

# VoIP 통화품질 표준기술 동향

정옥조 | ETRI 표준연구센터 통합망표준연구팀 선임연구원  
강신각 | ETRI 표준연구센터 통합망표준연구팀 팀장, 책임연구원

인터넷 망을 사용하여 음성 서비스를 제공하는 VoIP는 초기의 호기심을 벗어나 이제는 사업의 한 아이템으로 각광 받고 있다. 통신방송융합서비스사업법을 조만간 제정하고 인터넷전화(VoIP)/ 휴대인터넷/ DMB 등 신규 서비스를 시작해 관련 인프라를 구축하고 이를 바탕으로 IT순환 구조를 만들으로써 올해 IT생산 240조원, 수출 700억 달러를 달성하고자 하는 정부와 IT산업체의 의지에 부응하고자 이번호 특집은 VoIP를 구성하여, 관련 기술동향을 살펴본다(편집자 주).

## 1. 서론

인터넷 망을 사용하여 음성 서비스를 제공하는 VoIP는 초기의 호기심을 벗어나 이제는 사업의 한 아이템으로 각광 받고 있다. VoIP가 사업화됨에 따라 사용자들은 기존의 PSTN에서 사용하던 전화 품질을 요구하는 등 VoIP의 통화 품질에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. IETF에서는 망사업자 관점에서 망의 품질을 개선하기 위한 MPLS, Diffserv, RSVP의 연구를 진행하였으나, 실제로 서비스 품질은 망 뿐만 아니라 단말 등의 품질에도 영향을 받게 된다. 따라서 망 사업자의 관점에서 보는 서비스 품질 기준이 아닌, 고객의 관점에서 인식 가능한 수준에서의 VoIP 통화 품질에 관심을 가질 필요가 있다. ITU-T 및 ETSI에서는 일반 전화의 통화 품질 기술에 대하여 오랫동안 연구해 왔으며, 최근에는 인터넷 환경에 맞도록 통화 품질 기술 표준화를 진행하고 있다. 국내는 VoIP 사업자의 착신번호 부여 요청에 따라 정통부 및 관련 업계를 중심

### VoIP 특집 순서 ●●●●

- 국내·외 인터넷전화 정책동향 및 시사점
- 광대역 통합망 전화 기술
- 광대역 코덱의 기술 및 표준화 동향
- VoIP 통화품질 표준기술 동향**
- VoIP 응용 서비스 표준 기술 동향
- VoIP 시험 서비스 현황

으로 인터넷 전화 제도 정립방안을 논의하고 있으며, 이와 관련하여 이용자의 이익보호를 위해 통화 품질의 기준 및 평가 방법 등의 필요성이 부각되어 올해 관련 기관을 중심으로 연구가 진행될 예정이다.

본 고에서는 VoIP 서비스 제공시 통화 품질을 평가하기 위한 주요 표준 기술 및 관련 표준단체의 동향에 대하여 소개한다.

## 2. VoIP 음성 품질 표준 기술

기존의 유선 전화망 서비스에서 사용하던 음성 품질 평가 기술은 인터넷 환경하에서도 음성 코덱 등의 성능을 평가하기 위해 사용되고 있다. 음성 품질 평가 방법으로써 오랫동안 MOS[1]가 사용되어 왔으며 현재에도 이동 통신 등에서 음성 서비스 품질 평가에 이용되고 있다. 그러나 MOS의 방법은 피험자의 주관적인 판단에 의존하게 됨으로써 정확성 및 공정성이 떨어져



고 고비용의 문제가 있기 때문에 이를 개선하기 위해 피험자가 관여하지 않는 객관적인 음성의 품질 측정 방법이 선호되고 있다. 본 장에서는 널리 알려진 주관적 평가 기술인 MOS와 객관적 평가 기술의 대표적인 PESQ 및 E-Model에 대해 살펴본다[2][3].

## 2.1 MOS 기술

MOS(Mean Opinion Score)는 용어에서 알 수 있는 바와 같이, 음성의 품질을 피험자들의 평균 의견을 점수화한 값으로 평가한다. 주관적인 평가 방법으로써 대화형 의견 테스트, 청취 의견 테스트 그리고 인터뷰 및 조사 테스트 등의 방법을 사용한다. <표 1>은 MOS 값에 따른 사용자의 만족도를 나타낸다.

