

ITU-T의 E-Model 개선동향

The improving trend of the E-model in ITU-T

임대식, 신재호, 박정렬 · 동국대학교 전자공학과

정옥조, 강신각 · ETRI

Dae Sik Lim, Jaeho Shin, Jeong-Yeol Park · Dongguk University

Okjo Jeong, Shin-Gak Kang · ETRI

Abstract

인터넷의 사용이 폭발적으로 증가함으로 인해 다양한 서비스들의 욕구가 있고 그 중에서도 VoIP가 대표적인 예이다. ITU-T의 Study Group12에서 QoS (Quality of Service)에 관한 연구를 진행하고 있다. 그 중에서도 품질평가 방법에서 전송계획을 위한 G.107의 E-model을 PSTN에서 IP네트워크로 적용하는 연구를 진행하고 있다. VoIP의 QoS문제점을 분석하고 E-model에서 개선되어야 할 파라미터들을 확인하고, 이를 위한 ITU-T의 개선동향을 살펴봄으로써 앞으로의 E-model이 나아가야 할 방향에 대해서 기술하였다.

I. 서 론

최근 인터넷사용의 폭발적인 증가로 인해 인터넷을 통한 다양한 서비스들이 제공되고 있다. VoIP가 그 대표적인 예이다. 그러나 기존의 PSTN의 전화통화 사용자 입장에서 보면 인터넷상에서의 음성서비스가 QoS측면에서 아직

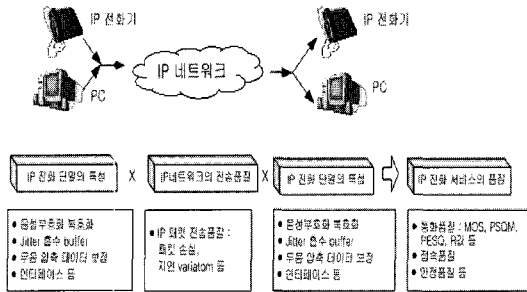
부족한 부분이 많은 실정이다. 이러한 단점을 보완하기 위해 많은 기술들이 등장하고 있고, 국제표준화 기구 등의 여러 단체에서 표준화작업을 진행하고 있다. 특히 ITU-T의 SG12에서 QoS에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

전통적인 PSTN에서 전화통화품질을 객관적으로 평가하여 PSTN이나 기기들의 서비스에 평가도구로 사용하기 위한 ITU-T G.107의 E-model이 있다. 요즘은 IP네트워크를 이용한 전화통화(IP전화)기술이 개발되어 기존 PSTN 전화와 경쟁적인 관계를 갖게 되었는데, 통화품질 평가도구인 ITU-T G.107에서 고려할 수 없는 파라미터가 IP네트워크에서 나타나고 있다. 본 고에서는 E-model이 만들어질 당시에 고려되지 않았던 파라미터들을 확인하고 이를 개선하기 위한 표준화기구 ITU-T의 동향을 살펴보기로 한다.

II. VoIP의 QoS

IP전화통화 평가는 사용자가 서비스의 좋고 나쁨을 판단하여 적절한 선택을 할 수 있도록

하기 위해서, IP 전화의 품질은 사용자가 품질을 쉽게 알아볼 수 있는 단대단(end-to-end) 품질이어야 하며, 또 그 품질은 공통조건 하에서 평가되어 각각의 서비스 품질이 적정하게 비교되어야 한다.



[그림 1] IP전화서비스 각 부분의 품질요인

IP 전화의 품질은 송수신 단말의 특성에 영향을 받기 때문에, 그림 1에 나타난 바와 같이 네트워크 품질만으로는 단대단 품질을 구할 수 없다. IP 전화의 품질은 네트워크의 전송품질과 PC 또는 IP전화 단말의 특성으로부터 결정되는 것이며, IP전화서비스 사업자가 IP전화의 품질을 정하기 위하여 참조하는 표준 IP 전화 단말 모델의 특성이 필요하다. 또, IP전화 단말 공급자가 IP 전화의 품질을 나타내기 위하여 참조하는 네트워크의 전송 품질을 활용하거나, 또는 표준 단말과의 비교로 나타내는 것을 생각할 수 있다.

IP전화의 접속형태와 요구되는 단대단 품질은 <표 1>과 같다.

