

유비쿼터스 환경에 적합한 IP 통화품질 측정 모델

Suitable IP Currency Quality Measurement Model in Ubiquitous Environment

최승권*, 이병록*, 신병곤**, 김선철**, 조용환*

충북대학교*, (주)케이티**

Seung-Kwon Choi(skchoi1972@hotmail.com)*, Byeong-Rok Lee(bblsh1689@hanmail.net)*,
Byung-Gok Sin(shock507@hanmir.com)**, Sun-Chul Kim(kimsunc@hanmail.net)*,
Young-Hwan Cho(yhcho@chungbuk.ac.kr)*

요약

본 논문은 IP를 통한 화상전화 서비스 환경에서 통화 품질 측정 E-Model을 개선하여 품질 분석과 유비 쿼터스 환경에 적합한 화상전화 서비스 통화 품질 측정 모델을 제안 한다. 이 연구는 영상전송에서 여러 손실 요소 중 부호화 및 지연에 관련된 모델을, 음성에서는 버스트 패킷 손실과 최신 효과를 적용하여 화상전화 서비스의 품질을 측정할 수 있게 하며, NR factor 측정 모델과 UR factor 측정 모델을 사용하여 사용자가 인지하는 실제 품질에 더 가깝도록 지연과 최신효과를 추가하는 방법을 제공한다. 결과적으로 화상전화 서비스 통화 품질 모델에 최신 효과를 감안하여 기존 모델보다 더 정확한 결과 값을 보일 수 있다.

■ 중심어 : | 화상전화 | VoIP | 통화 품질 | 측정 모델 | 유비쿼터스 |

Abstract

This paper proposes a quality measurement model for video phone service over IP environment. Proposed model enhances conventional E-Model by using quality analysis and this model is suitable for ubiquitous environment. This research measures video phone quality by applying burst packet loss and recency effect. It uses delay and recency effect for compensating actual quality and recognized quality of user using NR and UR factor. Simulation results show that this model can provide more precise results than conventional model by considering recency effect of video phone service quality measurement model.

■ keyword : | Video Phone | VoIP | Speech Quality | Measurement Model | Ubiquitous |

I. 서론

인터넷 사용자의 폭발적 증가에 따라 전 세계적으로

인터넷 산업 발전을 위한 노력과 경쟁이 더욱 가속화되어 왔고, 최근 급부상하고 있는 MPEG 서비스와 VoIP 서비스(인터넷 전화 서비스) 기술은 현재의 인터넷 응용

* 본 논문은 2005학년도 충북대학교 학술연구 지원사업의 연구지원비에 의하여 연구되었습니다.
(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2005)

접수번호 : #060712-001

접수일자 : 2006년 07월 12일

심사완료일 : 2006년 08월 02일

교신저자 : 조용환, e-mail : yhcho@chungbuk.ac.kr

서비스 중 최고의 관심 분야로 떠오르고 있다.

이러한 화상전화 서비스가 보급됨에 따라 고객들은 기존에 사용하던 PSTN과 유사한 VoIP 서비스 품질과 차이가 끊이지 않는 고화질의 영상을 요구하게 되는 반면, 현재 국내에서는 영상 전송 품질측정과 VoIP 서비스의 통화품질 평가에 관한 연구가 일부 기업 및 서비스 업체에서 초기수준으로 이루어지고 있는 단계이나, 기존 통화품질 측정 모델의 분석 수준에 그치고 있는 실정이다.

현재 정통부에서는 차세대 IP환경에서의 MPEG 영상 품질 측정 시스템과 VoIP 서비스의 품질 평가를 위해 E-Model을 도입하여 E-Model 측정값 R=70 이상의 사업자에게 070 착신번호를 부여하고 있으며 국외에서는 미국의 ITU-T등의 기관에서 스터디 그룹을 형성하여 영상 및 음성 서비스의 통화품질 평가 모델의 개발에 주력하고 있다. 그러나 이러한 측정 알고리즘들은 송수신된 영상과 음성에 기반을 두어 인지되는 품질을 평가하기 때문에 음성 샘플에 따라 품질이 달라지고, 음성 품질에 큰 영향을 미치는 네트워크의 환경 요소를 반영할 수 없는 단점이 있다.

일반적으로 통화품질은 사용자가 인지하는, 즉 사용자들이 실제로 경험했다고 믿는 품질 수준을 나타내고 이 품질은 기술적인 용어가 아닌 만족의 정도로써 표현된다.

여러 통화 품질 측정 모델을 통해 얻어낸 값들을 [표 1]과 같이 MOS라는 5단계의 평가 기준으로 산출하여 품질을 분류하는 것을 보여준다.

표 1. MOS Estimation Table

Grade	Quality	Perception Rate
5	Excellent	Imperceptible
4	Good	Just Perceptible, not Annoying
3	Fair	Perceptible and slightly Annoying
2	Poor	Annoying but not Objectionable
1	Bad	Very Annoying and Objectionable

MOS 값은 다수의 사람들이 자기 나름대로의 평가를 내리고 평균값을 구하는 방식으로 주관적이며 비효율성이 크다. 이를 해결하기 위해 E-Model이 제시되었다.

