

인터넷 전화서비스의 음성 코덱 품질에 관한 연구

민경주*, 이종국*, 이재정*, 홍재환*, 남기동*

*ETRI 품질보증팀

e-mail : gjmin@etri.re.kr

A Study on a quality of Voice Codec for Internet Telephone Service

Gyeong-ju Min*, Jong-kuk Lee*, Jae-jeong Lee*, Jae-Hwan Hong*, Ki-dong Nam*

*Quality Assurance Team, ETRI

요 약

인터넷이 발달하고 VoIP 의 활성화로 인하여 사용자들은 인터넷 전화서비스의 통화품질에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 본 고에서는 인터넷 전화서비스의 단말에 사용하고 있는 음성 코덱의 품질 측정을 위해 IP 패킷 전송품질 파라미터(ITU-T Y.1540)들을 인가하면서 이들 파라미터들의 변화에 따른 E-Model(ITU-T G.107) 종합 음성품질(R 값)을 측정하여 인터넷전화 단말의 프로세싱 품질을 파악하고 중단간서비스에서 단말이 차지하는 부분을 분석하여 인터넷 전화서비스의 통화품질 개선 및 향후 단말의 인증기준 등에 활용하고자 한다.

1. 서론

인터넷 전화는 인터넷 망(IP Network)을 통해 데이터, 음성, 영상을 인터넷 프로토콜에 실어 패킷단위로 전송하는 전화서비스를 말하며, 별도의 전화망이 없이 인터넷 망을 이용하여 통화할 수 있는 전화서비스이다. 인터넷 망을 이용하기 때문에 국제 전화나 장거리 전화의 요금을 시내 전화료 수준으로 대폭 낮출 수 있는 것이 VoIP 의 장점으로 부각하였으나, 최근에는 단순한 비용절감 차원보다는 다양한 부가서비스가 연동되는 IP Telephony 의 형태로 진화하고 있다.

국내의 초고속인터넷가입자는 14.5 백만명으로 인구수 대비 30%, 가구수 대비 90% 를 차지하고 있고, 서울, 경기 및 대도시는 가구수 대비 99.6%의 보급률을 보이고[1] 있어 VoIP 활성화를 위한 인프라는 구축되었으며, 사용자들은 기존 PSTN 정도의 통화 품질을 원하고 있어 통화품질 개선이 시급한 것으로 보인다.

인터넷 전화서비스는 “사용자구간 + 네트워크구간 + 사용자구간” 으로 구성되어 있으며, 실망의 서비스 통화품질은 네트워크 구간의 경우에는 망사업자들이 품질개선을 위해 많은 노력을 기울여 많이 개선되어 있으나, 사용자 구간은 단말 품질에 의해 통화품질이 크게 좌우되고 있다.

본 고에서는 현재 인터넷 전화기에서 사용되고 있는 코덱품질에 대한 특성을 분석하고자 한다.

인터넷 전화서비스에서 사용자가 인식하는 음성 품질을 IP 망에 대한 IP 패킷 전송품질 파라미터(ITU-T Y.1540)인 패킷 전송지연(IPTD : IP Packet Transfer Delay), 지연변이(IPDV : IP Packet

Delay Variation), IP 패킷손실(IPLR : IP Packet Loss Rate), IP 패킷 에러율(IPER : IP Packet Error Rate)등의 파라미터들의 변화에 따른 E-Model(ITU-T G.107)의 음성종합 품질(R 값)을 측정하여 분석하였다.

본 고에서는 서론에 이어 2 장에서는 인터넷 전화서비스의 시장전망에 대하여 알아보고, 3 장에서는 인터넷 전화서비스의 품질기준 현황에 대하여 살펴보고, 4 장에서는 인터넷 전화기의 코덱에 대한 품질시험에 대해 설명하고, 5 장에서는 결론을 맺는다.

2. 인터넷 전화서비스의 시장전망

현재 VoIP 는 단순한 음성 서비스만을 의미하지 않으며, 음성/데이터/비디오를 지원하는 통합형 멀티미디어 애플리케이션으로 진화하고 있어, 통신 산업 전반에 걸쳐 영향을 미칠 수 있는 서비스로 부각되고 있고, 브로드밴드 증가, 통신사업자들의 네트워크 고도화 전략, 기업내부 인프라의 혁신 등에 대한 요구가 증대되면서 VoIP 서비스에 시장에 대한 관심이 고조되고 있다[2].