<표 1> IP전화의 접속형태와 품질

IP전화 접속형태	IP전화 품질
① IP 전화단말에서 IP 전화단말 	IP 전화단말 및 IP전화 서비스를 제공하는 IP네트워크의 전송품질에서 단대단 품질을 구한다.
② IP 전화단말에서 유선전화 	IP 전화단말, PSTN의 품질 및 IP전화 서비스를 제공하는 IP네트워크 전송 품질에서 단대단 품질을 구한다.
③ 유선전화에서 IP 전화단말 	IP 전화단말, PSTN의 품질 및 IP 전화 서비스를 제공하는 IP네트워크의 전송품질에서 단대단 품질을 구한다.
④ 유선전화에서 IP네트워크 경유 유선전화 	PSTN의 품질 및 IP 전화 서비스를 제공하는 IP네트워크의 전송품질에서 단대단 품질을 구한다. IP 네트워크가 PSTN과 동등 이상의 품질을 확보하고 있는 경우, 유선전화와 같은 품질이 된다.
⑤ IP 전화단말에서 PSTN경유 IP 전화단말 	IP 전화단말, PSTN의 품질 및 IP 전화 서비스를 제공하는 IP네트워크의 전송품질에서 단대단 품질을 구한다.

Ⅲ. E-model

1. 개요

E-model은 ITU-T G.107에 규정된 계산모델이다. E-model은 핸드셋(handset)을 사용하는 전화서비스의 대화품질에 영향을 주는 여러 가지 파라미터의 복합적 효과를 추정하기 위해, 전송계획 도구로서 유용하다. 이 계산모델의 출력은 R값이며, 이것은 주관적 통화품질 평가치의 하나인 대화 MOS값에 대응시킬 수 있다. 따라서 대상이 되는 네트워크로 서비스를 제공할 경우의 통화품질에 대한 사용자의 만족도를 서비스 제공에 앞서 평가할 수 있다.

통화품질에 영향을 주는 여러 가지 요인이 심리척도 상에서 서로 더해진다고 가정하고, E-model의 R값은 다음과 같이 정의된다.

$$R=R_o-I_s-I_d-I_e,eff+A$$

여기에서 각 항목은 다음과 같은 의미를 갖는다.

Ro(basic signal-to-noise ratio) :

회선잡음, 송/수화 실내 소음, 가입자선 잡음에 의한 주관적 품질 열화. (Nc, SLR, Ps, Ds, RLR, Pr, LSTR)

Is(simultaneous impairment factor) :

OLR(Overall Loudness Rating), 측음, 양자화 왜곡에 의한 주관적 품질 열화. (Ro, SLR, RLR, STMR, TELR, qdu)

Id(delay impairment factor) :

송화자반향(echo), 수화자반향, 절대지연에 의한 주관적 품질 열화. (T, Tr, Ta, RLR, TELR, WEPL)

Ie,eff(equipment impairment factor) :

낮은 비트율 부호화, 패킷/셀(cell) 손실 등에 의한 주관적 품질 열화. (Ie, Bpl, Ppl)

A(advantage impairment factor) :

mobile통신 등의 편리성이 주관적 품질(만족도)에 주는 영향을 보완. (A)

위의 항목을 계산하기 위해서는 표3의 파라미터들을 사용하는데, 이들의 계산은 ITU-T G.107의 3장에 나와 있는 식을 이용해 구할 수 있다. 그리고 이러한 파라미터들을 그림으로 나타내어 보면 그림2와 같다.

E-model의 출력인 R값은 0<R<100 사이의 값을 갖고 G.107에서는 R≥50인 경우를 권고하고 있다.

E-model의 R값과 가우시안 에러함수,

$$E(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

로부터, 다음과 같이 GoB와 PoW의 값을 구할 수 있다.

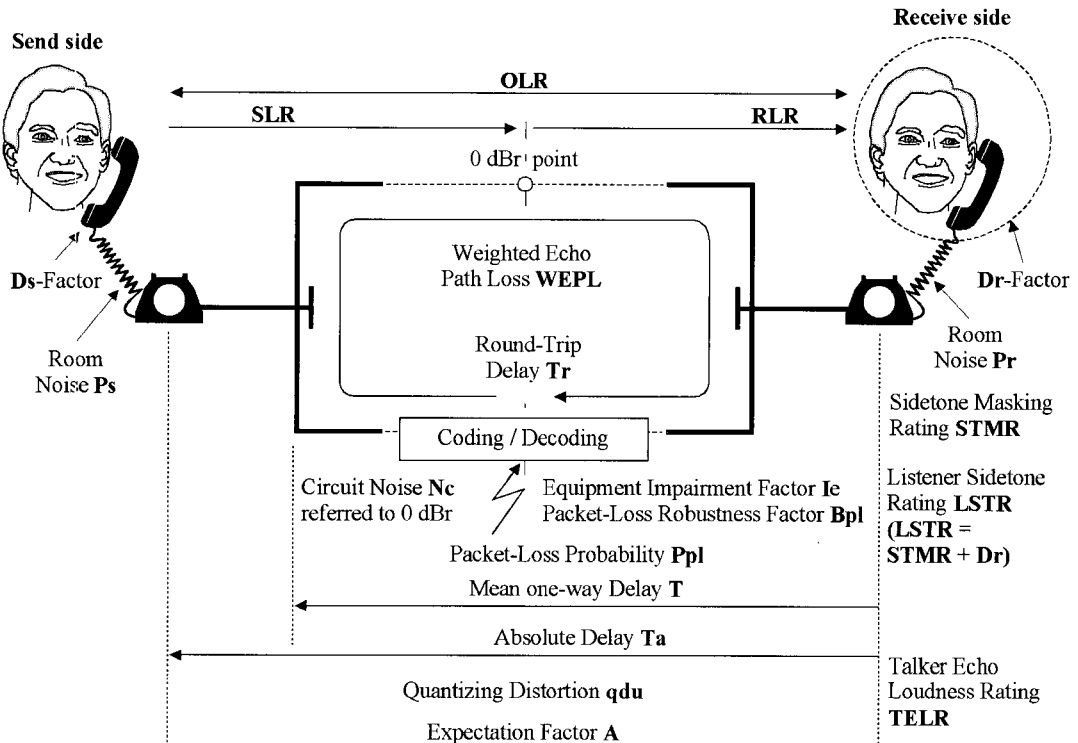
$$GoB = 100E\left(\frac{R-60}{16}\right)\%$$

