

ATM 망을 통한 Circuit Emulation 서비스에서 전화음성의 품질평가

(Quality Assessment of Telephone Speech with ATM Circuit Emulation Services)

曹英順*, 徐正旭*, 裴建星*

(Young Soon Cho, Jeong Wook Seo, and Keun Sung Bae)

요 약

ATM 망에서는 전화서비스와 같은 CBR(Constant Bit Rate) 음성을 처리하기 위해서 AAL1 CES (Circuit Emulation Service)를 제시하고 있다. 본 논문에서는 ATM 망에서 CES를 이용한 전화서비스를 할 경우에 ATM 망의 셀 손실률에 따른 전화음성의 품질평가 실험을 하였다. 이를 위해 structured/unstructured DS1 구조의 ATM 망을 모델링 하였으며, 전화음성의 품질평가 실험에서 객관적인 품질평가로는 SNR을 주관적인 품질평가 방법인 MOS를 사용하였다. 시뮬레이션 결과 ATM CES에서 셀 손실률이 10^{-3} 이하일 경우 MOS 4.0, SNR 30dB 이상의 양호한 음질을 얻을 수 있음을 보였다.

Abstract

The ATM network provides ATM CES(Circuit Emulation Services) with AAL1 for CBR(constant bit rate) services such as telephone speech. In this study, quality assessment of telephone speech with CES over ATM was performed and discussed. For this, interoperability between ATM network and structured/unstructured DS1 link was modeled for simulation. And for quality assessment of telephone speech, SNR and MOS were used as an objective and a subjective measure, respectively. Experimental results have shown that MOS score 4 as well as SNR 30dB could be obtained at CLR of 10^{-3} or below for speech signal.

1. 서 론

광대역종합통신망(B-ISDN)은 음성, 저속 데이터 전송 등의 현대역 서비스로부터 정밀화면 전송, 고해상도의 영상 신호 전송 등의 광대역 서비스에 이르기까지 다양한 서비스를 제공할 수 있는 고속 통신망이다. ITU-T에서는 이러한 다양한 서비스를 지원하면서 향후에 도입될 신규 서비스의 무리없는 수용을 위

해, 고속의 전송기능을 가지고 여러 형태의 서비스를 유연하게 수용할 수 있는 비동기전송모드(ATM)를 B-ISDN의 기본으로 권고하였다^[1].

ATM 기술을 기반으로 하는 B-ISDN의 본격적인 상용화 서비스가 제공되기 위해서는 일차적으로 기존 망 및 서비스들과의 연동망 구축이 선행되어야 한다. 이중 현재 사용중인 전화망은 아날로그 방식의 가입자 접속망과 동기식 시분할 다중화(STDM:Synchronous Time Division Multiplexing) 방식의 교환시스템 및 국간전송로로 구성되어 있다. 이러한 기존의 STDM 전송로 대신 ATM 망이 구축하는 방안이 제안되고 있는데, 기존 전화망을 ATM 국간전송망으로 접속시키는 방안으로서는 기존 STDM 방식의 국간전송로인

* 正會員, 慶北大學校 電子·電氣工學部
(School of Electronic and Electrical Engineering,
Kyungpook National University)
接受日字: 1998年2月2日, 수정완료일: 1998年4月28日

DS1/E1, DS3/E3 전송링크를 ATM AAL1(ATM Adaptive Layer 1)의 CES(Circuit Emulation Service)로 수용하여 STDM 방식의 교환기 사이를 상호접속시키는 방법이 제안되었다^[2].

이러한 전화서비스 뿐만 아니라 영상 등 다양한 서비스를 제공하는 ATM은 동일한 서비스를 제공함에도 불구하고, 사용자의 요구 및 ATM 망의 특성상 서로 다른 서비스품질(QoS : Quality of Service)를 가질 수 있다^[3]. 이러한 서비스품질은 망의 구조나 제어를 결정하는데 있어서는 물론 망 관리에 있어서도 필수적으로 고려되어야 할 요인이다. 다양한 서비스와 사용자의 요구를 유연성있게 수용해야 하는 B-ISDN의 서비스품질에 대한 연구는 서비스 제공자의 관점에서는 물론 서비스 사용자의 관점에서도 폭넓게 이루어져야 한다.