<표 1> MOS 값에 따른 품질 등급

MOS 값	품질 등급
5	Excellent
4	Good
3	Fair
2	Poor
1	Bad

MOS는 청취 품질과 대화형 품질(통화 품질, 종합 품질)로 구분할 수 있으며, 대화형 품질은 청취 품질 뿐만 아니라 지연 및 에코가 품질에 커다란 영향을 미친다. 또한 MOS를 주관적, 객관적 및 추정 MOS로 구분하여 MOS 용어를 세분화 하고 있다.

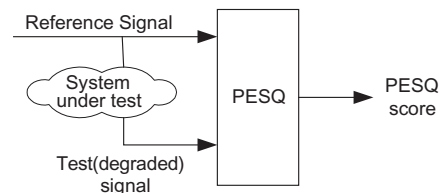
<표 2> MOS의 구분

	청취	대화형
주관적	MOS-LQS	MOS-CQS
객관적	MOS-LQO	MOS-CQO
추정	MOS-LQE	MOS-CQE

MOS는 피험자들이 느끼는 품질의 평균값을 단지 만족감을 수치로 표현하기 때문에 객관적이기 보다는 주관적인 결과가 나올 수 있다. 또한 동일한 피험자가 동일한 환경에서 테스트를 수행하여도 동일한 결과가 나온다는 것을 보장하지는 않으며, 측정을 위한 비용이 높기 때문에 최근에는 객관적인 방법들이 선호되고 있다.

## 2.2 PESQ 기술

PESQ(Perceptual Evaluation of Speech Quality)는 원 신호와 이 신호가 통신 시스템을 통과하여 나온 결과인 감쇄된 신호를 비교하는 평가 방법이다. 원 음성과 감쇄 음성을 입력했을 때 양측의 신호 특성량의 차이에서 음성의 품질을 측정하는 PSQM[4]을 바탕으로 패킷 손실 등을 반영한 PAMS[5]의 장점을 합하여 만든 객관적인 평가 방법이다. PESQ 값은 0.5부터 4.5 사이이며 일반적으로 1.0에서 4.5 사이의 값을 갖는다.



<그림 1> PESQ 측정 구조

PESQ는 청취 품질을 측정하는 기술이기 때문에 청취 음성 왜곡 및 잡음을 측정할 수 있지만 전송 품질은 반영하고 있지 않다. 따라서 PESQ 값이 높더라도 양방향 대화형 품질인 통화 품질 자체는 낮을 수 있어 양방향 통화 품질 평가를 위해서는 추가 개선이 요구되고 있다.



### 2.3 E-Model 기술

E-Model은 ETSI STQ에서 1993년에 표준화되었으며 ITU-T에서 본 표준을 G.107로 승인하였다. E-Model은 망을 설계하고자 하는 사람이 실제 망을 설치하기 전에 미리 망의 품질을 계산식을 통해 추정하기 위한 설계 도구로서 개발되었다. E-Model은 음성 품질에 영향을 끼치는 요소들을 파라미터로 분류하여 계산에 사용하기 때문에 파라미터 기반의 방식이라고도 한다. E-Model의 계산 결과는 종합 음성 전송 품질을 나타내는 R 값이라고 불리는 단일 값이 산출된다 <그림 2>.

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

<그림 2> ITU-T E-Model의 R 값 계산식

R 값은 신호대 잡음비를 품질의 정도라고 간주한 후 음성 신호, 지연, 주변장치(예 : 코덱) 등이 품질에 미치는 손상값을 차례로 빼나가는 형태이다. 일단 R 값이 산출되면 추정 MOS(Estimated MOS)값으로 변환될 수 있다. E-Model의 R값을 산출하기 위한 각각의 파라미터는 <표 3>과 같다.

E-Model은 R 값을 계산하기 위해 20개의 세부 파라미터를 사용하고 있으며, <표 4>는 이들 파라미터 및 기본값을 나타낸다.