GoB : Good or Better

$$PoW = 100\left(\frac{45-R}{16}\right)\%$$

PoW : Poor or Worse

또한, R값은 주관평가결과인 MOS값으로 변환할 수 있고[Annex B/G.107], MOS값으로부터 R값을 계산할 수도 있다[Appendix I/G.107].



G107_F01

[그림 2] E-model의 파라미터(ITU-T G.107)

$$R < 0 \quad MOS_{CQE} = 1$$

$$0 < R < 100$$

$$MOS_{CQE} = 1 + 0.035R + R(R - 60)(100 - R)^7 \cdot 10^{-6}$$

$$R > 100 \quad MOS_{CQE} = 4.5$$

이 것을 표로 나타내면 <표 2>과 같다.

<표 2> R값과 사용자 만족도의 관계

R-value	MOS _{CQE}	GoB(%)	PoW(%)	User satisfaction
90	4.34	97	~0	Very satisfied
80	4.03	89	~0	Satisfied
70	3.60	73	6	Some users dissatisfied
60	3.10	50	17	Many users dissatisfied
50	2.58	27	38	Nearly all users dissatisfied

2. R값의 파라미터

가. R값 파라미터 분류

E-model에는 입력 파라미터가 20가지가 있으며, 다음과 같이 분류할 수 있다.

A) 아날로그 전송에서의 통화품질 파라미터, 현재는 영향이 없다고 해석

$$\rightarrow N_c = -70\text{dBm}0\text{p}, N_{\text{for}} = -64\text{dBm}p,$$

WEPL : 110dB

B) 적용지침이 불명확하며, 현시점에는 적용이 부적절

$$\rightarrow A=0$$

C) 환경요인이며, 제어 불가능하기 때문에 특정 환경을 상정

$$\rightarrow P_s = P_r = 35\text{dB}(A)$$

기고

<표 3> E-model의 파라미터

약어	명칭	개요	단위	범위(default)
SLR	Send Loudness Rating	전화기를 포함한 송화 loudness를 나타낸다. 값이 작을수록 음량은 크다.	dB	0...+18(+8)
RLR	Receive Loudness Rating	전화기를 포함한 수화 loudness를 나타낸다. 값이 작을수록 음량은 크다.	dB	-5...+14(+2)
STMR	Sidetone Masking Rating	전화기의 송화측 음량을 나타낸다. 값이 작을수록 측음은 크다.	dB	10...20(15)
LSTR	Listener Sidetone Rating	전화기의 수화측 음량을 나타낸다. 값이 작을수록 측음은 크다.	dB	13...23(18)
Ds	D-value of Telephone, Send Side	송화측 전화기의 D factor, 수화측음과 송화측음에 대한 감도차		-3...+3
Dr	D-value of Telephone, Receive Side	수화측 전화기의 D factor, 수화측음과 송화측음에 대한 감도차		-3...+3(3)
TELR	Talker Echo Loudness Rating	송화자 반향경로의 loudness를 나타낸다.	dB	5...65(65)
WEPL	Weighted Echo Path Loss	수화자 반향경로의 loudness를 나타낸다.	dB	5...110(110)
T	Mean one-way Delay of the Echo Path	반향경로의 평균 편도지연	msec	0...500(0)
Tr	Round Trip Delay of the Echo Path	4wire loop구간의 왕복 전송지연	msec	0...1000(0)
Ta	Absolute Delay in echo-free Connections	단대단 편도지연	msec	0...500(0)
qdu	Number of Quantization Distortion Units	PCM계통 코덱의 양자화 왜곡단위. 64kbps PCM 코덱 1단에서 1qdu의 왜곡양		1...14(1)
Ie	Equipment Impairment Factor	저비트율 코덱에 의한 부호화 왜곡의 주관적 품질열화		0...40(0)
Bpl	Packet-loss Robustness Factor	코덱의 패킷손실내성을 나타내는 계수		1...40(1)
Ppl	Random Packet-loss Probability	random 패킷 손실율	%	0...20(0)
Nc	Circuit Noise referred to 0dB _r -point	회선 잡음량	dB _{m0p}	-80...-40(-70)
Nfor	Noise Floor at the Receive Side	가입자회선의 유도 잡음량	dB _{mp}	TBD(-64)
Ps	Room Noise at the Send Side	송화측 실내 소음량	dB(A)	35...85(35)
Pr	Room Noise at the Receive Side	수화측 실내 소음량	dB(A)	35...85(35)
A	Advantage Factor	편리성에 의해 사용자 평가 향상을 피하는 보정요소. 잠정적인 값이 G.107의 표에 예로 기술되어 있다.		0...20(0)