B-ISDN을 이용한 음성서비스는 오디오, 영상전화, 영상회의 등 멀티미디어 서비스에 있어서 필수적이고도 기본적인 서비스임에도 불구하고 아직 이에 대한 서비스품질의 평가방안이 마련되어 있지 않은 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 ATM 망에서 CES로 전화서비스를 하기 위한 접속방안을 검토하고, ATM 망 관련 서비스품질 파라미터와 사용자 관점에서 평가되는 전화음성 데이터의 서비스품질 파라미터간의 상관관계를 연구하였다. 이를 위해 Structured DS1/E1 및 Unstructured DS1/E1 CBR 서비스를 AAL1으로 emulation할 때 필수적으로 요구되는 연동 기능 구조 및 망성능 관련 파라미터와 ATM 각 계층별로 정의된 서비스품질 파라미터에 대해 조사하고, Structured/Unstructured DS1을 모델링하였다^[4]. 그리고, 망성능 관련 서비스품질 파라미터의 변화에 따라 전화음성 데이터의 전송실험을 행하고, 주·객관적인 품질평가를 실험하였다. 음성 데이터의 주관적인 품질평가 방법으로는 가장 일반적으로 이용되는 MOS 테스트를 하였으며, 객관적인 방법으로는 수신된 신호의 SNR을 비교하였다^{[5] [6]}. 또한, 이 품질평가 실험을 바탕으로 전화서비스를 위한 적절한 서비스품질 파라미터 값을 설정해 보았다.

II. ATM망을 이용한 CES

CES는 ATM 기술을 이용하여 CBR 신호의 전송을 지원한다. 그림 1은 CES를 지원할 때의 망의 구

성에 대한 예를 보인 것이다. 그림 1에서 양쪽 단말은 모두 DS_n 인터페이스를 통해 ATM 망에 접속되어 있다. DS_n 인터페이스에 의해 접속된 단말은 IWU(Interworking Unit)을 통해 ATM 망과 접속되게 된다. 즉 IWU는 DS_n 망과 ATM 망 사이에서 연동기능을 제공하는 역할을 한다. 그림 2는 ATM 망에서 DS1/DS3 circuit emulation 서비스를 제공하기 위한 IWU의 세부기능의 예를 나타낸 것이다.

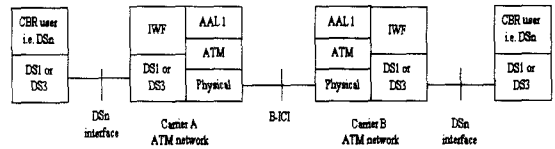


그림 1. Circuit emulation 서비스
Fig. 1. Circuit emulation service.

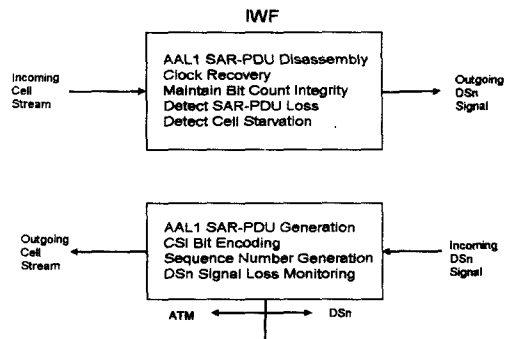


그림 2. DS1/DS3 연동을 위한 기능
Fig. 2. Function for DS1/DS3 emulation.

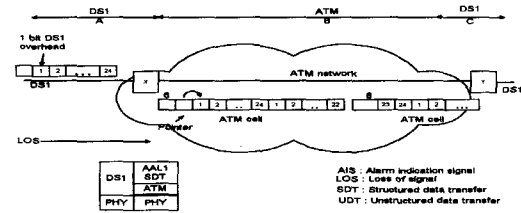
ITU-T I.363과 ANSI T1.630에서는 항등비트율을 제공하는 AAL의 작동 방식에 대하여 다음과 같이 분류한다^[4].