E-Model은 ITU-T에서 정한 전송 품질 평가 모델로서 사용자가 직접 느낄 수 있는 주관적인 품질을 보편적인 인지 측면에서 최대한 객관적으로 평가하고자 착안한 모델이며, MPEG 전송과 VoIP에서의 손실을 적절하게 수용할 수 있어 현재 인터넷 화상 전화 품질 평가에 널리 적용되고 있다. 그러나, 기존까지의 E-Model은 랜덤 패킷 손실을 가정하고 있으며, 이는 현재 대부분의 망에서 사용되는 버스트 전송 형태의 망에는 적합하지 않다. 또한, E-Model에서 사용되는 파라미터의 주관적인 측정값에는 최신효과(Recency Effect)가 적용되지 않아 정확한 품질 측정에 어려움이 많이 나타나고 있다.

현재 통화품질 측정은 인터넷 화상 전화에서 화상 전송 및 VoIP 서비스의 활성화 방안이 가장 중요한 요소로 자리 잡고 있는 만큼 다양한 연구를 통한 전송 서비스 통화 품질 평가 모델의 개발이 시급한 실정이다.

II. 화상전화 (MPEG2 VoD / VoIP) 서비스

1. MPEG2 영상(VoD) 서비스 개요

MPEG1은 H.261과 일부 공통성을 유지하면서 새로이 저장 미디어용으로 표준화된 것으로 현재는 게임이나 동영상의 비디오 CD에 많이 이용되고 있다. MPEG2는 대상 영상을 현행 TV 품질 이상으로 하여 저장 미디어뿐만 아니라 통신 및 방송 미디어에 적용이 고려되고 있는 동영상 압축 방식이다.

통신 네트워크의 광대역화에 따라 더 좋은 고해상도의 영상 전송 서비스가 가능할 전망이며 이용되는 각각의 전송망에 따른 설정을 위해 영상 및 음성과 같은 특징들이 정의되어있다.

2. 음성전송 (VoIP) 서비스 개요

VoIP 서비스는 일반적으로 음성을 데이터 신호로 변조하여 인터넷 회선을 통하여 전화통화를 가능하게 하는 것을 말한다[1]. 일상생활에서 가장 보편적인 통신 수단으로 인식되는 전화는 회선 교환방식을 이용하여 일정회선을 독점 사용하므로 회선 당 비용이 높으며 특히 시외, 국제 전화시 많은 비용을 부담해야만 하는 단점을

가지고 있다. 그러나 VoIP는 패킷 전송 방식을 사용함으로 기존에 회사 전용망이나 국가 기간 망 등을 이용하여 실시간 음성 데이터를 패킷 단위로 나누어 전송 가능하므로 회선의 특점을 막고, 보다 저렴하게 음성 통화를 할 수 있는 장점을 가지고 있다[1][2].

3. 화상전화 서비스 품질 요소

MPEG VoD 서비스와 VoIP서비스의 품질에 영향을 미치는 요소는 매우 다양하다. 화상전화 단말 내부에서 코덱 지연 발생을 비롯하여 IP 망 구간에서 지연, 패킷 손실 및 지터 등 다양한 품질 손실 요인이 있다. 일반적으로 영상전송 및 음성 전송 서비스 품질(QoS)은 접속 품질과 전송 품질로 구분된다. 따라서, 인터넷 화상전화의 전송 품질은 [표 2]와 같은 요소로 구분할 수 있다[3].

표 2. 전송 품질 측정 요인

	접속 품질	영상통화품질
품질 평가 요소	<ul style="list-style-type: none"> - 내부 셋업 소요 시간 - 게이트키퍼와 게이트웨이 간의 연결 소요 시간 - 인증, 과금 같은 부가 서비스 처리를 위한 서버 접속에 소요되는 시간 	<ul style="list-style-type: none"> - 종단간(end-to-end) 지연 : 코덱 지연 + 패킷화 및 버퍼링 + 네트워크 전송 지연 + MPEG2 시스템 타이밍 - 통화품질 영향 요소 : 코딩 잡음, 애코, 패킷 손실, 대역폭 부족 등

아래 [표 3]은 MPEG VoD / VoIP 서비스 품질과 관련한 주요한 품질 파라미터를 나타내고 있다.

표 3. 인터넷 화상 전화 서비스 품질 파라미터

구분	접속품질 (접속지연/접속률)	통화품질 (호명률성)
품질파라미터	DTD PDD CCD Call Cut-Off Ratio Call Completion Ratio	MOS PSQM PAMS PESQ E-Model (R-factor)

4. 통화 품질에 영향을 주는 요소

통화 품질에 영향을 주는 주요 요소는 다음과 같다.