D) 단말의 설계 파라미터이며, 표준적 특성을 상징

→ SLR=8dB, RLR=2dB, STMR=15dB, LSTR=18dB, Dr=Ds=3dB, TELR(단말 echo)=65dB

E) IP전화서비스의 설계파라미터이며, R값 도출할 때 실제의 평가가 필요

→ 음질 : qdu, Ie, Bpl, Ppl

→ 반향 : TELR(PSTN반향)

→ 지연 : T, Ta, Tr

항목 A에서 C까지는 모든 평가에서 공통적으로 쓰이는 파라미터 값(ITU-T G.107에서의 디폴트 값)을 나타내고 있다.

항목 D는 표준 핸드셋 단말의 특성을 나타내는 파라미터이며, 단말기기(아날로그 전화기를 IP네트워크에 접속하기 위한 VoIP-TA를

포함)를 제공할 때에는 위와 같은 특성(ITU-T G.107에서의 디폴트 값)을 실현하는 것이 요구된다.

기존 PSTN과 IP네트워크의 상호접속에서 과대/과소 음량을 피하기 위해서도 음량설계는 중요한 파라미터이며, 이런 파라미터의 평가법은 ITU-T P.76 및 P.79에 규정되어 있다.

반향품질 파라미터인 TELR은 IP전화단말에서 생기는 반향을 표현하는 경우와, PSTN과의 상호접속시에 기존 PSTN의 가입자 교환기에서 생기는 반향을 표현하는 경우, 즉 전기적 반향과 음향적 반향 등 두 가지가 있다. 전기적 반향에 대해서는 항목D에 포함되지만, 음향적 반향에 대해서는 네트워크의 설계 파라미터인 항목E에 포함되어 있다.

항목 D에서 상정하고 있는 $TELR=65dB$ 는 특히 2W/4W변환을 포함한 VoIP-TA 타입 단말에서는 반향제거기(echo canceller) 등의 반향제거기기를 장착하고 있지 않으면 실현 곤란한 값이라는 점에 주의할 필요가 있다.

항목 E는 IP네트워크를 통한 IP전화에서 새로이 고려되어야 할 파라미터들이며, 다음항에서 논하고자 한다.

나. 각 파라미터의 평가방법

[그림 3]에 VoIP-TA 사용자끼리 통화할 경우 각 파라미터 설정의 예를 보이며, 이때의 주요한 파라미터를 규정하는 위치를 나타내었다.

(a) 음질 파라미터(qdu, Ie, Bpl, Ppl)

음질을 지배하는 요인에는 음성부호화에 의한 부호화왜곡, 네트워크에서의 패킷손실, 지터버퍼(jitter buffer)에서의 패킷손실을 들 수 있다. E-model에서 부호화 왜곡은 Ie값에 의해,

패킷손실은 당해 코덱의 패킷손실 내성(Bpl)과 패킷 손실율(Ppl)에 의해 표현된다. 다만, ITU-T G.711에 의한 PCM부호화 왜곡만은 Ie가 아니고 qdu로 취급한다.

코덱의 Ie값과 Bpl값을 결정하는 방법에는 ITU-T에서 다음 세 가지가 표준화되어 있다.