<표 3> E-Model 계산식에 사용되는 파라미터

파라미터	내용
R <sub>0</sub>	회선 잡음, 송/수화 실내 경음, 가입자 선 잡음에 의한 주관적 품질 저하
I <sub>s</sub>	OLR(라우드네스), 측음(sidetone), 양자화 변형에 의한 주관적 품질저하
I <sub>d</sub>	송신한 사람의 에코, 수신한 사람의 에코, 절대 지연에 의한 주관적 품질저하
I <sub>e</sub>	낮은 비트레이트 부호화, 패킷/셀 손실 등에 의한 주관적 품질저하
A	모바일 통신 등의 편리성이 주관적 품질(만족도)에 끼치는 영향을 보완

<표 4> E-Model 파라미터 및 기본값

파라미터	약어	단위	기본값	허용 범위
Send Loudness Rating	SLR	dB	+8	0 ... +18
Receive Loudness Rating	RLR	dB	+2	-5 ... +14
Sidetone Masking Rating	STMR	dB	15	10 ... 20
Listener Sidetone Rating	LSTR	dB	18	13 ... 23
D-Value of Telephone, Send Side	D <sub>s</sub>	-	3	-3 ... +3
D-Value of Telephone Receive Side	D <sub>r</sub>	-	3	-3 ... +3
Talker Echo Loudness Rating	TELR	dB	65	5 ... 65
Weighted Echo Path Loss	WEPL	dB	110	5 ... 110
Mean one-way Delay of the Echo Path	T	msec	0	0 ... 500
Round-Trip Delay in a 4 - wire Loop	T <sub>r</sub>	msec	0	0 ... 1000
Absolute Delay in echo - free Connections	T <sub>a</sub>	msec	0	0 ... 500
Number of Quantization Distortion Units	qdu	-	1	1 ... 14
Equipment Impairment Factor	I <sub>e</sub>	-	0	0 ... 40
Packet-loss Robustness Factor	B <sub>pl</sub>	-	1	1 ... 40



파라미터	약어	단위	기본값	허용 범위
Random Packet-loss Probability	Ppl	%	0	0 ... 20
Circuit Noise referred to 0 Br-point	Nc	dBm0p	-70	-80 ... -40
Noise Floor at the Receive Side	Nfor	dBmp	-64	-
Room Noise at the Send Side	Ps	dB(A)	35	35 ... 85
Room Noise at the Receive Side	Pr	dB(A)	35	35 ... 85
Advantage Factor	A	-	0	0 ... 20

E-Model은 데이터망 특유의 손실, 지연 등에 대하여 고려하고 있기 때문에 VoIP 서비스를 위한 통화 품질을 평가할 때 가장 적절하게 적용할 수 있는 기술로 간주되고 있다. 그러나 E-Model은 실제 측정시 음성 품질의 측정 기기나 측정 방법의 차이로 인해 객관적인 평가가 어려운 문제점이 존재한다.

### 3. 표준단체 연구 현황

#### 3.1 ITU-T

ITU-T에서는 전기 통신 관련 기관들이 오랜 기간 동안 음성 품질에 대하여 표준화를 진행해 오고 있다. 특히 음성 품질의 평가를 위해 주관적 평가 방법으로서 MOS 및 객관적 평가 방법으로써 PSQM, PESQ, E-Model 등의 표준을 주도하고 있다.

〈표 5〉 ITU-T의 음성 품질 평가 표준 기술

음성품질의 주관적 평가	음성품질의 객관적 평가
MOS (ITU-T P.800)	PSQM(ITU-T P.861), PSQM+ MNB(ITU-T P.861) PESQ(ITU-T P.862) E-Model(ITU-T G.107)

ITU-T에서는 3.1 kHz에서 핸드셋 단말을 사용한

종단간 음성 전송 품질을 5개의 카테고리로 분류하고 있으며, 이 때 사용하는 품질 기준은 ITU-T G.107의 E-Model의 결과값인 R 값을 사용하고 있다[6].

