율이 고정적이면 화질이 가변적으로 된다. Fig. 7은 그 관계를 나타내고 있다. 그림의 수직축은 화질의 저하(distortion)정도를 나타내고 수평축은 비트율을 나타낸다.

Fig. 7의 (a)를 보면 화질 저하와 비트율 관계에서 서로 반비례 관계라는 것을 알 수 있다. 즉, 동일한 영상에 대하여 비트율을 높이면 화질저하가 작아져서 화질은 좋아지게 된다. 그리고 비트율이 작아지면(즉 양자화 스텝 크기가 증가되면) 화질저하 정도가 증가되어 화질이 떨어진다. Fig. 7의 (b)는 크기는 같고 복잡도가 다른 두 영상에 대한 비교이다. 여기서 영상 1보다 영상 2가 더 복잡한 영상이다. 같은 비트율에서 영상 2의 화질저하가 심하게 된다. Fig. 7의 (c)는 CBR 코딩에 대한 그림이다. 복잡도가 큰 영상 2의 경우 고정된 비트율에 대하여 영상 1보다 화질이 더 떨어지게 된다. 특히, 인코더

시스템에서 낮은 비트율로 고정될수록 이러한 화질저하는 더 심하게 나타남을 알 수 있다. 이러한 현상은 출력 버퍼를 사용함으로써 일시적으로 피할 수 있다. 그렇지만 버퍼를 사용하면 비디오 통신 서비스에서 처리시간에 따른 지연을 일으킬 수 있다.

VBR 코딩 방식은 Fig. 7의 (d)에서 보는 바와 같이 화질을 일정하게 유지시키기 때문에 화면의 복잡도가 커지면 비트율이 증가됨을 알 수 있다. 따라서 빠른 장면 전환이 있는 영상의 경우 CBR 코딩 방식에 비하여 좋은 화질을 얻을 수 있다. VBR 코딩의 평균비트율이 비슷한 화질에 대해서 CBR코딩의 평균 비트율보다 훨씬 작다. 그러나 VBR코딩은 비트율의 분포가 넓게 퍼지게 되어 통신채널에서 제어가 어려워지게 된다. VBR코딩된 소스들을 통계적 다중화함으로써 트래픽의 통계적인 특성이 CBR 코딩의 특성에 가까워지는 것을 알 수 있다.



#### 4.6 비디오 패킷의 우선 순위에 의한 손실 관리

비디오가 패킷화 되었을 때, 우선 순위를 부여하는 방법은 기준에 따라서 다양하게 정의할 수 있으니, 일단 본 연구에서는 직관적이고도 가장 간단한 방법을 사용하였다. MPEG-1이나 MPEG-2 같은 움직임 추정에 기반 한 압축 비디오는 I, B, P 프레임으로 이루어져 있다. 따라서, I를 가장 높게 우선 순위를 부여하고, P, B의 순서로 우선 순위를 부여한다. MPEG-1의 경우 기본적으로 한 프레임을 전부 한 패킷에 담는 것은 패킷화 과정에서 지연 시간이 발생하고, 또 너무 패킷이 커지기 때문에 슬라이스 단위로 패킷화를 진행한다. 이 때는 그 슬라이스가 속하는 프레임이 무엇인가에 따라서 우선 순위를 부여하게 된다. 하지만, MPEG-2의 경우에는 한 프레임의 크기가 통상 크지 않기 때문에 한 프레임 전체를 한 패킷에 담아 우선 순위를 부여하게 된다.

비디오 자체의 우선 순위도 문제이지만, 다른 일반 데이터 트래픽과의 우선 순위 관계를 어떻게 하는가도 중요하다. 만약, 전용 비디오 네트워크 (물리적이든 논리적이든 간에)를 사용한다면, 문제가 없겠지만, 그냥 일반 데이터 트래픽과 섞이는 네트워크라면, 다른 일반 데이터 트래픽과의 형평성도 문제가 된다. 만약, 다른 데이터 트래픽의 우선 순위를 0으로 하고, 비디오 트래픽을 종류에 따라 1, 2, 3으로 했다면, 상대적으로 비디오가 높은 우선 순위를 부여 받게 되어서 일반 데이터 트래픽이 손해를 받게 된다. 따라서, 다른 데이터 트래픽과 구별 없이 섞일 경우, 기존의 형평성을 유지시키기 위해서, 비디오 트래픽의 평균 우선 순위가 데이터 트래픽의 우선 순위가 되도록 설정하는 것이 좋을 것이다. 예를 들어, I를 1, P를 2, B를 3으로 설정하였을 경우, 일반 데이터 트래픽은 2로 설정을 하는 것이 좋다.



#### 4.7 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.

이용자의 입장에서는 스트림 내 또는 스트림 간 동기화 수준은 지연, 지터, 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. 네트워크형 멀티미디어 시스템에서는 두 시스템 사이에 어느 정도의 서비스 품질을 보장

할 수 있는 것이 요구된다. 따라서 중앙처리장치, 디스크 시스템, 시스템 버스, 통신 프로토콜, 통신 매체, 시스템 버퍼, 그리고 인코딩 기술 등과 같은 모든 시스템 구성요소들이 요구된 QoS를 제공하기 위해 각각 중요한 기능을 수행한다.

본 장에서는 각각의 SAS 인자들이 가질 수 있는 값의 범위와 멀티미디어 응용에 요구된 SAS 인자 값 허용 범위를 제공하고자 한다.