- A) ITU-T G.113²⁾ Appendix I에 제시된 부호화 방식에 대응한 주관평가 시험으로 이미 구해둔 Ie값 및 Bpl값을 사용하는 방법.
- B) ITU-T P.833³⁾에 규정된 방법에 준하여, 주관적 평가시험으로 Ie값 및 Bpl값을 결정하는 방법
- C) ITU-T P.834에 규정된 방법에 준하여, 객관적 평가시험(예를 들어 ITU-T P.862)으로 Ie값 및 Bpl값을 결정하는 방법

방법 B, C는 새로운 부호화 방식에 대하여 방법A를 충실하게 할 목적으로 권고된 것으로서, 실험실 환경에서 완전한 디지털 음성신호를 대상으로 실시한 주관/객관적 평가에 기초하여 당해 코덱의 Ie값 및 Bpl값을 구하는 방법이며, 실제 시스템을 경유한 신호로부터 취득한 음성샘플로부터 Ie값 및 Bpl값을 구할 수 있다.

여기서 방법C는 ITU-T 권고 상 패킷손실에 의한 품질열화의 정량화에는 적용하지 않도록 되어 있어서, 당해 열화를 독자적으로 정량화하기 위해서는 ITU-T P.833에 준거한 주관적 평가(방법B)가 필요하다는 점에 주의할 필요가 있다. 따라서 방법 B 또는 방법 C로서 구할 수 있다.

<표 1>에 나타난 각 접속형태에 대한 상호

접속품질평가에 관해서 방법A를 이용하여 평가 가능한 조건은 다음과 같다.

<표 1>의 ①의 접속형태에서는 편도 음성 전송에 있어 복호, 부호화처리를 1회로 한정하고, 중계부분의 IP네트워크는 여러 사업자에 걸치는 경우도 있지만 이 때는 음성의 복호·부호화 처리를 동반하지 않는 것으로 한다. 이 경우에는 이용되는 음성 코덱에 따라 Ie, Bpl을 결정한다. 단대단 패킷 손실을 Ppl은 각 IP네트워크 구간에서 패킷손실이 독립이라는 가정 하에 계산한다. 일례로서(IP전화단말을 포함한) 구간 A와 (IP전화 단말을 포함한) 구간B로 분할하여 평가하는 경우, 각 구간에서의 패킷 손실율이 p%, q%라 하면 단대단 패킷 손실율

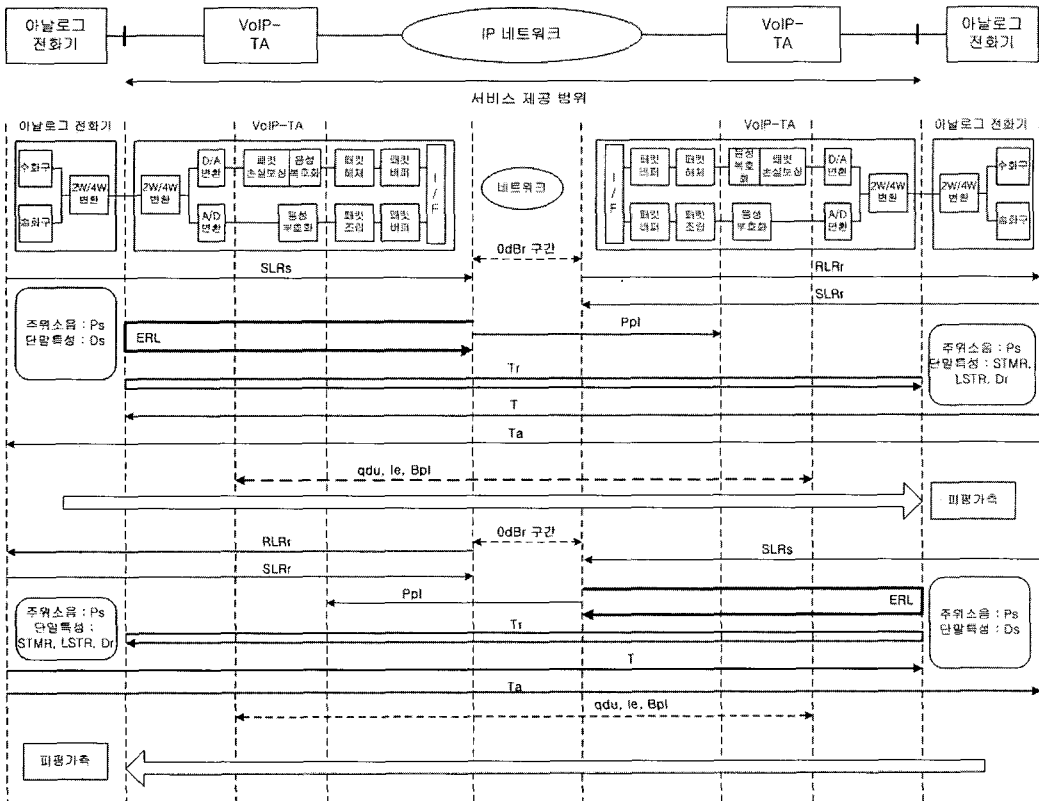
Ppl은 $p+q-p \times q/100$ 이다. qdu값은 E-model에서의 최소입력값인 "1"로 한다.