- SDT(Structured Data Transfer) 방식
- UDT(Unstructured Data Transfer) 방식

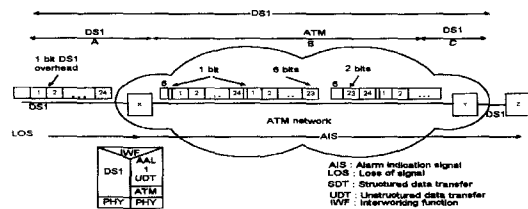
ATM에서의 음성 서비스는 일반적으로 단일 채널의 경우에는 AAL1/UDT방식을 이용하여 정보를 전송하고 Nx64 kbps 채널은 AAL1/SDT 방식, DS_n/En급의 음성 채널은 AAL1/SDT 또는 AAL1/UDT 방식을 모두 채택하고 있다. 이처럼 AAL1에서는 셀 매핑 방안으로 SDT와 UDT를 함께 제공하고 있다. SDT는 사용자 데이터를 최대 93 바이트까지의 일정한 길이를 가지는 블록으로 나누어서 옥텟단위로 구조화된 방식으로 데이터를 전송하는 방법이며, 이에반해 UDT는 사용자 정보를 구조화 되지

않은 연속적인 스트림 형태로 전송하는 방식이다.

SDT에서의 사용자 데이터는 길이가 N인 블록들로 구성되어 진다. 그리고, 53 바이트의 ATM 셀 중에서 처음 다섯 바이트는 ATM overhead로 사용되어지고 여섯번째 바이트는 AAL1의 overhead로 사용된다. 그리고, 일곱번째 바이트는 사용자 데이터 블록의 시작을 카리키는 포인터가 된다. SDT에서 사용되는 모든 데이터 블록은 N개의 같은 길이를 가지게 되므로 데이터 블록의 시작을 나타내는 포인터 바이트는 ATM 셀들 중 특정한 하나의 셀에만 필요하게 된다. 따라서, ITU-T 에서는 8개 셀마다 1개의 포인터가 포함되도록 권고하므로 SDT를 이용한 AAL1의 payload는 46이나 47 바이트가 되고 평균길이는 $(46 + 47 \times 7) / 8 = 46.875$ 바이트가 된다. 이와는 달리 UDT에서의 사용자 데이터는 47 바이트로 구분되고 SDT와는 달리 옥텟 구조의 제한이 없다. 그림 3은 SDT와 UDT 방식을 이용한 CBR 서비스에서 DS1 채널이 셀에 어떻게 매핑되는가를 보여준다.



(a) AAL1 SDT를 이용한 DS1의 전송



(b) AAL1 UDT를 이용한 DS1의 전송

그림 3. ATM을 통한 Structured/Unstructured DS1의 전송

Fig. 3. Transmission of Structured/Unstructured over ATM.

III. ATM 망의 모델링

ATM 망을 통해 전화음성을 전송할 경우 발생할 수 있는 셀 손실률에 따른 음질을 평가하기 위해 그림

4와 같이 2개의 스위치로 구성된 ATM 망 시뮬레이터를 구성하였다.

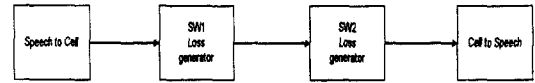


그림 4. 음질평가를 위한 ATM 망 시뮬레이터 블록도
Fig. 4. ATM network simulator blockdiagram for speech quality test.

ATM 망 시뮬레이터의 입력으로는 남성화자 2명, 여성화자 2명에 의해 발화된 10초에서 15초 길이의 낭독체 음성을 적용하였다. 음성 데이터는 8kHz 샘플링에 8bit μ -law 방식을 이용하여, 망 시뮬레이터의 입력음성이 PBX(Private Branch Exchange)를 통과한 디지털화된 전화음성과 같게 하였다.

본 논문에서는 ATM CES 여러 방식 중 structured/unstructured DS1 시스템을 시뮬레이션 하였다. 우선 음성 신호를 24 채널중 한 채널에 맵핑하여 DS1 신호를 구성하였으며, 이러한 DS1 신호를 셀로 만들기 위해 DS1 신호를 SAR-PDU payload에 맞게 패킷화하고, 이 패킷에 4 바이트의 셀 번호를 덧붙여 셀을 만들었다. 실제 셀의 크기는 53 바이트이나 실험의 편의와 목적에 맞추어 셀 번호를 제외한 다른 셀 헤더는 무시하였다.

Structured DS1 방식은 8개의 셀마다 1 바이트의 포인트 바이트를 포함시켜 47 바이트의 payload를 가진 셀을 만들고, unstructured 방식은 24 채널 DS1 신호마다 1 비트의 포인트를 포함하여 이를 payload로 하는 셀을 만들었다. 특히, unstructured 방식은 1 비트의 포인트 비트가 삽입되어 DS1 한 채널이 서로 다른 셀에 나뉘어질 수 있으므로 비트단위 제어가 필요하다. 이런 비트단위 제어를 하기위해 편의상 모든 비트를 바이트로 변환하여 시뮬레이션 하였다.