〈표 6〉 ITU-T G.109 음성 전송 품질 카테고리

R값의 범위	음성 전송 품질 카테고리	사용자 만족도
90 $\leq$ R < 100	Best	매우 만족
80 $\leq$ R < 90	High	만족
70 $\leq$ R < 80	Medium	일부 사용자 불만족
60 $\leq$ R < 70	Low	다수 사용자 불만족
50 $\leq$ R < 60	Poor	거의 모든 사용자 불만족

ITU-T는 현재의 E-Model이 랜덤 패킷 손실만을 반영하고 있기 때문에 버스트(burst) 패킷 손실을 반영할 수 있도록 ITU-T SG12에서 개정 작업을 진행 중에 있다. 또한 E-Model은 핸드셋(Handset) 터미널을 기준으로 모델링 하고 있으며 핸드프리 터미널, PC+헤드셋, PC+라우드 스피커 마이크론 등 터미널을 접속하는 경우의 품질은 ITU-T SG12 WP1에서 연구 진행 중에 있다. ITU-T의 주요 표준 문서 및 연구 중인 문서는 다음과 같다.

- G.IPP: Transmission performance parameters of IP networks affecting perceived speech quality and other voice-band services
- G.TrIP-Islands : Transmission planning



- for interconnected IP-based networks supporting PSTN and VoIP services
- P.VoIP : Transmission characteristics for telephone band(300-3400Hz) Voice over IP telephones
- P.GTWY : Performance specifications for gateways
- P.561 : In-service non-intrusive measurement device - Voice service measurement
- P.562 : Analysis and interpretation of INMD voice services measurements
- P.VTQ : Derivation of voice transmission quality from non-intrusive IP protocol analysis

### 3.2 ETSI

ETSI는 유럽내의 정보통신 분야의 단일 표준화를 담당하기 위한 지역 표준화 기구이다. ETSI의 여러 그룹 중에서 TIPHON은 VoIP에 관련된 표준을 제정하기 위해 구성된 프로젝트로서 WG5에서 종단간 QoS와 관련한 연구를 진행하고 있으며 TISPAN으로 개편되었다. ETSI는 실제 사업에 적용할 수 있도록 종단간 QoS 품질 평가를 위한 파라미터를 구분하고 해당 파

라미터에 대한 기술적인 사항들은 ITU-T에서 대부분 채용하고 있다. ETSI는 통화 품질을 평가하기 위한 객관적인 평가 기술로써 ITU-T E-Model을 채택하고 있다. ETSI TIPHON에서 VoIP 서비스 품질 기준을 5개의 등급으로 <표 7>과 같이 구분하고 있다.

ETSI TIPHON의 주요 표준 문서는 다음과 같다.

- TR 101 329-1, "General aspects of Quality of Service(QoS)"
- TS 101 329-2, "Definition of Speech Quality of Service classes"
- TS 101 329-2, "Definition of speech Quality of Service classes"
- TS 101 329-3, "Signaling and control of end-to-end Quality of Service"
- TR 101 329-5, "Quality of Service measurement methodologies"

### 3.3 TIA

미국의 TIA(Telecommunications Industry Association)는 ETSI TIPHON과 공동 논의를 진행하고 있으며 IP 전화 서비스의 통화 품질에 대해서는 ITU-T E-Model에 따른 R 값을 이용하여 종단간 품질 기준으로 사용하며, 서비스 품질 분류는 ETSI STQ 그룹과 협력하여 검토를 실시하고 있다. TIA는

<표 7> ETSI TIPHON QoS 품질 기준

	Wideband	Narrowband			Best Effort
		High	Medium	Acceptable	
Overall Transmission Quality Rating(R)	not applicable	> 80 (MOS > 4.0)	> 70 (MOS > 3.6)	> 50 (MOS > 2.5)	> 50
Listener Speech Quality	G.711	G.726 at 32 kbit/s	GSM-FR	not defined	not defined
End-to-end Delay	< 100ms	< 100ms	< 150ms	< 400ms	< 400ms



TIA 41 연구그룹에서 VoIP 관련한 표준화 작업을 진행하고 있다.