표1의 ②, ③, ④ 및 ⑤의 접속형태에서는 IP구간의 Ie, Bpl, Ppl의 결정법은 상기(1)에 준거한다. PSTN망에서 이용되고 있는 음성 코덱은 G.711이며 음질열화는 $qdu=1$ 이라고 할 수 있다.

다음에 패킷 손실율의 정의와 평가방법에 대해 기술한다.

패킷 손실율(Ppl)은

$$Ppl = 100 \times (\text{송신 패킷 수} - \text{수신 패킷 수}) / \text{송신 패킷 수}$$



[그림 3] 주요한 R값 파라미터들의 규정점

로 정의된다. 여기서 주의해야 할 점은, 수신측 jitter buffer에서의 패킷손실도 감안할 필요가 있다는 것이다. 즉,

$$Ppl = \text{네트워크 패킷 손실율}(PplN) + \text{jitter buffer에서의 패킷 손실율}(PplB)$$

이 된다.

네트워크 패킷 손실율(PplN)은,

$$PplN = 100 \times (\text{네트워크로 송신된 패킷수} / \text{네트워크에서 수신한 패킷수}) / \text{네트워크로 송신된 패킷수}$$

이고, 네트워크 상의 패킷수를 계수하여 산출한다.

문헌[ETSI TS101 329-5 Annex C]에 의하면, 계수 대상이 되는 패킷은, i)이용되는 IP전화단말/MG(Media Gateway)가 생성한 패킷, ii)이용되는 IP전화단말/MG가 생성한 패킷 등에 RTP/UDP 등의 프로토콜, TOS설정의 유무, 패킷사이즈, 패킷 생성간격 등을 고려한 것으로 한다.

지터버퍼에서의 패킷 손실율(PplB)은

$$PplB = 100 \times (\text{네트워크에서 수신한 패킷수} - \text{jitter buffer중단에서 수신된 패킷수}) / \text{네트워크에 송신한 패킷수} = 100 \times \text{jitter buffer에서 폐기된 패킷수} / \text{네트워크에 송신한 패킷수}$$

로 정의하고, 각각의 패킷수를 계수하여 산출한다.

지터버퍼에서 폐기된 패킷수는, IP전화단말/MG의 계수기 값에서 산출하지만, 네트워크에

서 수신된 패킷의 도착간격과 지터버퍼의 모델로서 추정하기도 한다. 특정 지터버퍼를 상정할 수 없는 경우에는, 문헌[ETSI TR101 329-7]에 기재되어 있는 모델을 이용하면 된다.

(b) 반향 평가법(TELR)

TELR은 다음 식으로 정의된다.

$$TELR = SLRr + ERL + RLRr$$

여기서, SLRr 및 RLRr은 수신측(피평가측)의 SLR 및 RLR을 나타낸다. ERL(Echo Return Loss)는 ITU-T G.122에 규정된 echo loss를 의미한다.

IP전화단말에서 생긴 반향은 이상적인 값(TELR=65dB, 즉 ERL=55dB)을 상정한다.

PSTN과 접속할 때는 가입자 교환기의 ERL이 평균 20dB인 점, 가입자 교환기의 수화측에 8dB의 손실이 삽입되어 있는 점을 고려하여, IP전화 측의 SLR 및 RLR을 가지고 다음 식으로 TELR을 계산한다.

$$TELR = SLR + 8dB(\text{가입자 교환기 수화손실}) + 20dB(ERL) + RLR = 38dB$$

따라서 PSTN과의 상호접속시 IP전화단말 측의 통화품질 평가에서 PSTN 측의 반향에 대응한 반향제거기 등의 반향 대책이 없는 경우에는 TELR=38dB를 쓰면 된다.

ITU-T G.131에서는 반향 경로의 편도지연 시간에 대응한 소요 TELR값을 권고하고 있고, 이것에 의하면 TELR=38dB 경우에 반향 품질의 관점에서 허용되는 지연시간은 약 40ms이다. 다시 말해 음성부호화와 패킷화, 지터버퍼

에 필요한 처리지연 시간을 고려하면, 대부분의 IP전화서비스에서 PSTN과의 상호접속할 때에는 PSTN측의 반향에 대응한 반향제거기를 IP네트워크 측에 삽입할 필요가 있다.

PSTN과의 상호접속을 실현하기 위한 MG 등에서, PSTN 측의 반향에 대응한 반향제거기 등의 반향 제어기구가 장착되어 있는 경우에는, 반향 소거 특성을 TELR에 감안해야 한다. 반향제거기의 특성 측정법에 관해서는 ITU-T G.165, G.168이 있다.

(c) 지연 평가법(T, Ta, Tr)

지연시간을 측정할 때는, 서비스 제공시의 설정에 지터버퍼 길이 및 음성패킷 길이를 포함하는 것이 중요하다.