위의 ATM 망 시뮬레이터에 사용된 두 개의 ATM 교환기는 2-state Markov Chain을 이용한 Gilbert model에 근거한 셀 손실 발생기이다. ATM 망에서의 셀 손실은 주로 셀 헤더의 랜덤 비트 오류와 망 정체에 의한 버퍼의 오버플로우에 의해 일어난다. 그 중, 셀 헤더의 랜덤 비트 오류는 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 이용하여 1 비트의 셀 헤더의 오류를 체크하여 오류정정을 하지만, 버퍼의 오버플로우에 의한 셀 손실은 보호할 방법이 없으며 망 정

체가 일어나면 연속적인 셀 손실 가능성이 높아진다. 본 논문에서는 이러한 버퍼의 오버플로우에 의한 셀 손실을 Gilbert model을 사용하여 구현하였다. Gilbert model은 입력신호가 그다지 버스트하지 않고 링크 이용률이 높지 않더라도 셀은 여전히 균집성으로 손실되는 경향을 가지므로 ATM 망에서의 동적인 셀 손실 모델링에 적합하다. 이 model의 state transition diagram은 그림 5와 같다.

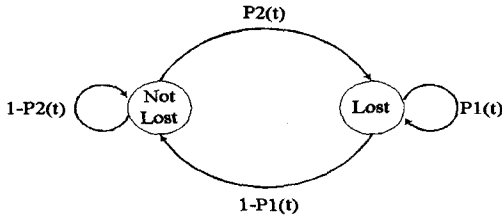


그림 5. Gilbert model
Fig. 5. Gilbert model.

여기서 $P_1(t)$ 는 이전 셀이 손실되었을 경우 현재 셀이 손실될 확률을 나타내며, $P_2(t)$ 는 이전 셀이 손실되지 않았을 경우 현재 셀이 손실될 확률을 나타낸다. 일정시간 t 동안의 평균 셀 손실률을 $P(t)$, 평균 셀 손실 길이를 $B(t)$ 로 나타내고, t 동안에는 이상의 변수들이 일정하다고 가정한다. 이런 가정하에서 $P_1(t)$, $P_2(t)$ 는 식 (1)과 같이 구할 수 있다^[7].

$$P_1 = 1 - \frac{1}{B}, \quad P_2 = \frac{P}{B(1-P)} \quad (1)$$

IV. 실험 및 고찰

1. 음성 전송품질평가 실험

주관적 음질평가 방법인 MOS 테스트를 위해서 15명의 피시험자를 선정하였다. 테스트의 공정성을 보장하기 위하여 선정된 피시험자는 최근 6개월 이내에 유사한 주관 평가시험에 참여한 경험이 없는 사람들로 선정을 하였다. 또한 MOS 테스트시 발생할 수 있는 상승 효과를 제거하기 위하여 원음성을 미리 들려주고 난 후 셀 손실률에 따른 음성을 랜덤하게 들려주는 방식을 택하였으며, 손실이 발생한 테스트 음성은 PC 스피커를 통해 각각 2번씩 들려주었다. 테스트에는 남성화자 2명과 여성화자 2명이 동일한 문장을 10초에서 15초 정도의 길이를 가지도록 녹음한 쉬운 문장을 사용하였다. MOS 테스트는 원음과 비교하여 테스트

음질을 음질저하 정도에 따라 표 1과 같은 5단계로 구별하여 5에서 1까지의 가중치를 두어 평가하였다^[5]
^[6].

표 1. 음성신호의 MOS 테스트에 사용된 5 단계 평가척도

Table 1. MOS table for speech quality test.

음 질 저 하	
5	(음질저하를) 감지할 수 없다.
4	(음질저하를) 감지할 수는 있지만 귀에 거슬리지는 않는다.
3	(음질저하가) 귀에 약간 거슬린다.
2	(음질저하가) 귀에 거슬린다.
1	(음질저하가) 귀에 많이 거슬린다.