#### 4.7.1 SAS 인자의 허용 가능 항목의 값

일반적으로 SAS 인자에 허용 가능한 값은 범위 형태로 명시된다. 이러한 값의 범위는 QoS 요구 수준에 따라 달라진다. QoS에 관련된 대 다수의 사항들은 질적인 특성에 관한 것이고 주관적인 것이기 때문에 SAS 인자에 대한 허용 가능한 값은 사용자 관점에 따라 서로 다르게 주어질 수 있다. 사용자가 허용 가능하다고 생각하는 성능 수준이란 시간적 특성을 지닌 요구사항들에 대해 향상된 서비스 품질을 제공하는 것과 관련되어 있다고 볼 수 있다. 예를 들어 486 컴퓨터에나 만족할 만한 수준의 비디오 및 오디오에 대한 서비스 품질은 이것이 펜티엄 컴퓨터에서 처리될 때에는 사용자가 만족할 만한 것이 아닐 것이다. 즉, SAS 인자 값으로 허용할 만하다고 생각되는 값의 범위는 사용자 관점과 시스템 환경에 따라 달라질 수 있지만, SAS 인자에 대해 일반적으로 적용 가능하다고 생각되는 허용 가능한 값의 범위를 하나씩 기술하기로 한다.

##### ① 지연

허용 가능한 지연 시간의 범위는 멀티미디어 응용의 종류에 따라 달라진다. 비대화형 VOD 시스템에서 허용 가능할 만한 지연 수준이란 단지 통신비용을 얼마나 절감할 수 있을 것인가를 판단하기 위한 문제에 불과할 것이다. 예를

들어 이러한 시스템에서 사용자가 어떤 영화에 대해 재생(Play) 연산을 수행한 후 1분 또는 2분 정도의 Start-Up 지연 시간이 지나면 영화가 시작하는 정상적인 것이라고 가정하자. 그러나 사용자가 통신비용을 줄이기 위해 저속의 통신라인을 사용하였다면 Start-Up 지연 시간이 증가하여 영화가 시작되는 시간이 몇 분 더 지연될 것이다. 그러나 사용자 자신이 이러한 지연 시간을 허용한다면 별 문제가 되지 않는다. 그러나 완전한 주문형 비디오 시스템에서는 사용자에게 빠른 응답을 제공하는 것이 매우 중요하다. 특히, 빨리 감기(Fast-Forward)나 되감기(Rewind) 연산을 수행 할 때는 더욱 빠른 응답 시간을 제공해야 한다. 따라서 이러한 시스템에서는 단지 몇 초 정도의 지연 시간만이 허용 가능할 것이다. 사용자가 원격지에 저장된 멀티미디어 정보를 다운로드 하여 저장하는 데이터베이스 응용에서는 보통 몇 초부터 수 십 초에 이르는 응답시간이 허용 가능하다. 이러한 경우 사용자는 가장 빠른 응답 시간을 제공받기보다는 매번 일정한 속도의 응답 시간이 제공되기를 원한다.

## ② 지터

지연은 단지 응답을 기다리기 위해 시간을 소비해야 하는 것 이외에는 아무런 문제점이 없는 반면, 지터는 프리젠테이션 품질의 저하를 유발한다. 따라서 지연 지터의 상한 값은 상당히 신중하게 결정되어야 한다. TV 수준의 비디오인 경우라면 지연 지터가 10ms보다 적어야 하며 고품질 스테레오 음악의 지연 지터는 1ms보다 적어야 한다. 이것은 지터로 인하여 어느 한 채널에서 동시성이 손실될 때 보다 두 채널간의 동기화가 손실될 때 사용자가 더 빨리 이상한 느낌을 느끼기 때문이다. 마찬가지로 압축된 비디오에 대한 지연 지터의 상한 값 또한 1ms보다 적어야 한다. 그러나 지터는 텍스트, 일반 데이터, 또는 영상을 전송할 때에는 아무런 영향도 주지 않는다. 몇몇 멀티미디어 응용에 허용 가능한 지연 및 지터의 상·하한 값을 요약하여 Table 3에 나타내었다.

Table. 3 Critical area of delay and Jitter

미디어 종류	최대 지연(ms)	최대 지연 지터(ms)
음성	250	10
TV 품질 비디오	250	10
압축 비디오	250	1
스테레오 음악	허용 안됨	1
텍스트, 정지영상, 일반	1,000	허용 안됨

### ③ 에러율

객체 스트림내에 에러가 발생하면 동기화가 손실될 뿐만 아니라 정보 또한 손실된다. 압축되지 않은 디지털 신호로 전송된 음성은 0.01 정도의 BER(Bit Error Rate)을 허용한다. 또한, TV 품질의 압축되지 않은 비디오에서 0.01 이하의 전송에러는 어느 정도 허용될 수 있다. 즉, 0.01 정도의 에러율(BER)을 허용한다는 것은 네트워크를 통해 전송된 100개의 비트 중에서 오직 1개의 비트만 에러를 발생하였다면 해당 시스템은 에러 정정 메커니즘을 사용할 필요가 없다는 것을 의미한다. 압축된 데이터에 에러가 발생하면 그것에 따라 어떤 결과가 발생할지는 알 수가 없다. 압축된 객체의 어떤 특정한 비트에 약간의 에러가 발생하더라도 이것들이 복원(Decompression)될 때 훨씬 더 많은 비트 오류를 일으키게 된다. 따라서 압축된 객체 스트림에 허용될 수 있는 에러율은 비압축 객체 스트림에 대한 경우 보다 훨씬 제한되어 있다. 마찬가지로 어떤 패킷에 에러가 존재하면 여기에 여러 개의 비트 오류가 포함되어 있을 수 있기 때문에 허용 가능한 패킷 에러율(PER : Packet Error Rate)은 상대적으로 허용 가능한 비트 에러율에 비해 약 1/10 정도 제한되어야 한다.

허용 가능한 에러율 값을 Table 4에 나타내었다. 이러한 BER과 PER 값이 꼭 정확한 값이라고 말하기는 어렵지만, 상대적인 크기를 비교할 수 있다는 의미를 지닌다.