Ta는 송신측 송화구에서 수신측 수화구까지의 음성전송지연시간이다. 엄밀하게는 T는 송신측 송화구와 원단(far end)의 2W/4W변환점 사이로, Tr은 근단(near end) 과 원단의 2W/4W변환점 사이로 정의되지만, 2W/4W변환점에서 2W측에 접속된 단말까지의 전송지연 시간이 충분히 짧다고 상정할 수 있는 경우에는, 위의 두 파라미터를 Ta의 측정결과로부터 다음 식으로 정의하는 것으로 한다.

$$T = Tr/2 = Ta$$

Ta는 단대단 편도지연시간을 측정한 결과로 결정하거나, 또는 단대단 왕복 지연시간을 측정한 결과의 1/2로 결정한다. 단말까지 단대단으로 서비스를 제공하는 경우에는, 이용하는 IP전화단말/MG를 이용하여 Ta를 실제 측정한다. 단말을 제공하지 않고 네트워크 서비스를 제공하는 경우는, 네트워크에서의 패킷 전송지연을 측정하고, 표준 단말 특성을 가미하여 단

대단 지연을 측정한다.[문헌 ETSI TR101 329-7참조]

IV. ITU-T의 개선동향

ITU-T G.107은 당초 회선교환기술에 기반한 전화 서비스를 대상으로 개발된 모델이며, 오늘날 IP전화의 보급에 따라 E-model에 IP전화 품질요인(주로 패킷손실에 의한 품질 열화)을 포함시키는 검토가 진행되고 있는 상황이다. 따라서 E-model로 평가할 수 없는 품질요인도 존재한다. 그 하나가 버스트(Burst)성 패킷손실의 영향이다. G.113 Appendix I에서는 버스트성을 나타내는 파라미터와 이것에 대응하여 코덱마다의 Bpl을 산출하는 방법을 하나의 참고 정보로 기술되어 있지만, 그 타당성은 검증되지 않아 권고화에 이르지 못하고 있다.

또 ITU-T G.107은 음질에 관한 품질열화를 코덱과 그것의 패킷손실 내성, 그리고 단대단 패킷 손실율로 규정하고 있어, 같은 코덱을 사용하는 경우에는 항상 같은 평가값이 된다. 그러나 일반적으로 IP전화품질에는 기기의 실장에 따른 편차가 있어서, 평가의 엄밀성, 공평성의 관점에서는 이러한 점을 고려할 필요가 있다.

더욱이 ITU-T G.107에 의한 주관적 품질 추정 정밀도에 관한 검증은 반드시 충분하다고 볼 수 없다. 특히 음질·지연·반향 등의 열화의 가합성(additivity)에 대한 정량적 검토는 별로 없다. 따라서 산출된 R값에 기초하여 IP전화 서비스를 평가한 결과가 반드시 사용자가 받아들이는 품질과 대응하지는 않는다는 우려도 있다.

이와 같은 점을 고려하면, E-model에 의한

종합 통화품질지표(R값)를 보완하는 의미로, 개별 품질요인을 평가하는 것이 바람직하다.

꼭 고려해야 하는 주요한 품질요인은 「지연」, 「반향」, 「음질」 이고, 이 장에서는 이러한 품질요인에 대한 평가의 필요성에 대해 기술한다. 통화품질은 단말을 포함한 단대단으로 평가하는 것이 기본이며, 특정 단말을 가지고 서비스를 제공할 때에는 단말 특성까지 포함한 평가가 중요하다.

1. 지연

전송시스템에 대한 지연의 설계값은 ITU-T G.114 Annex A에서 전송시스템의 종류에 따른 지연 값, 코덱별 지연 및 지연변동 버퍼에 관한 지연에 대해서 설명되어 있고, ITU-T G.114의 Appendix I에서 유선, mobile 및 IP 기반 적용에서의 코덱에 대한 지연을 설명하고 있다.

2. 반향

반향에 의한 품질열화는 반향 경로의 음량(TELR) 및 반향 경로의 지연시간($2 \times T$)에 의존한다. 다시 말해, 같은 TELR에 대해서도 T가 충분히 짧으면 반향은 전화기 측음과 같이 느껴져 방해감은 적지만, T가 길어짐에 따라 반향으로서 지각되어 방해감이 증가한다.

TELR의 산출에 필요한 echo return loss(ERL)의 평가법은 ITU-T G.122에 규정되어 있지만, IP인터페이스(interface)를 갖는 단말의 ERL의 구체적인 측정법은 ITU-T에서 검토 중이다.