MOS 테스트의 결과를 표 2에 나타내었다. 표 2에서 M은 남성화자를 F는 여성화자를 나타낸다. MOS 테스트 결과를 보면 10^{-3} 이하의 셀 손실률에서는 MOS 값이 4 이상으로 청취자가 음질 저하를 크게 느낄 수 없음을 알 수 있다. 그러나 10^{-2} 이상의 셀 손실률에서는 MOS 값이 3 이하로 청취자가 음질저하를 확실히 느낄 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 UDT일 경우 SDT보다 약간 높은 MOS를 보이고 있지만 전반적으로는 큰 차이를 보이지는 않았다. 현재 디지털 통신망에서 쾌적한 통화품질을 위해서 권고되는 MOS 값이 3.5인 점을 감안하면, 본 연구의 실험 결과에서는 10^{-3} 이하의 셀 손실률에서 제한적이거나 이 조건을 만족함을 확인할 수 있었다. 그림 6은 표 2의 결과를 그래프로 표현한 것이다.

표 2. 셀 손실률에 따른 MOS

Table 2. MOS for cell loss ratio.

(1) SDT방식에서의 CLR과 MOS

Person \ CLR		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
M1	SDT	2	3.4	4.67	4.6
M2	SDT	2.4	3	4.53	4.73
F1	SDT	1.13	2.87	3.93	4.2
F2	SDT	1.4	2.67	4.27	4.87
average		1.48	2.99	4.35	4.6

(2) UDT방식에서의 CLR과 MOS

Person \ CLR		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
M1	UDT	1.67	3.6	4.8	5
M2	UDT	1.13	3	4.6	4.87
F1	UDT	1	3	4.4	4.87
F2	UDT	1.13	2.53	4.4	4.93
average		1.23	3.03	4.55	4.91

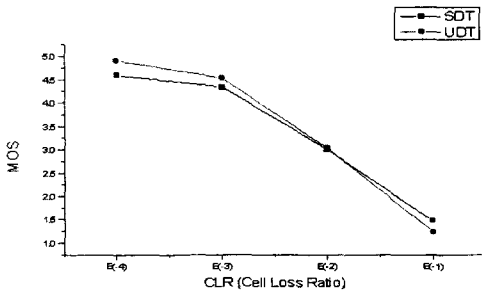


그림 6. 셀손실률에 따른 MOS
Fig. 6. MOS for cell loss ratio.

객관적 음질평가 방법으로는 식 (2)와 같이 정의된 SNR을 사용하였으며, 평가에 사용된 SNR은 ATM 망에 입력된 음성을 원신호로 하고, ATM 망을 통해 셀 손실이 일어난 음성을 잡음신호로 가정하여 원신호 대 잡음신호의 비를 셀 손실률에 대해 구하였다.

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_n s^2(n)}{\sum_n [s'^2(n) - s^2(n)]} \quad (2)$$

where, $s(n)$: 원 신호,
 $s'(n)$: ATM 망을 통해 셀 손실이 일어난 음성

SNR 결과는 표 3에 나타나 있다. 표 3에서 보듯이 10^{-3} 이하의 셀 손실률에서는 SNR 값이 대부분 30dB 이상으로 나타났으며 10^{-4} 이하에서는 40dB 이상으로 이는 원 음성과 거의 일치하는 것으로 간주할 수 있다. 그러나 10^{-2} 이상의 셀 손실률에서는 SNR 값이 20dB 이하로 나타나서 원 음성에 비해 상당한 손실이 있었음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 앞서 설명한 MOS 테스트시 나타난 결과와 비슷한 양상을 보임을 확인할 수 있었다. 그리고 UDT일 경우 MOS 테스트의 결과처럼 SDT보다 약간 낮은 SNR 값을 가짐을 알 수 있었다. SNR과 MOS 테스트 결과를 비교해 보면 10^{-3} 이하의 셀 손실률에서 MOS는 값의 변화가 아주 작지만, SNR은 전 구간중 값의 변화가 가장 크다. 또, 10^{-2} 이상의 셀 손실률에서 대해서 MOS 값은 급격히 떨어지나 SNR은 그 값 변화가 10^{-3} 이하일 때보다 줄어드는 것을 알 수 있다. 10^{-3} 과 10^{-4} 의 셀 손실률에서 MOS의 결과와는 달리 SNR의 경우 두 결과 사이에 상당한 차이를 보이고 있는데 이는 SNR이 30dB 이상이면 MOS 테스트시 원 음성과 거의 유사하게 인식되어 음질의 차이를 느끼지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 그림 7은 표 3

의 결과를 그래프로 표현한 것이다.

표 3. 셀 손실률에 따른 SNR
Table 3. SNR for cell loss ratio.