- 전파 지연 : 두 종단 간의 전파가 지연되는 물리적인 거리
- 전송 지연 : 모든 네트워크 디바이스를 경유할 때 걸리는 시간을 말한다.
- 지터 버퍼 지연 : 데이터그램의 도착 시간에 많은 변화가 있을 때 지터 버퍼는 원활한 반응을 유도하는 역할
- 장비 지연 : 저속 코덱은 고속의 코덱보다 신호를 압축하기 때문에 오디오 신호가 감쇄된다.

이외의 영상 데이터 손실 지연 등 화상전화 서비스에 영향을 미치는 다양한 지연들이 있다.

5. 화상전화 서비스의 통화품질 평가

ITU-T/ITU-R(ITU93)에서는 화상과 음성통화 즉 전송 품질에 영향을 미치는 다양한 요소들을 체계적으로 분석하기 위한 방법으로 E-Model을 제시하였다. E-Model에서는 영상 손실과 신호 대 소음 비율, 전송 손실들의 합, 영상 및 음성 신호에 대한 지연 손실들의 합, 장비 손실 및 패킷 손실을 고려한 압축 코덱 사용에 따른 손실 등 다방면에 걸친 손실 요소들을 분석하고 있다.

현재 VoIP 서비스의 통화품질은 화상전화 활성화에 가장 중요한 요소로 자리 잡고 있는 만큼 영상의 손실보다는 사용자 측면에서는 음성 데이터의 손실이 더 크게 지각되는 것이 사실이다. 이에 영상과 음성의 품질을 적절히 조율하며 전반적인 화상통화 품질의 향상을 위해 다양한 연구를 통한 통화 서비스 품질 평가 모델의 개발이 필요하다.

III. 통화 품질 평가를 위한 향상된 E-Model

1. 화상통화 품질의 목적

화상통화 품질의 궁극적인 목적은 지속적으로 끊임이 없는 영상과 PSTN 방식의 음성 전송과 동일한 품질 수준의 통화 품질을 보장하는 것이다. 일부 기업에서는 음성통화에 비중을 두어 바늘이 떨어지는 것을 사람이 귀

로 들을 수 있을 정도로 높게 PSTN 방식의 통화 품질을 광고하고 있다. 또한 대부분의 기업들은 MPEG 압축 기술과 VoIP 기술이 실상에 적용돼 나날이 통화 품질은 향상될 것이라고 한다. 그러나 이것은 사용자들이 어느 정도의 통화 품질을 원하는지를 알아야 한다는 것을 내포하고 있다. 기존 방법에는 크게 MOS, PSQM, PESQ 방식이 있다[4].

MOS 방식은 Mean of Opinion Score의 약어로 평균 의사 점수를 말한다.

표 4. MOS의 응용 분야

	Listening-only	Conversational
Subjective	MOS-LQS	MOS-CQS
Objective	MOS-LQO	MOS-CQO
Estimated	MOS-LQE	MOS-CQE

MOS는 서로간의 대화를 위해 사용되는 전신 전화, 네트워크 설계 모델을 위해 사용되고 있다. 이러한 사용 예는 [표 4]와 같은 응용분야에 활용되고 있다[5].

MOS 점수는 수신전용 혹은 통신전용 상황에서 손쉽게 적용할 수 있다. 이러한 방법은 세 가지 경우에서 구분되어질 수 있다. [그림 1]에서는 MOS-LQS 방식, MOS-LQO, MOS-LQE 사이의 상관관계를 도시하고 있다[6].

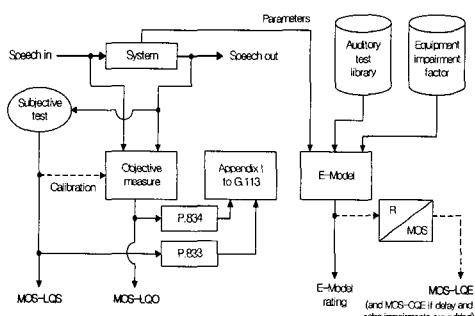


그림 1. MOS Qualifiers 사이의 관계

PSQM 방식은 Perceptual Speech Quality measure의 약어로 유선 영역 코덱의 품질을 평가하기 목적의 이론이다. 또한 PSQM의 목적은 실생활에서 주제에 대한

음성 인식에 사용되거나, 음성 코덱을 판단하기 위한 실험을 시뮬레이션 하는데 주로 사용된다. [그림 2]는 PSQM을 이용하여 최초 신호에서 변환된 신호를 비교하는데 사용되는 것을 도시하였다[7].