TELR과 편도전송지연시간(T)을 파라미터로 한 주관평가 시험결과에 기초하여, T에 대응한

소요 TELR(평균값)를 구한 예가 ITU-T G.131(Figure1/G.131)에 제시되어 있는데, ITU-T는 이 권고의 “허용(Acceptable)특성”의 적용을 권장하고 있다. 다시 말해 TELR값은 소요 TELR값 이상인 것이 바람직하며, 소요 TELR값을 만족할 수 없는 경우에는 반향제거기를 적용하는 등의 대응이 필요하다.

3. 음질

방식의 실장의존성이나 패킷손실 패턴의 영향을 포함한 실제 서비스 품질을 점검하는 관점에서는, 실제시스템에 대한 주관/객관 평가 시험의 어느 하나를 실시하고, 청취 MOS값(음성을 청취했을 때의 음질에만 보는 평가를 청취 opinion 시험이라 부르며, 이것에 의해 얻어진 MOS값을, 대화 MOS값에 대하여 청취 MOS값이라 부른다.)을 구하는 것이 바람직하다.

4. 개선동향

지난 9월22일~9월30일까지 있었던 SG12의 meeting에서 E-model에 관한 여러 문건이 나왔다. ITU-T D178(09/2003)⁴⁾은 패킷손실과 다른 손실 요소, 즉 송화자반향, 잡음, 지연 등의 가합성에 대한 연구결과이다.

이 문건은 프레임이나 패킷손실이 존재할 때의 음성품질이 다른 종류와는 지각적으로 다르기 때문에(Mattila, 2001)⁵⁾, 패킷손실에 의한 손실요소가 다른 손실요소와 가합적인지 여부의 문제가 발생하여 연구가 시작되었다. 이것의 결론을 보면 다음과 같다.

- E-model에서 가정된 가합성은 랜덤패킷 손실과 송화자 반향에 대해서 성립한다.

- 패킷손실과 잡음의 경우에는 청취시험 (listening test)보다 나쁜 결과가 예측된다.
- 패킷손실과 지연의 경우, 지연의 영향은 품질평가에 있어서 매우 작다. 따라서 지연과 패킷손실의 가합성은 성립하지 않는다.
- 위의 결과를 기반으로, I_e , eff 에 SLR, RLR, R_o 를 포함시켰을 때에 만족할 만한 예측결과가 나오는지에 대해 조사해야 한다.
- 대부분의 경우에, E-model의 예측값이 실험결과보다 나쁜 결과를 보였다. 따라서, 네트워크 시나리오에 E-model을 적용하는 데에 있어서 최악의 경우에, 만일 이 값이 받아들여진다면, E-model은 바뀌지 않을 수 있다.

ITU-T D142⁶⁾에서는 송화자 반향과 절대지연과의 상호관계에 대한 연구에 대해서 보여주고, G.108의 Appendix II를 제안한다. 송화자 반향과 절대지연의 상호작용 했을 때와 절대지연이 없는 송화자 반향만 작용했을 때의 결과를 비교해 보면, 지연이 150ms까지는 송화자 반향의 크기에 관계없이 서로 같은 결과를 나타냄을 보이나, 그 이후로는 절대지연과 상호작용 했을 때 R값이 급격히 떨어짐을 알 수 있다.

V. 결 론

전통적인 PSTN에서 전화통화품질을 객관적으로 평가하여 PSTN이나 기기들의 서비스에 평가도구로 사용하기 위한 ITU-T G.107의 E-model이 있다. 요즘 IP네트워크를 이용한

전화통화(IP전화)기술이 개발되어 기존 PSTN 전화와 경쟁적인 관계를 갖게 되었는데, 통화 품질 평가도구인 ITU-T G.107에서 고려할 수 없는 파라미터가 IP네트워크에서 나타나고 있다.

ITU-T 등의 여러 기관에서 E-model의 IP네트워크 적용성에 관한 연구가 진행되고 있는데, 현재까지 검토결과는 패킷손실과 다른 손실 요소, 즉 송화자반향, 잡음, 지연 등의 가합성의 문제 및 송화자 반향과 절대지연의 상호관계에 관한 연구결과를 보이고 있다.

■참 고 문 헌

- 1) ITU-T Recommendation G.107 (03/2003), The E-model, a computational model for use in transmission planning.
- 2) ITU-T Recommendation G.113 (02/2001), Transmission impairments due to speech processing.
- 3) ITU-T Recommendation P.833 (02/2001), Methodology for derivation of equipment impairment factors from subjective listening-only tests
- 4) ITU-T D178(09/2003), E-Model: Additivity of packet loss impairment with other impairment types.
- 5) Ville-Veikko Mattila, Perceptual analysis of Speech Quality in Mobile Communications, Doctoral Dissertation Tampere University of Technology, FIN-Tampere, 2001.
- 6) ITU-T D142(09/2003), Proposed new appendix II to Rec. G.108.