Table. 4 Critical area of error-rate

미디어 종류	BER	PER
<b>압축되지 않은 미디어</b>		
음성	0.1 - 0.01	0.01 - 0.001
TV 품질 비디오	0.001	0.001
<b>압축된 미디어</b>		
오디오	0.01	0.001
비디오	0.001	0.0001



## V. 실험 및 고찰

### 5.1 실험 환경

사용자의 체감 품질에 가까운 측정을 위해 사용자 이용 환경 및 형태를 분석 및 환경을 구성하여 측정하며 측정용 PC는 동일한 조건으로 측정하기 위해 1개의 기종을 선정하여 차별 없는 품질 측정의 체감을 도모한다. 또한 원활한 품질의 조건을 만족하기 위해서 다음과 같은 품질 조건을 세운다.

- ① 사용자의 체감 품질에 가까운 측정을 위해 보편적인 이용 환경과 형태를 분석하여 실제 사용자가 보편적으로 사용하는 환경을 구성하여 측정한다.
- ② 품질 측정 반에서 제공하는 측정 단계와 과정을 제공하고 각각의 비디오 전송 서비스에 순차적으로 접속하여 측정을 실시하며 측정 결과 데이터를 분석한다.
- ③ 공정성 유지를 위해 유사한 서비스 업체 명을 밝히지 아니하며 동일 일자, 인접지역에서 측정한다.
- ④ 망의 장애로 인해 미 측정시 재 측정을 실시한다.

Fig. 8은 품질 제어 과정이다. 각각은 별도로 제어되거나 아니면 서로 혼합되어 제어된다

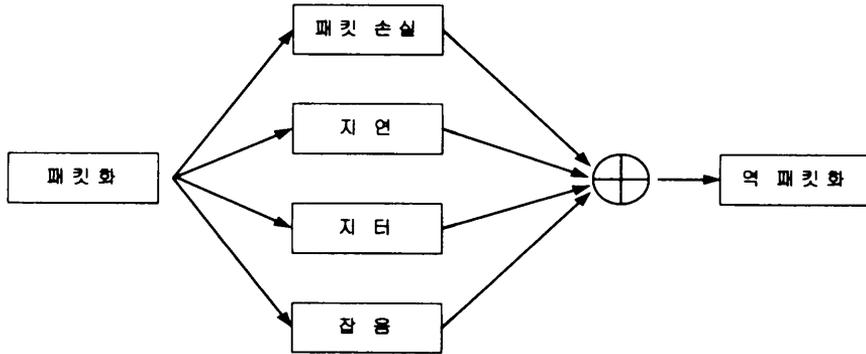


Fig. 8 Quality Control for evaluation

5.2 품질 측정 방법  제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 연구의 측정 방법은 크게 사용자 관점과 사용자의 주관적 관점을 토대로 구분할 수 있다. 전자는 특정 어플리케이션을 통하여 단-대-단 품질을 측정함으로써 체감적 품질을 측정하는 사용자 중심의 능동적인 측정 방법이라 할 수 있으며 후자의 경우는 경험에 의한 직접적인 대면에 의한 평가 또는 설문지를 통해 필요한 정보를 수집 분석한 효율적인 측정 방법이라 할 수 있다.

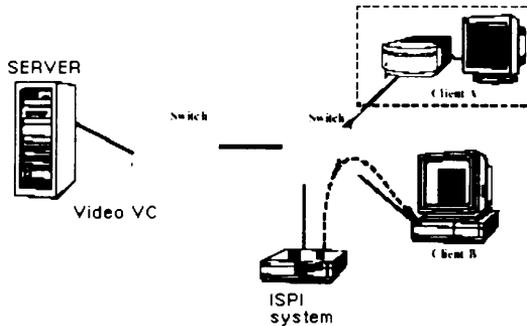


Fig. 9 Assessment Methods of End-to-End Quality

본 연구에서는 인지시각에 의한 비디오의 품질을 평가하기 위하여 Fig. 9에  
서와 같이 운영자 중심의 수동적 측정 방법[46]을 통하여 품질 평가 자료의  
수집 및 분석을 하며, 특정 장애 및 정보를 수집함으로써 효율적인 자료로 활  
용할 수 있다. 본 연구에서 사용자 관점에서 능동적인 측정 방법을 통하여서  
는 각각의 구성 요소가 정상 상태로 유지되고 있음에도 불구하고 나빠질 수  
있는 서비스 수준을 발견하고, 특정 애플리케이션에 대하여 해당 서비스와 무  
관한 성능 측정이 가능하다.

품질 측정을 위해서 수신측 PC 전단에 ISPI 시스템을 두었으며, 사용 OS  
는 UNIX이다. 그리고 ISPI 시스템은 Sun Enterprise 3000 기반이다.

ISPI는 최근 인기를 모으고 있는 인터넷 회선예약 프로토콜과 실시간 네트  
워크 서비스를 테스트하고자 할 때 접하게되는 데이터 스트림의 QoS 성능을  
측정하는 인터랙티브한 통합도구이다. ISPI는 SD, SDR과 같은 세션  
디렉토리 프로토콜 기반의 스트림 선택을 지원하며, 실시간전송 프로토콜  
(RTP)에서 이용되는 데이터 스트림 성능을 모니터링 한다. 회선예약 프로토  
콜(RSVP)를 지원하는 라우터의 상호작용을 허용한다.

멀티캐스트 어플리케이션에서 ISPI는 분산적 환경의 실시간 어플리케이션  
에 참여하는 모든 송·수신자의 성능을 모니터링 하는데 이용될 수 있다.  
상호작용 기능이 뛰어난 스트림 선택 기능과 필터링 기능으로 인해 ISPI 사

용자는 다중 세션에 있는 모든 참여자에 대한 누적 통계치를 볼 수 있으며, 원한다면 특정한 송수신자에 대한 상세 정보도 볼 수 있다.