PESQ 방식은 perceptual speech quality measure의 약어로 인지할 수 있는 음성 품질 측정에 사용된다. 실제 시스템에서는 낮은 비트율의 부호, 채널 에러에 기인한 왜곡과 같은 다양한 자연 및 필터링을 내포하고 있다. PSQM 이론은 왜곡, 다양한 딜레이, 적당한 필터링 양을 가질 수 없는 음성 코덱을 평가하는데 사용되도록 권고되고 있다. PESQ 이론은 감소된 신호 $Y(t)$ 를 가지고 초기 신호 $X(t)$ 와 통신 시스템을 통한 통과 결과 신호 $X(t)$ 를 비교하는 방법이다. PESQ의 출력은 수신 테스트에서 $Y(t)$ 에 주어진 인지된 품질의 예측 값이다. 이러한 동작은 다음과 같은 단계로 동작하게 된다.

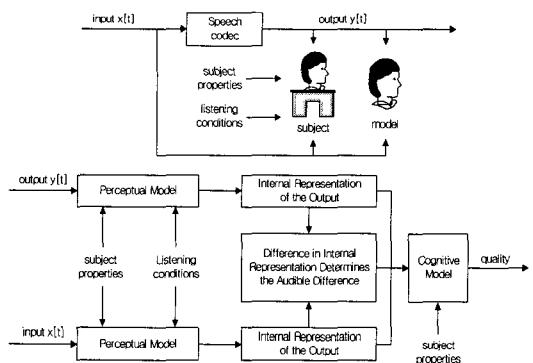


그림 2. The Development of the PSQM

초기 입력 신호와 감소된 출력 신호 사이에서 PESQ 지연의 첫 단계는 이전 시간 간격으로부터 중요한 차이가 있는 지연에 대하여 각각의 시간 간격을 계산한다. 다음으로는 각각의 시간 간격은 계산된 시작과 정지 포인트와 일치하게 된다.

PESQ에서 발견된 지연들을 기반으로 인지 모델을 사용하여 테스트 시 장치의 감소된 출력과 초기 오리진 신호를 비교하는 것은 [그림 3]과 같다.

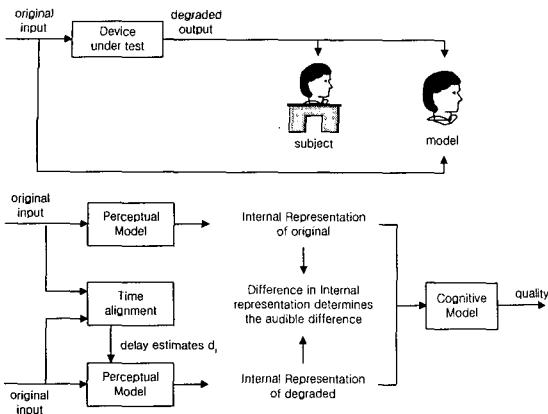


그림 3. PESQ에 적용된 기본 개념

[그림 3]에서 도시한 바와 같이 이러한 프로세스의 핵심은 국제 표기 하에 초기 신호와 감소된 출력 신호 사이의 변환이라 할 수 있다. 그러나 이러한 국제 표기를 사용하는 PESQ 알고리즘은 전송 품질의 평가를 제공하지 못한다는 단점을 가지고 있어 유저들이 많은 신뢰를 하지 모한다는 것이다.

MOS, PSQM, PESQ 방식 모두 각각의 장점을 보유하고 있지만 평가 면에서 이러한 방법들 모두 단점들이 부각됨에 따라 평가 모델에 대한 방법들이 도출되고 있으나 아직도 미흡한 실정이다[8].

상기의 문제점을 감안하여 ITU-T에서 제안된 E-Model에서는 현재 일상에서 네트워크의 복잡성에 적합한 많은 전송 파라미터를 계획하고, 전송 효율에서는 개인뿐만 아니라 연관된 기관의 요구를 만족시키고 있다.

E-Model이 제안됨에 따라 사용자들에게 종단 통신에 대한 성능을 보장뿐만 아니라 통신 설계자에게 유용하게 사용되는 것이 가능하게 되었다. E-Model에서의 출력은 전반적인 통신 품질을 가진 스칼라 값 R 이 된다. 이것은 모델로부터 초기 출력을 기초로 해 여러 등급을 나누는 요인으로 적용되지만 사용자 의견에 대해 보편적 평가를 주기위해 점차 변환되어 진다.

E-Model은 이전 전송률 모델을 참조하여 장비 감쇄 요인에 기초하고 있다. 연결에 대한 참조는 [그림 4]와 같이 송신측과 수신측으로 나누어진다.

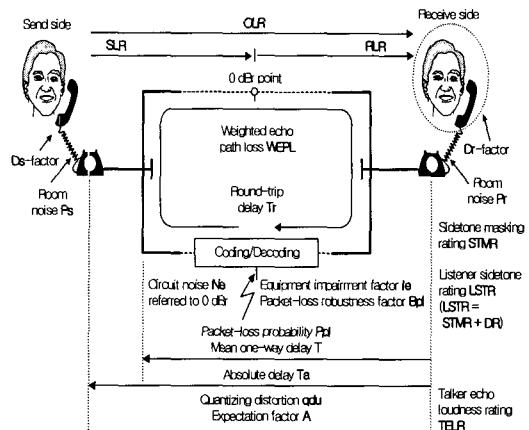


그림 4. E-Model 의 연결 참조

[그림 4]에서 보는바와 같이 E-Model은 수신측에서 사용자에 의해 인지되는 방법으로 화자에서 청자에 이르기까지 통신의 품질을 평가할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

첫 단계에서 E-Model을 가진 어떤 계산에 대한 결과는 고려된 연결을 위해 상대적인 모든 전송 파라미터와 연동된 전송률 요인 R 이다.