〈표 8〉 TIA의 통화 품질 카테고리

R값의 범위	통화 품질 카테고리
80 $\leq$ R	High
70 $\leq$ R < 80	Medium
50 $\leq$ R < 70	Low

### 3.4 일본의 IP 전화 통화 품질 표준 현황

일본은 총무성 산하의 IP 네트워크기술에 관한 연구회에서 2002년 2월 발표한 보고서를 통해 IP 전화의 통화 품질 평가 기준으로 ITU-T G.107에서 규정한 R 값을 사용하도록 결정하였다[7]. 또한 050을 다루는 IP전화 서비스 사업자의 기준으로서 R 값이 50을 넘는 것으로 명기하고 있다. 일본은 IP 전화의 음성 통화 품질 기준을 위해 ETSI의 TIPHON 및 TIA가 R 값을 이용하여 IP 전화의 품질 클래스를 정하고 있는 것을 근거로 삼아 IP 전화의 품질 클래스에 통화 품질로서 R 값을 사용하여 3개의 클래스로 구분하고 있다.

〈표 9〉 일본의 IP 전화 QoS 기준

	클래스 A(유선전화 품질)	클래스 B(이동전화 품질)	클래스 C
종합음성 전송품질 등급(R)	> 80	> 70	> 50
End-to-End delay	< 100ms	< 150ms	< 400ms
호손률	.. 0.15	.. 0.15	.. 0.15

일본은 E-Model을 사용하여 통화품질을 평가하기 위해 2003년 4월에 JJ-201.01 표준을 작성하였으며 관련된 ITU-T의 문서도 표준화하였다.

- JJ-201.01 : A Method for Speech Quality Assessment of IP Telephony
- JT-G107 : The E-Model, a computational

model for use in transmission planning

- JT-G113 : Transmission impairments due to speech processing
- JT-G165: ECHO CANCELLERS

## 4. 결론

본문에서는 VoIP 통화 품질을 위한 표준 기술을 살펴보고 이와 관련한 국제표준단체의 동향을 간략히 살펴보았다. 또한 IP 전화에 대해 가장 활발하게 관련 연구 및 법 제도 개선을 추진하고 있는 일본에 대한 기준도 살펴보았다. IP 망의 지연 등을 고려한 VoIP 통화 품질 평가 기술은 ETSI나 일본에서 나타난 것과 같이 ITU-T E-Model이 대부분 채택되고 있다. 그러나 E-Model은 실제로 음성 품질 평가를 위해 현장에 적용하기에는 충분히 검증되었다고 보기 어려우며, 일부 파라미터들은 현재 연구 중에 있어 파라미터 값들 간의 상관관계에 의해 부정확한 값이 도출될 수 있기 때문에 관련 기술에 대한 세부적인 연구가 요구되기도

한다.

국내에 VoIP 법제도 마련과 관련하여 정부 및 사업자간의 협의를 지속적으로 진행하여 제도와 관련된 대부분의 협의는 완료되었으나 사업자의 서비스 품질 기준 및 평가 기술에 대해서는 올해 본격적으로 논의될 것으로 보이며, 이를 위해 정부, 관련 연구 기관 및 사



업체의 협의체를 구성하여 합리적이고 공정한 통화 품질 기준 및 평가 방법을 마련할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] ITU-T P.800, “Methods for subjective determination of transmission quality”
- [2] ITU-T P.862, “Perceptual Evaluation of Speech Quality”
- [3] ITU-T G.107, “ The E-model, A computation Model for use in Transmission Planning”
- [4] ITU-T PSQM, “ Objective quality

measurement of telephone-band(300-3400Hz) speech codecs”

- [5] PAMS, “Perceptual Analysis Measurement System”
- [6] ITU-T G.109, “Definition of categories of speech transmission quality”
- [7] 총무성, “IP전화 서비스의 본격적인 보급을 위한 IP네트워크 기술에 관한 연구회 보고서”, 2002.
- [8] ITU-T, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com12/index.asp>
- [9] ETSI, [http://portal.etsi.org/Portal\\_Common/home.asp](http://portal.etsi.org/Portal_Common/home.asp)
- [10] TIA, [www.tiaonline.org](http://www.tiaonline.org) 