### 5.2.1 측정 지표

본 장에서의 측정 지표는 비디오의 품질을 평가하기 위한 동기화 매카니즘의 서비스를 위해 분야별 지표를 나열한다. 이 장에서는 측정 지표 특정 서비스의 경우 1회 접속시 표현되는 각 항목의 기본값을 기술하였다.

#### ① 지터에 의한 분석

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  $\text{Var}(\text{packet inter-arrival times})/\text{E}(\text{packet inter-arrival times})$ 의 식으로 나타난다. Fig. 10는 본 파일럿 테스트시 지터의 측정을 나타낸 것이다.

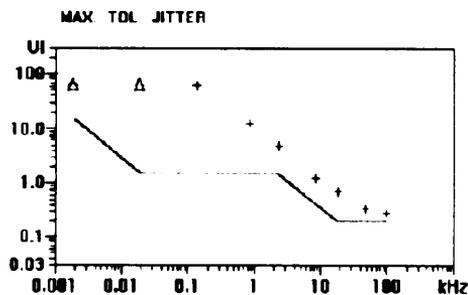


Fig. 10 Jitter Generator/Analyzer

#### ② 지연과 동기화

지연은 비디오와 오디오가 별개로 존재할 때는 지각에 큰 영향이 없으나, 함께 전송될 때에는 동기화에 큰 영향을 미치므로 매우 중요하다. 대체로 비

디오의 지연에는 다소 둔감하나 오디오의 지연에는 민감한 반응을 보인다.

### ③ 셀 손실을

압축된 비디오와 오디오에서는 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. Fig. 10은 본 연구의 파일럿 테스트시 셀 손실을 나타내는 그래프이다.

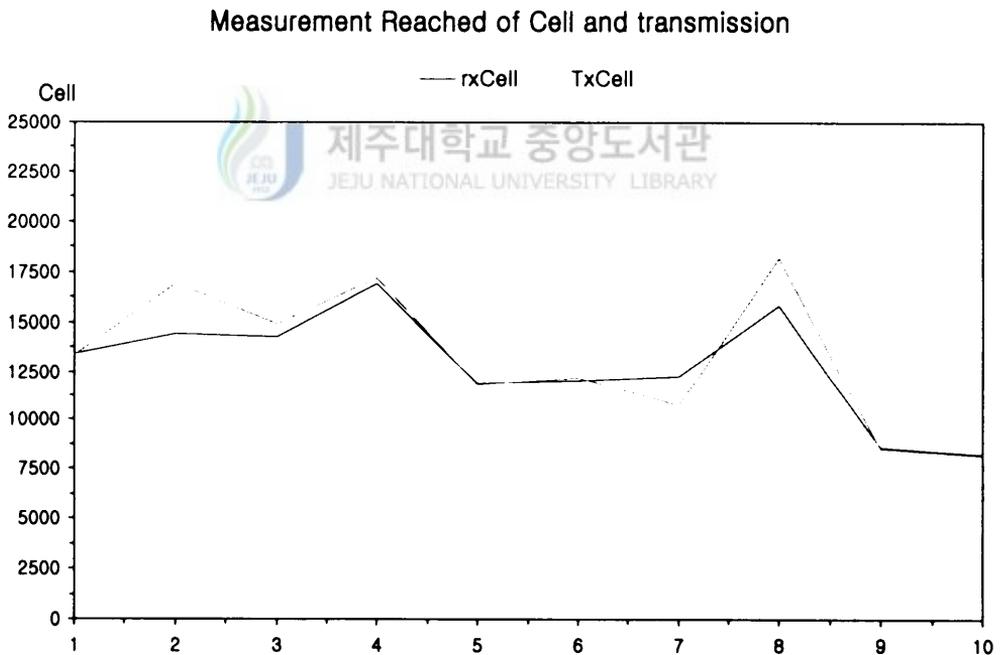


Fig. 11 Measurement Reached of Cell and transmission cell

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
rxTime	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25	10:12:25
rxCell	13395	14423	14240	16941	11860	12021	12226	15820	8616	8265
TxCell	13326	16909	14907	17194	11819	12189	10766	18172	8513	8148

본 항목에서는 단-대-단 망간의 원인별 최저 속도 및 지연 표시를 평균적으로 나열 함으로써 직접적인 망의 품질을 평가하는데 있어서 중요한 지표로 활용되며 관측자의 주관적 평가와 설문 내용과의 각 항목별 원인 분석 자료로 활용되어 진다. 이는 접속한 사이트별로 시간을 측정하여 가장 느린 망 또는 서비스 제공 업체의 최저치의 측정 결과와 작업 처리량 측면에서 가장 느린 부분을 제공해 주는 기능을 가진다.

5.2.2 측정대상 서비스  제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 연구를 위하여 사용된 측정대상 서비스의 구체적인 명칭은 밝히지 않으며, 다음과 같은 요소들을 측정대상서비스로 이용하였다.