이 파라메타 요소 R 은 다음과 같이 구성된다.

$$R = Ro - Is - Id - Ie\text{-eff} + A \quad (1)$$

Ro 는 원칙적으로 회선 잡음과 같은 초기 잡음을 포함하여 기본 신호 대 잡음비로 나타나게 된다. 파라메타 요소 Is 는 음성 신호를 가지고 다소 자극적으로 발생하는 모든 감쇄의 결합을 나타낸다.

파라메타 요소 Id 는 낮은 비트율 코덱에 의해 발생되는 장비 감쇄 요소 $Ie\text{-eff}$ 와 딜레이에 의해 야기되는 감쇄로 나타낸다. 용어 Ro 와 Is , Id 값은 특정 감쇄 값으로 분할된다. 실험 결과 모든 파라메타가 디폴트일 때는 $R=93.2$ 로 매우 높은 품질의 계산 결과를 도출하였다. 이때 전송 요소 R 은 0에서 100안에 위치할 수 있고, $R=0$ 일 때 최악의 품질을 나타내었고, $R=100$ 일 때 매우 높은 품질을 나타내었다.

제안한 E-Model은 기존 방법에서 보다 품질 측정의 통계적 평가를 제공함으로써 차별화 될 수 있다. scale

1~5안의 통신 상황을 위한 MOScqe는 R요소로부터 얻을 수 있다. R 요소는 MOScqe로부터 R을 계산하기 위해 $6.5 \leq R \leq 100$ 안에서 인버팅된다. [그림 5]는 R요소의 MOScqe 기능을 도시하였다.

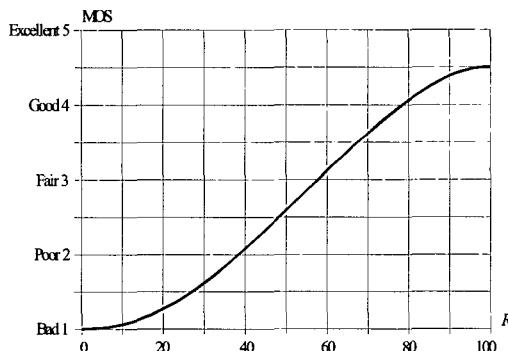


그림 5. R에 대한 MOScqe

일부의 경우 송신 설계자는 설계된 계산으로부터 R 요소와 같은 품질 측정에 대한 사용과 유사하지 않은 경우가 있으므로 [그림 6]에서 주어진 설계 목적을 위한 계산된 R 요소에 대한 지침을 도시하였다.

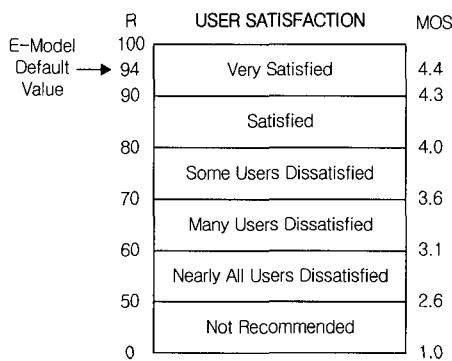


그림 6. The Relation Between R and MOS

2. 통화 품질 평가를 위한 향상된 E-Model

E-Model의 응용은 현재의 네트워크 설계에 적용되고 있지만, 거기에는 여전히 모델의 사용성의 한계와 같은 몇몇 문제가 있다. 이것은 종단으로부터의 결과와 네트워크의 전송 특성이 모델이 적용될 당시를 고려하지 않

았다는 것이다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 전송 시스템과 종단 장비 모두에서 기술적인 발전을 제공하는 개념을 제시하였고, 기존 모델을 업데이트하고 유지하기 쉽게 설계하였다. VoIP 서비스는 또한 사용자들에게 접근에 대한 장점이 있을 때 감쇄 요소의 보상을 부여하게 된다. E-Model에 대한 유효성 영역은 단지 기존 네트워크에 적용할 수 없도록 확장되었지만 패킷 기반 전송, 광대역 시스템, 혹은 자동 종단 장비에서는 확장 가능하다.

화상전화 서비스는 시간에 따라 변화하는 시간 추이 통화 품질을 가진다. 그러나 기존 E-Model에서는 버스트 패킷 손실과 같은 시간 추이 감쇄에 대한 영향을 고려하지 못한 단점을 가지고 있다.