(1) SDT방식에서의 CLR과 SNR

Person \ CLR		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
M1	SDT	10.04	18.56	27.39	38.21
M2	SDT	9.76	18.46	36.71	42.37
F1	SDT	10.06	21.80	29.27	39.75
F2	SDT	10.11	20.04	28.91	51.83
average		9.99	19.72	30.57	43.04

(2) UDT방식에서의 CLR과 SNR

Person \ CLR		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
M1	UDT	10.34	20.20	33.40	40.01
M2	UDT	9.96	19.82	32.69	51.35
F1	UDT	9.82	21.48	30.87	53.53
F2	UDT	9.96	19.74	32.97	53.67
average		10.02	21.31	32.48	49.64

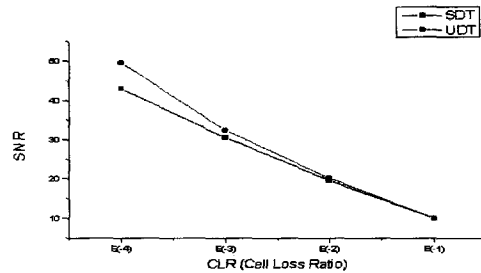


그림 7. 셀 손실률에 따른 SNR
Fig. 7. SNR for cell loss ratio.

3. 품질평가 척도간의 상관관계

지금까지 ATM 망성능 관련 서비스품질 파라미터의 변화에 따른 MOS와 SNR 값을 구하고 분석하였다. 본 절에서는 이러한 품질평가 척도인 MOS와 SNR과의 상관관계를 구해보고, 서비스품질 파라미터인 셀 손실률과 MOS, 셀 손실률과 SNR의 관계도 구해보았다.

객관적 음질평가 척도로부터 주관적 음질을 예측하기 위해서는 식 (3)과 같은 이차함수가 널리 사용되고 있으며 비교적 우수한 성능을 나타낸다^[8].

$$\bar{y} = ax^2 + bx + c \quad (3)$$

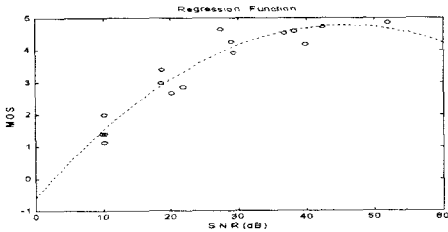
여기서 x는 객관적인 음질평가 척도인 SNR이며,

\bar{y} 는 예측된 MOS 값이고, a, b, c는 Least Square Regression 방법을 사용하여 구한다. 그리고, 이들간의 상관관계를 나타내는 파라미터 값으로 식 (4)와 같이 상관계수를 구하였다.

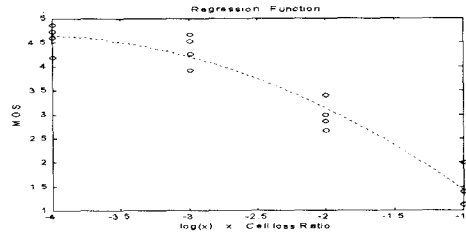
$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - m_y)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - m_y)^2}} \quad (4)$$

여기서, i는 데이터 갯수이며, m_y 는 평균 MOS 값, \bar{y}_i 는 예측된 MOS 값이다. 이때, r=1이 될 경우 식 (3)에서 표현한 MOS 예측함수가 100%의 신뢰도를 갖고 있음을 의미한다.

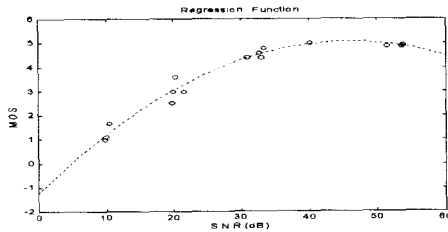
그림 8은 SDT 방식과 UDT 방식으로 시뮬레이션 한 결과에 대해 SNR과 MOS의 상관관계를 그래프로 나타낸 것이다. 점선은 이미 실험된 객관적 음질평가 척도와 MOS를 바탕으로 Least Square Regression 방법을 이용하여 구한 식 (4)의 예측함수이고, 각 원은 실제 SNR에 대한 MOS의 측정된 값을 나타낸다. 예측함수와 원의 분포가 일치할수록 높은 상관관계를 가지고 있다. 그림 8의 (a)~(c)에서 볼 수 있듯이 예측함수를 나타내는 점선과 실제 데이터 값을 나타내는 원이 거의 일치하게 나타남으로써 MOS와 SNR 값이 상당히 높은 상관관계를 가지고 있음을 보여주고 있는데, 이들의 정확한 상관계수 r은 표 4에 나타나 있다.