① 화질 측정

Table. 5 Assessment fields of Service over Video

사이트 명	방 법
O 업체	화상 채팅, 화질 및 음질, 트래픽 측정, 전송속도, 화질의 주관적 측정, 스큐, 에러율, 지연 및 지터
N 업체	

② 초고속 인터넷 서비스

Table. 6 Assessment fields of Service over Broadband Networks

서비스 업체	방 법
K 통신 ADSL 라이트	접속성공율, 최대 이용 속도, 최소 이용 속도
H 통신 ADSL 라이트	
D 라인 ADSL 라이트	

③ 실시간 서비스(인터넷 방송국 포함)

Table 7 Assessments fields of Real-time Service

품 질	방 법
인터넷 방송국	전송속도, 음질 및 화질의 주관적 측정, 트래픽 측정, 스큐, 에러율

### 5.3 실험 결과 및 고찰

품질 파일럿 테스트는 실험실에서 3명의 측정자를 두어 파라미터 값을 달리하여 7회 실시하였다. 실험에 사용된 데이터는 MPEG-2 TS 타입을 이용하였다. 첫 번째 타입의 비디오 스트림은 영화 '벤허'에서 평균 비트율 2.9Mbps로 인코딩한 것이며, 이것은 VCR에서의 화질에 상당하는 것이다. 두 번째 타입의 비디오 스트림은 'Sound of Music'으로 이것은 평균 비트율 5.4Mbps를 가지는 디지털 TV 화질에 상당하는 것이다.

먼저 인지 시각에 의한 비디오의 품질평가 파일럿 테스트에서 결과를 보면 각각의 항목별 측정을 주관적인 관점에서 연구가 이루어졌으며 파일럿 실험 내용을 살펴보면 다음과 같다.



#### ① 패킷 손실에 따른 파일럿 테스트 결과

테스트 결과 손실율이  $10^{-6}$  이하이면 대체로 양호한 반응을 보였으며,  $10^{-4}$  이상이면 상당히 불만스러운 반응을 보였다.

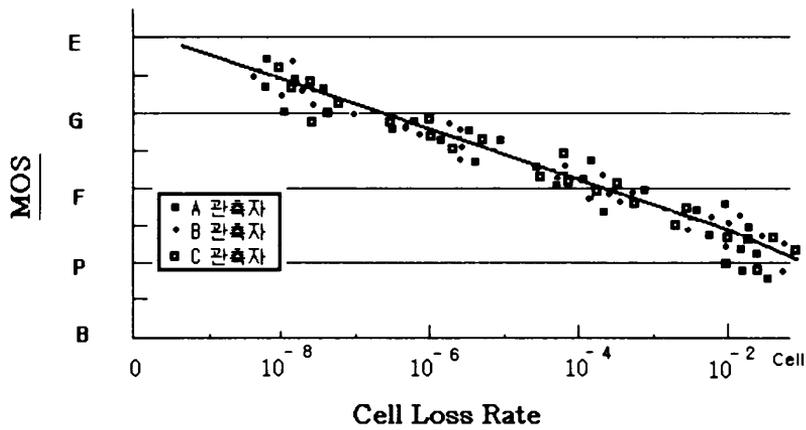


Fig. 12 Result of pilot test resulted from Cell-Loss

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.

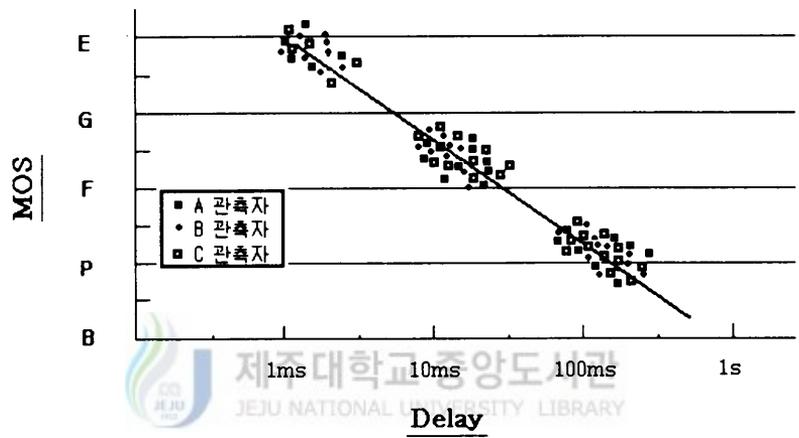


Fig. 13 Result of delay test resulted from Cell-Loss

③ 지터에 따른 파일럿 실험

지터에 대하여 대부분의 관측자가  $10^{-4}$ khz 이하에서 거의 느끼지 못했으며,  $10^{-2}$ khz 이상에서는 민감한 반응을 보였다.

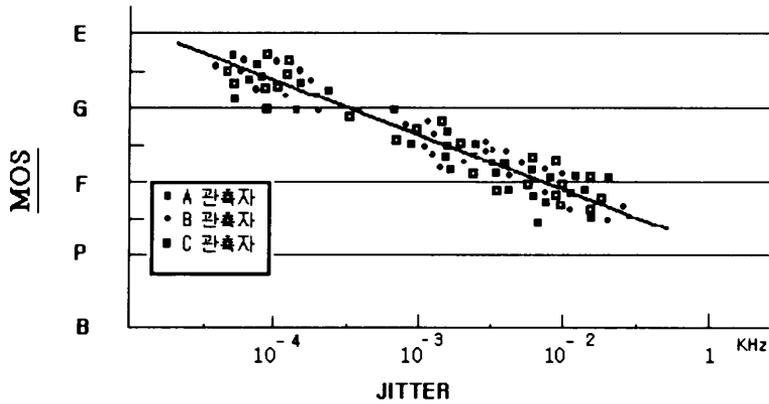


Fig. 14 Result of Jitter test resulted from Cell-Loss

table 8은 연구 대상으로 최근 정보 통신사회의 많은 정보를 활용하고 있는 어느 정도의 지식을 갖춘 우리나라 성인 남녀(학력 : 대학, 대학원) 500명을 대상으로 멀티미디어 서비스 품질 평가 내용을 토대로 주관적 평가를 분석한 후 기존의 선행 연구를 기초로 설문지를 회수하여 분석한 결과이다.