2.1 패킷 손실

음성 품질에 가장 큰 영향을 주는 네트워크 감쇄는 패킷 손실이라 할 수 있다. 패킷 손실은 네트워크에서 버퍼 오버플로에 기인하여 일어나고 전송 에러를 초래하기도 한다. E-Model에서 장비 감쇄 요소 Ie는 일반적으로 음성 전송의 영향을 받게 된다. [그림 7]은 패킷 손실을 가진 Ie의 추이에 대하여 도시하였다.

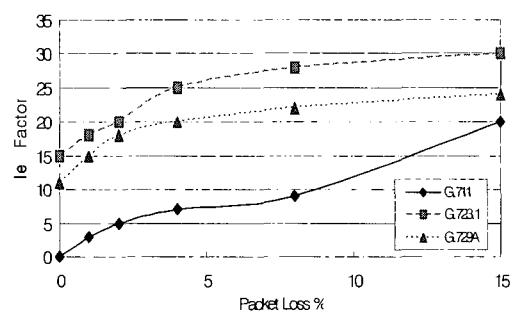


그림 7. 패킷 손실 추이

패킷 손실을 야기하는 몇몇의 메커니즘은 [그림 8]에서 도시한 바와 같이 특정 구간에서 버스트 패킷 손실이 발생하고 있는 것을 볼 수 있다.

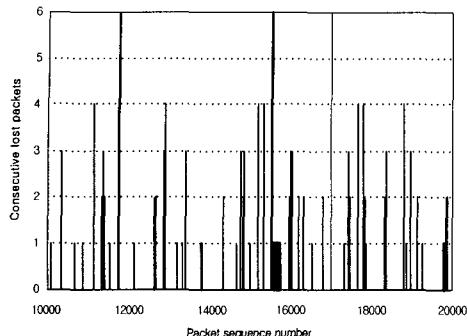


그림 8. 패킷 손실 메커니즘

2.2 음성 통화 품질 측정의 효과

만약 VoIP를 이용하여 통화하는 동안 패킷 손실률이 변화한다면 인지된 통화 품질 또한 변화할 것이다.

용어 "Instantaneous Quality(일시적 품질)"은 패킷 손실이나 감쇄에 기인한 계산된 품질 혹은 측정된 품질을 나타내기 위해 사용되어진다.

용어 "Perceived quality(인지하고 있는 품질)"은 사용자가 일정 시간에 기록한 품질을 나타낼 때 사용하곤 한다. 만약 일시적 품질이 일정시간에 양품에서 불량으로 변화한다면 수신자는 바로 그러한 현상을 인지하지 못하다. 그러나 시간이 지남에 따라 사용자들은 그러한 감쇄를 인지하게 될 것이다.

일반적으로 Perceived Quality가 Instantaneous Quality보다 좀 더 느리게 변화하므로 통화품질 측정에서도 이러한 요소를 반영해야 더 정확한 품질의 측정이 가능하다[9].

따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 개선하기 위해 개선된 E-Model을 제안함으로 이러한 문제를 해결하고자 한다.

2.3 개선된 E-Model

본 논문에서 제시한 개선된 E-Model은 기존의 E-Model을 기본으로 하여 모델링을 한 후 최근 많은 문제가 되고 있는 패킷 손실을 고려하였다. 개선된 E-Model의 흐름도는 [그림 9]와 같다.

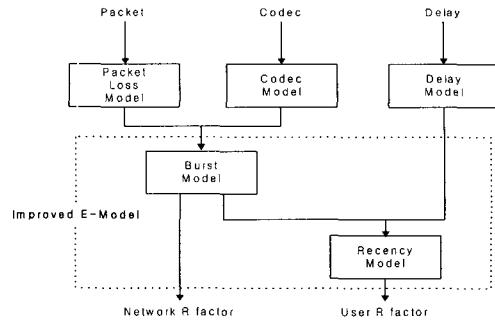


그림 9. Block Diagram of Improved E-Model

2.4 Network R Factor

각 시간구간에 따른 패킷 손실을 감안한 NR factor의 값은 다음과 같이 수치화 하였다.

$$NR = 93.2 - 1e(av) \quad (2)$$

NR 값은 지연이나 최신효과를 포함하지 않고, 다만 패킷 손실과 지터, 코덱 형태에 따른 전송 품질을 측정하는데 사용되는 네트워크상의 순수한 평가 요인만을 포함한다.

2.5 User R Factor

사용자가 인지하는 실제 품질에 더 가깝도록 전송지연과 최신효과를 추가한 요인을 의미 하며 인지 방법은 개선된 E-Model의 NR factor에 시간에 따라 변화하는 최신효과와 지연 요인을 계산하여 사용자가 인지하는 실제 품질에 더 가깝도록 보상하였다.

IV. 실험 및 결과 분석

1. 버스트 패킷 손실 측정 실험

앞서 제안한 향상된 E-Model의 성능을 평가하기 위하여, [그림 10]과 같이 마코프 체인을 사용하는 2-상태의 길버트 모델을 구현하고 버스트 패킷 손실 특성을 설명하기 위해 사용하였다.