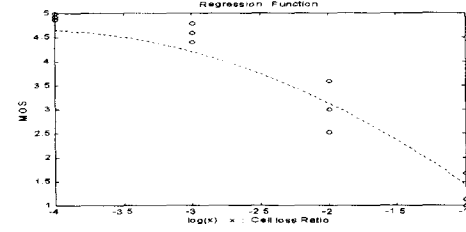
(a) SDT 방식



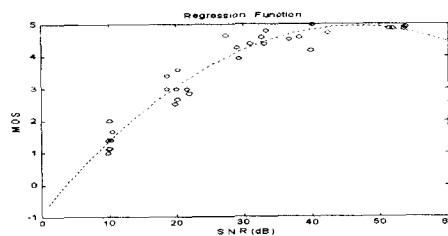
(a) SDT 방식



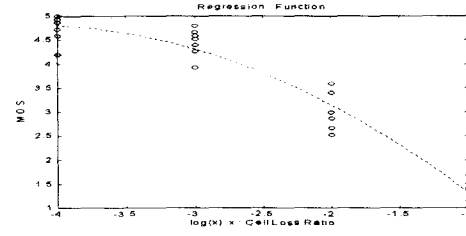
(b) UDT 방식



(b) UDT 방식



(c) 전체 데이터



(c) 전체 데이터

그림 8. SNR과 MOS와의 상호관계
Fig. 8. Correlation between SNR and MOS.

그림 9. CLR과 MOS와의 상관관계
Fig. 9. Correlation between CLR and MOS.

표 4를 보면 그림 8에서 보여주는 것과 마찬가지로 예측함수의 신뢰도를 나타내는 상관계수 r 값이 0.95가 넘어 거의 1에 가까운 높은 값을 가진다. 이는 SNR과 위의 식 (1)이 주어졌을 때 MOS의 값을 95%이상의 신뢰도로 추측 가능하다는 의미로, MOS와 SNR은 상당히 강한 상관관계를 가지고 있음을 나타낸다. 그리고, UDT 방식과 SDT 방식간의 비교에서는 상관계수 r 이 거의 유사한 값을 가져 두 방식간에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

위의 방식을 이용하여 셀 손실률에 따른 SNR, 셀 손실률과 MOS의 상관관계에 대해 알아보았다. 그림 9는 셀 손실률과 MOS의 관계를 나타낸 그림이다. 그 결과를 보면 MOS 값이 3.5 이상 유지되기 위해서는 셀 손실률 10^{-3} 이하로 낮아야 함을 알 수 있다. 셀 손실률과 SNR, 셀 손실률과 MOS의 상관관계를 구해봄으로써 우리가 원하는 정도의 서비스품질을 제공할 수 있는 셀 손실률에 따른 망의 상태를 알 수 있는데, 그 결과는 표 4에 나타나 있다. 표 4의 결과를 보면, 셀 손실률과 MOS, 셀 손실률과 SNR은 r 이 0.95 이상으로 상당히 높은 상관관계를 가지고 있다. 이처럼 셀 손실률, MOS, SNR이 모두 강한 상관관계를 가지고 있으므로 제공받고자 하는 전화 서비스의 MOS나 SNR의 값이 정해지면 망의 셀 손실률은 95% 이상의 정확도를 가지고 결정할 수 있게 된다.

표 4. 품질파라미터간의 상관계수
Table 4. Correlation factor among quality parameter.

비교 파라미터 상관계수		MOS:SNR	CLR:SNR	CLR:MOS
		SDT 방식	r 0.9614	0.9664
	s 0.2803	2.2002	0.2496	
UDT 방식	r 0.9876	0.9812	0.9838	
	s 0.1652	1.5888	0.1897	
Total	r 0.9732	0.9674	0.9752	
	s 0.2519	2.4276	0.2485	

* s : 실제 y_i 에서 예측된 \hat{y}_i 를 뺀 오차.