Table 8 Result of Assessment Video Service Quality

요인	설문항목	검증결과				
		매우만족	만족	보통	불만	매우불만
서비스 품질 평가	통신망 서비스 품질	- %	10%	34%	43%	13%
	통신망서비스의 속도 체감	2%	19%	53%	19%	7%
	멀티미디어 품질의 요인	4%	26%	45%	21%	4%
	고속 인터넷 서비스 품질	- %	6%	46%	38%	10%
	품질관점이 외국과의 차이	선진국이 우리보다 우수하다				
	품질측정 달성 시기	2-3년 이내				

## VI. 결 론

본 논문은 정보통신 사회의 멀티미디어 서비스의 중요성을 인식하고 지속적으로 추진되고 있는 고속 통신망에서의 비디오 품질에 대한 주관적 품질 평가에 관한 연구이다. 영상전송 서비스의 주관적 품질 기준을 프리젠테이션 테스트와 설문조사 분석을 통하여 평가하며 더 나아가 멀티미디어 콘텐츠의 서비스의 품질 척도를 고찰하기 위하여 단계별 프로세스와 주관적 품질 평가 이론을 고찰하여 연구 모델을 제시하였고, 시뮬레이팅을 통해 3명의 관찰자를 두어 파일럿 테스트를 수행하였다. 실험실 내에 동일한 기종 및 사양을 갖춘 PC를 기준으로 초고속 통신망의 품질평가를 위해 셀손실율, 지연, 지터에 대한 실험과 컴퓨터에 관련된 전반적인 지식을 갖춘 사람을 대상으로 설문 조사를 병행한 연구를 실시하였다.

설문조사 분석결과에 따르면 통신망 품질에 대하여 아직은 사용자들의 만족을 느낄만한 서비스 수준의 기대치에 미치지 못하는 것으로 나타나는 것으로 보아 통신망의 자원을 효율적으로 관리하고 품질 제공 방법이 절실히 필요하다는 것을 알 수 있었다. 또한 파일럿 테스트에 따른 실험 결과 평가된 주관적 품질 평가의 특징은 셀 손실율이  $10^{-6}$  이하에서 양호한 반응을 보여 품질이 우수하다는 것을 인식할 수 있었고, 지연에 있어서는 10ms 이하에서 대체로 양호한 반응을 보였으며, 지터에 있어서는  $10^{-4}$ khz 이하에서 비디오의 품질이 우수하다는 것을 인정할 수 있었다.

본 연구의 분석을 바탕으로 통신망 품질 만족에 있어서 기술적 수준 향상과 사용자에게 양질의 서비스를 제공할 수 있도록 품질 기준을 정립하기 위한 지속적인 병행 연구가 필요하다. 또한 통신망에서 비디오 소스에 대한 화질의 변화는 서비스의 종류 및 압축 등의 요소에 따라 매우 다르기 때문에 트래픽 및 재생 시간이 긴 MPEG 데이터의 셀 손실과의 관계, 우선순위 제어

에 대한 연구가 진행되어야 한다고 본다.

사용자의 요구에 적절한 통신 서비스의 질을 향상시키는 정보화 사업의 품질을 재고하고 정보통신 서비스의 품질을 바르게 평가함으로써 대외 경쟁력 강화에 이바지 할 수 있는 통신 서비스를 기대할 수 있을 것이다.



## 참고문헌

- [1] Recommendation ITU-R BT.500-8, "Methodology for the Subjective Assessment of Quality of Television Pictures", 1998
- [2] T.Hamada, S.Miyaji, S.Matsumoro, "Picture Quality Assessment System by Three-Layered Bottom-Up Noise Weighting Considering Human Visual Perception", SMPTE Journal, vol.108, No.1, Jan. 1999
- [3] Video Quality Experts Group, "Final Report From The Video Quality Experts Group on the validation of objective models of video quality assessment", Mar. 2000
- [4] Visual Communications and Image Processing, "Objective measurement scheme for perceived picture quality degradation caused by MPEG encoding without any reference pictures", Jan. 2001
- [5] A. Watson, M. Sasse, "Measuring Perceived Quality of Speech and Video in Multimedia Conferencing Applications", ACM Multimedia 98-Electronic Proceedings,
- [6] Anna Watson (1999), "Multimedia Conferencing Via Multicast: Determining the Quality of Service Required by the End User", [Http://www.cs.ac.uk/staff/awatson](http://www.cs.ac.uk/staff/awatson)
- [7] A. Watson, M. Sasse, "Evaluating Audio and Video Quality in Low-Cost Multimedia Conferencing Systems", March, 1999
- [8] A. Watson, "Evaluating Real-Time Multimedia Audio and Video Quality",
- [9] Anderson, A.H., Rethinking video as a technology for interpersonal communication. International Journal of Human-Computer Studies, 42, 501-529
- [10] Strauss, A. & Corbin, J., "Basics of Qualitative Research, Sage, 1990