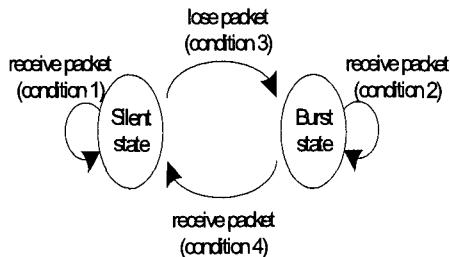


그림 10. 패킷 손실을 반영하는 길버트 모델

다음 네 가지 조건은 버스트 또는 유휴 상태에서의 전위 조건을 나타낸다.

Condition 1 : Silent state - receive packet

Condition 2 : Burst state - receive packet

Condition 3 : Burst state - lose packet

Condition 4 : Silent state - receive packet

Silent 상태는 정상적인 패킷 수신 동작 상태를 말하며 이 상태에서 손실 패킷이 발생한 경우 버스트 상태로 전이되고 버스트 상태에서 손실된 패킷을 재전송 하는 단계를 거치고 다시 원 전송 상태로 복귀하는 과정을 보인다.

■ 버스트 패킷 손실 발생시 루틴

```

C5 = C5 + npr
if npr >= Smin then
  if lost = 1 then
    C14 = C14 + 1
  else
    C13 = C13 + 1
  lost = 1
  C11 = C11 + npr
else
  lost = lost + 1
  if lost > 8 then C5 = 0
  if npr = 0 then
    C33 = C33 + 1
  else
    C23 = C23 + 1
  
```

$$C22 = C22 + npr$$

$$npr = 0$$

- npr은 입력 파라미터 마지막 패킷손실 이후에 수신한 패킷의 수를 표시
- 카운터 C11~C14는 적합한 Markov model 천이 확률을 결정하는데 사용(예:C11은 P11의 계산에 사용)
- 카운터 C5는 마지막 버스트 손실패킷의 자연측정에 사용

위 실험 환경에서 버스트 패킷 손실에 관한 실험 결과를 [그림 11]에 도식화 하였다.

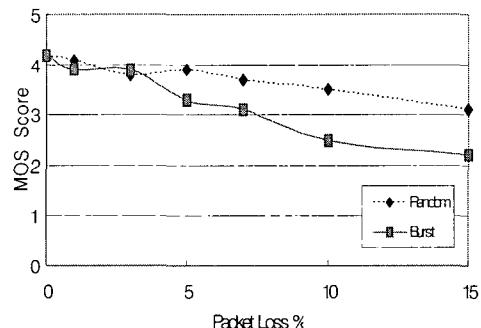


그림 11. 길버트 모델 적용 결과

결과와 같이 실제 사용자가 느끼는 서비스 품질은 같은 양의패킷 손실이라도 버스트 패킷손실이 더 나쁜 영향을 줄 수 있다. 기존 모델에서는 랜덤과 버스트 패킷 손실 모두 같은 MOS score를 보이나 제안한 E-Model에서는 버스트 패킷 손실시 사람이 느끼는 것과 마찬가지로 더 낮은 점수를 보이고 있음을 볼 수 있다.

2. NR Factor 측정 실험

개선된 E-Model의 NR factor 결과는 MOS Score로 변환하여 MOS, PESQ, 기존 E-Model과 비교하였으며 패킷 손실은 0~10%로 변화를 주며 손실별 결과를 확인하였다. [그림 12]는 위 환경의 실험 결과를 도식화 했다.

제안한 E-Model의 NR Factor의 결과가 필터링, 가변지연, 코딩 왜곡, 채널 오류 등을 고려한 PESQ와 비슷한 성능을 보이나 NR 값이 더 정확한 결과를 보이고 있음을 볼 수 있다.

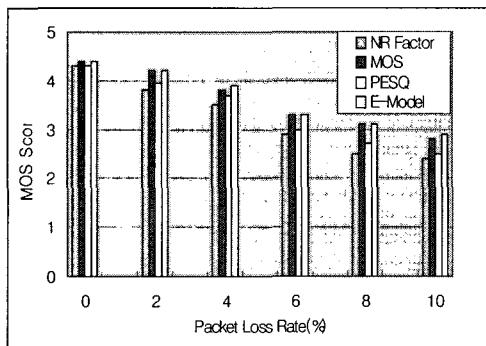


그림 12. NR Factor 실험 결과

3. UR Factor 측정 실험

패킷 손실 이벤트는 일정구간에 패킷 손실을 주고 최신효과를 가정하여 설정하였다.