V. 결 론

B-ISDN을 이용한 음성서비스는 오디오, 영상전화, 영상회의 등 멀티미디어 서비스에 있어서 필수적이고도 기본적인 서비스임에도 불구하고 아직 이에 대한 서비스품질의 평가방안이 마련되어 있지 않은 실정이

다. 따라서, 본 논문에서는 ATM망에서 circuit emulation으로 전화 및 FAX 서비스를 하기 위한 접속방안을 검토하고, ATM망을 통한 이들의 서비스품질평가를 위한 주관적이고 객관적인 평가방법 및 파라미터에 대해 조사하고 실험하였다.

이를 위해 먼저 ATM 망에서 CBR 서비스를 제공하기 위해 structured DS1/E1 및 unstructured DS1/E1 CBR 서비스를 AAL1으로 emulation할 때 필수적으로 요구되는 연동 기능 구조 및 망성능 관련 파라미터에 대해 알아보고, 망 성능 파라미터에 따라 structured/unstructured DS1 ATM 망을 모델링하였다. 이렇게 모델링된 망을 이용하여 전화음성의 품질평가를 위한 데이터를 수집하고 품질평가 실험을 하였는데, 주로 ATM 망 관점에서 CBR 서비스품질(QoS) 파라미터인 셀 손실률에 따른 음성 데이터들 주·객관적인 품질평가 방안으로 나누어 실험하였다.

실험결과, 셀 지연변화는 결국 셀 손실로 나타나며 수신단에서 버퍼링을 통하여 이를 보상할 수 있었다. 또, 셀 손실률의 변화에 따른 음질평가에서 10^{-3} 이하의 셀 손실률에서는 MOS 값이 4 이상이고, SNR이 30dB 이상으로 MOS 3.5 이상의 쾌적한 통화를 위한 디지털 통신망의 조건을 만족함을 알 수 있었다. 또한, 음성 데이터의 전송품질평가를 위해 사용한 평가척도간의 상관관계에 대한 연구에서는 주관적인 평가기준인 MOS와 객관적인 평가기준인 SNR간의 상관계수가 거의 1에 가까운 정도로 상관관계가 매우 높음을 알 수 있었다. 게다가 셀 손실률에 따른 MOS, 셀 손실률에 따른 SNR의 상관관계도 매우 높게 나타나서, 원하는 음성서비스의 MOS나 SNR이 정해지면 그에 따른 셀 손실률도 알 수 있음을 알았다.

※ 본 연구는 한국통신 통신망연구소의 HAN/BISDN 위탁연구사업의 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

[1] CCITT SG X VIII, Draft Recommendation I.361, Geneva, June, 1992.
[2] Walter J. Goralski, *Instruction to ATM Networking*, McGraw-Hill, 1995.
[3] 김지중, "B-ISDN의 서비스품질," *텔레콤*, 제11

권 제2호, 1996

[4] ATM Forum/95-1504R2: "Circuit Emulation Service Version 2 Baseline," Dec. 1995.

[5] 김정환 외, "음성품질 주관 평가법," 한국음향학회지, 제9권 제4호, 1990

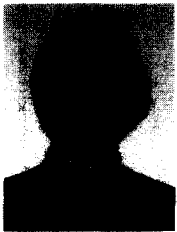
[6] 권윤주 외, "오피니언 테스트에 의한 전화 음성품질 평가," 한국음향학회

[7] L. H. Kieu and K. N. Ngan, "Cell loss

concealment schemes for MPEG-2 video coders in an ATM network," *IEEE Trans. Image Processing*, vol.3, no.5, pp.666-677, Sep. 1994.

[8] Strang, *Linear Algebra and its Applications*, second edition, Academic Press INC. 1980.

저 자 소 개



曹英順(正會員)

1973년 10월 22일생. 1996년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사). 1998년 2월 경북대학교 전자공학과(공학석사). 1998년 3월 ~ 현재 LG 전자 멀티미디어연구소 주관심

분야는 오디오코딩, 디지털통신, 음성신호처리



徐正旭(正會員)

1972년 12월 12일생. 1995년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사). 1997년 2월 경북대학교 전자공학과(공학석사). 1997년 3월 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정. 주

관심분야는 음성코딩, 디지털통신, ATM network



錢建星(正會員)

1953년 11월 9일생. 1977년 2월 서울대학교 전자공학과(공학사). 1979년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사). 1989년 2월 University of Florida(공학박사). 1979년 3월 ~ 현재 경북대학

교 전자공학과 교수. 주관심분야는 음성신호처리, 디지털통신, 디지털신호처리