- [11] A. Watson, M. Sasse, "Multimedia Conferencing via Multicast: Determining the Quality of Service Required by the End User", 1997
- [12] C. J Van den Branden Lambrecht and O. Verscheurc, "Perceptual quality measurcusing a spatio-temporal model of the human visual system," in Digital Video Compression: Algorithms and Technologies, F. S. Vasudev Bhaskaran and S. Panchanatban, eds., Proc. SPIE 2668. 450-461(1996)
- [13] McCabe T.L, "A Complexity Measure", IEEE Trans. on SE, Vol.SE-2, 1976, pp.308-320.
- [14] P. Lindh and C. J. van den Branden Lambrecht, "Efficient spatio temporal decomposition for perceptual processing of video sequences," in Proc. ICIP-96 (publisher, location, 1996) Vol. III, pp.331-334
- [15] P. C. Teo and D. J. Heeger, "Perceptual image distortion," in Proc. ICIP-94(1994), vol. II, pp. 982-986.
- [16] Robert C. Sharble and Sammuel S.Cohen, "The Object-Oriented Brewery: A Comparison of Two Object-Oriented Development Methods", ACM SIGSOFT SE Note, Vol.18, No.2, 1993, pp.60-73.
- [17] Digital Audio Visual Council, DAVIC 1.0 Specification, Dec. 1995.
- [18] P. A. V. Hall, Overview of Reverse Engineering and Reuse Research, Information and Software Technology 34, pp.239-249, 1992. "
- [19] E. Karlsson, Software Reuse: a holistic approach, John Wiley & Sons, REBOOT Methodology Handbook, 1995.
- [20] ITU-T Rec. G.101, "Transmission plan", 1996. 8.
- [21] ITU-T Rec. G.113, "Transmission impairments", 1996. 8.
- [22] ITU-T Rec. G.121, "Loudness ratings(LRs) of national systems", 1993. 23. ITU-T Rec. P.11, "Effect of transmission impairments",

1993. 3.
- [24] ITU-T Rec. P.800, "Methods for subjective determination of transmission quality", 1996. 8.
- [25] ITU-T Rec. P.Supp.3, "Models for predicting transmission quality from objective measurements", 1993. 3.
- [26] ITU-T Recommendation E.800, 1994
- [27] ITU-T Recommendation E.600, 1993
- [28] ITU-T Recommendation I.350, 1993
- [29] ITU-T Recommendation X.140, 1992
- [30] ITU-T Handbook on Quality of Service and Network Performance, 1993
- [31] ITU-T Recommendation E.440, 1996
- [32] ITU-T Recommendation E.862, 1992
- [33] Ya-Qin Zhang, Kap S. Wu, William W. Kim, Raymond L. Pickholtz, and Jay Ramasastry, "Variable bit-rate video transmission in the broadband ISDN environment," Proceedings of the IEE, vol. 79, no. 2, pp. 214-222, Feb. 1991.
- [34] The ATM Forum, Technical Committee, Audiovisual Multimedia Services: Video on Demand. Specification 1.0, Jan. 1996, af-saa-0049
- [35] The ATM Forum, Technical Committee, Audiovisual Multimedia Services: VBR MPED-2, Apr. 1997, saaams-vbrmpeg2-02.01.
- [36] Robert J. Safranek, 2000, Perceptual Criteria for Image Quality Evaluation, Academic press, pp.669~684
- [37] Javier Zamora, Dimitris Anastassion, Subjective Quality of Service Performance of Video-on-Demand under Extreme ATM Impairment Conditions, col. Univ. N. Y., 1997. July
- [38] 최은만, 남윤석, "재사용 소프트웨어 품질 평가 도구 개발", 1998

- [39] 정종명, 이명용, 주영도, 진영민, “차세대 인터넷망에서 QoS 제공 방법”, 정보통신연구 제14권 제1호, 2000.3
- [40] 홍기수, “한국통신 품질관리 현황 및 추진전략”, 정보통신연구 11권 4호, 1997. 12
- [41] 박한춘, “통신서비스 품질 연구 개발 현황”, 정보통신연구 11권 4호, 1997. 12
- [42] 박종하, 박종식, 이승욱, “데이터 통신 품질 측정관리 기술 개발”, 2000.6
- [43] 봉성중, “통신망 및 서비스 품질 개요”, 1997. 11
- [44] QoS 포럼, <http://www.qosforum.com/>
- [45] 전준현, “초고속 멀티미디어 통신 서비스를 위한 화상 데이터 압축기술”, 한국통신학회지, Vol, 13, No. 5, pp. 507-531, 1996
- [46] 한국통신 연구개발부, “데이터 통신 품질 측정 관리 기술개발”, 2000. 6
- [47] 안혜숙, “통신에 있어서 서비스 품질의 평가 및 전략적 기준 설정에 관한 연구”, 한국과학기술원, 1997. 12
- [48] 김지중, 이수형(1995), “B-ISDN의 서비스품질”, 텔레콤, 11(2), 75-83.
- [49] 진성기, “ATM 망에서 동화상 서비스의 화질에 미치는 셀 손실의 영향 분석” 한국과학기술원, 1996. 12
- [50] 경문현, “ATM망을 통한 비디오 서비스의 QoS 및 트래픽 인자 설정에 관한 연구”, 경희대학교대학원, 1997. 8
- [51] 봉성중, “통신망 및 서비스품질 개요”, 정보통신연구11권 4호, 1997. 12
- [52] 최연성외 3인, “초고속 통신망에서 비디오의 주관적 품질 평가에 관한 연구”, 제주대 공과대학 산업기술연구소, 2001. 6

## 감사의 글

하얀 눈이 소복이 쌓인 날 편집장소에서 호호 손을 불며 기다리던 날이 었그제 같은데 어느새 2년이라는 세월이 흘러 마무리 짓는 시점에선 지난 모든 일들이 아쉬움으로 남습니다. 새벽을 밝혀보지 않은 사람이 새벽을 기다리는 사람의 심정을 이해할 수 없는 것처럼 그 동안 하얀밤을 지새우며 아침에 찬란한 햇살, 멀리서 다가오며 내 빛는 한줄기의 빛 그 한 가닥의 빛줄기를 찾아 चु고 긴 밤을 새웠던 날들이 떠칠인지 헤아릴 수 없지만 부족하기만한 많은 시간들은 다시 되돌릴 수 없기에 오늘과는 다른 내일을 준비하기 위해 지금 초라해 보이는 저이지만 슬퍼하지 않습니다.