UR factor의 수치는 다음 식과 같은 정의 하였다.

$$UR = 93.2 - I_e(\text{end of call}) - I_d \quad (3)$$

사용자가 인지하는 실제 품질에 더 가깝도록 지연과 최신효과를 추가한 것을 의미하며 결과는 개선된 E-Model의 UR factor가 시간에 따라 변화하는 최신효과를 보상함을 보여준다. 또한 MOS나 기존의 E-Model에 비해 더 객관적으로 통화품질 측정이 가능함을 알 수 있다. 이는 MOS와 E-Model은 하나의 호 동안의 통화 품질이 상대적으로 일정하다고 가정 이지만 개선된 E-Model은 최신효과와 같은 시간에 따라 변화하는 요소들을 감안할 수 있음을 [그림 13]에서 볼 수 있다.

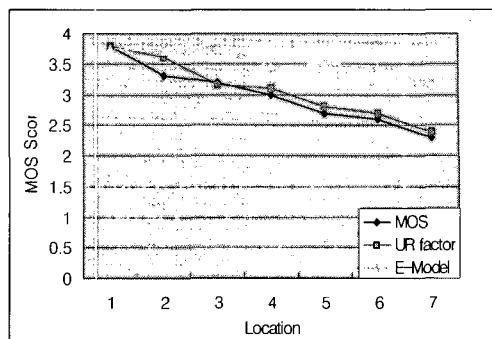


그림 13. UR Factor 비교

V. 결론

본 논문에서는 화상전화 서비스에 대한 고찰과 함께 기존의 화상전송 및 VoIP 통화품질 평가 모델과 문제점들을 살펴보았다. 그리고 현재 가장 보편적으로 이용되고 있는 E-Model의 단점을 개선한 E-Model을 제안하였다. ITU-T/ITU-R에서 표준화한 E-Model은 현재 가장 보편적으로 이용되고 있으나, 많은 문제점을 가지고 있기도 하다. 그러므로 ITU-T/ITU-R에서도 E-Model을 대체할 수 있는 많은 연구가 이루어지고 있으나 미흡한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 기존의 화상전화 서비스의 통화 품질 측정에서 고려되지 않았던 2가지 요소를 개선하였다. 개선 요소는 기존 E-Model의 랜덤 패킷 손실의 한계를 대체하기 위하여 패킷 손실 값을 반영하여 보다 정교한 측정이 가능한 것을 보았다. 또한 기존에 E-Model에서 무시되었던 time varying impairment 값을 최신 효과의 도입으로 해결하였다. 패킷 손실 모델을 통한 시뮬레이션 결과에서도 개선된 E-Model이 두 결과 값 NR factor와 UR factor를 통한 통화 품질 측정 결과 기존 모델보다 더 정교하고 신뢰성이 있음을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] B. Douskalis, *IP Telephony*, Prentice Hall, pp.7-12, 2000.
- [2] O. S. Kwon, "Internet Telephony," Information and Communications Policy Issue, No.14-1, Sep., 2002.
- [3] I. S. Lee, "The Standardization Tendency of Voice Service Quality," IT Standard Weekly, TTA, No.40, Oct., 2003.
- [4] J. Q. Walker, *A Handbook for Successful VoIP Deployment : Network Testing, QoS, and More*, NetIQ Corporation, 2001.
- [5] ITU-T Recommendation p.800, *Methods for subjective determination of transmission quality*, Aug., 1996.
- [6] ITU-T Recommendation p.800.1, *Mean Opinion Score terminology*, Mar., 2003.
- [7] ITU-T Recommendation p.861, *Objective quality measurement of telephoneband speech codecs*, Feb., 1998.
- [8] ITU-T Recommendation p.862, *Perceptual evaluation of speech quality(PESQ)*, Feb., 2001.
- [9] S. K. Choi, J. M. Song, B. R. Lee, B. S. Hwang, and Y. H. Cho, "Advanced E-Model for VoIP Call Quality Assessment," Journal of Korea Contents Association Vol.5, No.4, Aug., 2005.

이 병 록(Byeong-Rok Lee)

종신회원



- 2005년 2월~현재 : 충북대학교 겸임교수
- 현재 : (주)유비컴테크놀러지 연구소장
- <관심분야> : 유비쿼터스 네트워킹, 무선통신, 멀티미디어 통신, 의용공학

신 병 곤(Byung-Gok Sin)

정회원



- 현재 : KT 전무(수도권강북 본부장)
- <관심분야> : 유비쿼터스 네트워킹, 무선통신

김 선 칠(Sun-Chul Kim)

정회원



- 현재 : 신명전기공사 사장
- <관심분야> : 멀티미디어 통신, 유비쿼터스 네트워킹, RFID, 무선통신

저 자 소개**최 승 권(Seung-Kwon Choi)**

정회원



- 2001년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 대학원 졸업(공학박사)
- 현재 : 충북대학교 강의전담교수
- <관심분야> : 멀티미디어 컨텐츠 게임 디자인, 유비쿼터스 네트워킹

조 용 환(Young-Hwan Cho)

종신회원



- 1989년 2월 : 고려대학교 대학원 (이학박사)
- 1982년 3월~현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수
- <관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 멀티미디어 통신, 정보통신 정책, 멀티미디어 컨텐츠