바쁘신 가운데도 부족한 저를 끊임없이 격려해 주시고 세심한 배려와 지도로 부족함을 채워주신 김장형 교수님께 감사의 마음을 전합니다. 논문 심사를 통해 미비한 점을 지적해 주시고 항상 관심과 지도 편달을 아끼지 않으시며, 진정한 연구에 대해 눈을 뜨게 해 주신 안기중 교수님, 이상준 교수님께 감사를 드립니다. 재학 기간동안 저를 지도해 주신곽호영 교수님, 변상용 교수님, 송왕철 교수님께도 감사의 마음을 전합니다.

멀리서 학문의 길을 걷고 계시며 이 논문이 완성되기까지 항상 지도 편달과 조언을 아끼지 않으셨던 군산대학교 최연성 교수님과 더운 여름날에 제주도까지 오셔서 땀흘리시며 강의해 주신 나인호 교수님께 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

2년 기간동안 언제나 관심과 격려로 웃을 수 있도록 배려해줬고, 병상에 누워서도 논문지도에 힘들어하지 않고 많은 도움을 주신 강진석 선생님, 연구실에서 공부하는 동안 때론 콩쥐라고 놀리고, 저의 모자란 점을 채워 주느라 때론 즐거운 음악으로, 가끔은 푸른 하늘을 보며 커피의 향을 마실 수 있도록 여유를 갖게 배려와 격려를 아끼지 않았던 박사과정 강영도 선생님께 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

또한 연구실에서 공부하는 동안 많은 격려를 해주셨던 박사과정 박창희 선생님, 박재필 선생님, 김정효 선생님, 석사과정을 끝내신 강길봉 선생님, 석사과정 변태보 선생님, 허동진 선생님, 손주식 선생님, 홍유기 선생님, 김선희 선생님, 이정아 선생님께도 감사를 드립니다. 그리고 어렵고 힘든 고난의 길을 함께 갈 수 있었기에 외롭지 않았던 동기이자 귀염둥이 조교 양영수 선생님, 김복심 선생님께 감사의 마음을 전합니다. 다른 멀티미디어 연구실의 식구들에게도 감사의 마음을 전합니다.

업무와 학업을 병행하도록 배려해 주시고 격려해 주신 표선상업고등학교 오찬익 교장선생님, 양정현 교감 선생님, 함덕정보고 이용익 교장선생님, 강용범 장학관님, 양영선 교무부장님, 오학전 교육정보부장님을 비롯한 함께 근무하셨던 모든 선생님들께 고마움을 전합니다. 옆자리에 앉으셔서 격려해주셨던 양충효 선생님과 자료검

색에 도움을 준 과학기술원에 재학중인 따님 양정숙 님, 논문 작성에 도움을 준 Fread 연 선생님, 주영미 님, 한국데이터통신에 근무하시는 오경남, 현병철 님과 그 외 도움을 주셨던 많은 분들께도 감사의 마음을 전합니다.

멀리서 조언과 격려로 용기를 주신 김용우 교장선생님, 김승근 교장선생님, 박경조 장학관님, 전순덕 장학사님, 김성익 장학사님, 강대식 장학사님, 강명자 선생님, 조영자 선생님, 김맹희 선생님, 양봉근 선생님, 강호준 선생님, 김영보 선생님, 강문식 선생님, 양공원 선생님, 고영준 선생님, 김기한 선생님께 감사의 마음을 전합니다. 사인회 친구 정안, 순자, 미숙에게도 감사의 마음을 전합니다.

저에게 언제나 격려와 배려를 아끼지 않으시는 명언, 명천, 명철 오빠와 민자언니 순녀, 혜숙, 인순, 명복언니와 진영부 형부 그 외 가족에게 감사의 마음을 전합니다.

한 가족처럼 윤식, 나영이 돌보아 주느라 고생이 많았던 정룡, 수지엄마(김현옥 님)과 주화, 주희엄마(박안열 님)께 무한한 감사의 마음을 전합니다.

공부하느라 집안일을 소홀히 해도 웃어주시던 시숙과 형님, 동서, 고모 시댁가족 모두에게 감사의 마음을 전합니다.

언제나 자상한 말씀과 격려로 학업을 포기하지 않고 더욱 열심히 공부할 수 있도록 배려해주시고 용기를 주신 시아버님, 어머님께 고마운 마음을 전합니다.

언제나 엄마와 함께 있고 싶은 심정을 참으며 “엄마 열심히 공부하고 오세요, 엄마 논문 다 쓰면 절대 나가지 마세요!”하는 귀여운 나영이와 “엄마 공부하러가세요 뭐든지 제가 할 수 있어요”하는 씩씩한 윤식이의 의젓한 말 한마디의 격려에 무한한 감사와 미안함을 느끼며 눈물지었던 나의 아들과 딸에게 고마움을 전하며 엄마가 가장 사랑한다고 이 지면을 빌어서 영원히 남겨주고 싶습니다.

아내로서 항상 모자라는 삶을 살아도 이해해 주시고 아이들과 집안일을 챙겨 주시며 가끔은 투정으로 때론 위로와 격려로 용기를 주신 남편 김정수님께 감사와 사랑의 마음을 전합니다.

끝으로 이 작은 결실을 위해 그 많은 밤을 지새우면서도 병상에 계실 때 병간호를 소홀한 채 논문이 완성되고 나면 많은 이야기를 나눠야지 하던 저의 바램도 아랑곳하지 않으시고, 저를 기다려 주지 못 하시어 돌아가신 어머님께 제가 저질렀던 불효를 이 글을 빌어 다시 한번 용서를 빕니다. 성모님의 은총으로 어머님(박마리아)의 영혼이 천상에서 영원한 삶을 누리시도록 기도드리며 끊임없는 사랑을 베풀어 주셨던 어머님의 영전에 이 논문을 바칩니다.