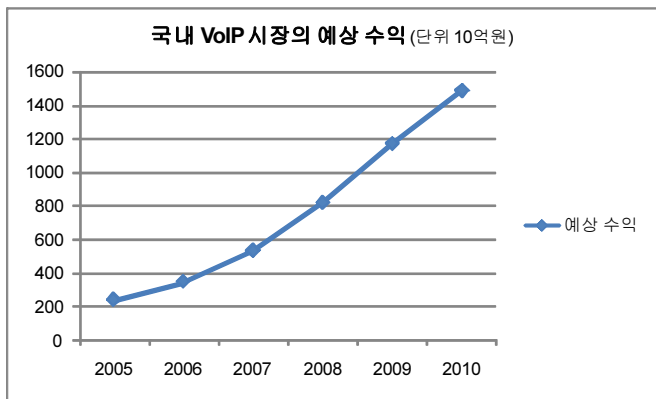
2007. 1. 현재 기간통신 및 별정통신사업자들의 인터넷 전화 가입자 수 및 매출액은 <표 1>의 인터넷 전화 가입자 수 및 매출액에 나타난 바와 같이 약 12 만 8 천명과 1.3 천억원으로 추산되고 있다[3].

<표 1> 인터넷 전화 가입자 수 및 매출액

구분	기간 통신 사업자	별정통신 사업자
가입자 수	24,042 명	104,164 명
매출액	51,292 백만원	83,583 백만원

2005 년 약 2,402 억원 시장을 형성했던 국내 인터넷 전화 시장은 (그림 1)과 같이 2006 년에는 약 3,484 억원, 2010 년까지 연평균 44.0% 성장하여 2010 년에는 1 조 465 억원 시장이 될 것으로 전망되고 있다[4].

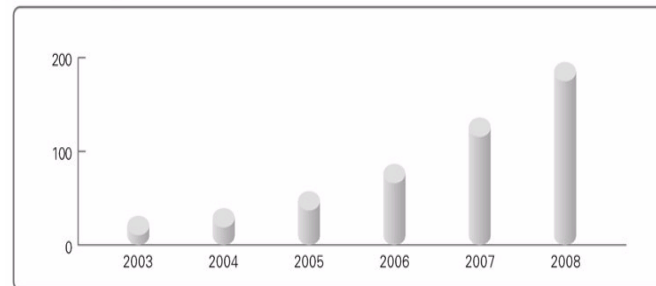
시장은 IP-PBX 기반의 기업용 인터넷 전화 시장에서 점차 IP Centrex (기업용 게이트웨이나 IP-PBX 설치 없이 인터넷 망을 통해 구내외 전화 통화) 서비스로 옮겨 갈 것으로 전망된다. 향후 국내 인터넷 전화 시장의 성장을 위해서는 가정 가입자 시장의 성장이 필수적이며 통신, 전화가 결합된 TPS(Triple Play Service)가 시장 성장의 핵심으로 작용할 것으로 보인다[4].



(그림 1) 국내 VoIP 시장의 수익 전망

전 세계적으로 VoIP 유료 사용자는 2004 년 말 1,030 여만 명에서 2005 년 말 1,870 만 명으로 83% 증가하였다. 특히 Skype 등과 같은 PC 에서 일반 전화로 거는 통화 (PC-to-Phone) 사용자 470 만명을 포함할 경우 VoIP 사용자는 세계적으로 약 2,400 여만명에 이르며 2008 년경에는 7,000 만명 이상 성장할 것으로 예상된다.

VoIP 서비스 시장 규모 측면에서 살펴보면 2004 년 약 35 억달러 규모의 시장이 2008 년에는 세계적으로 280 억 달러 규모로 성장할 것으로 예상된다 [5].



(그림 2) 전 세계 인터넷 전화 사용자수 전망(단위:백만)

3. 인터넷 전화서비스의 품질지표 현황

3.1 음성서비스에 대한 품질지표 현황

ITU-T SG12 에서는 종단간 서비스 품질에 대해 사용자가 인식하는 음성 품질의 평가기준은

<표 2>와 같이 MOS, PSQM, PESQ, E-Model 등이 있다[6].

<표 2> 음성 품질 평가 기준

음성 품질의 주관적 평가	음성 품질의 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)

3.2 E-Model 방법

먼저 각국의 품질기준으로 사용하고 있는 E-Model(ITU-T G.107)의 음성종합 품질(R값)에 대하여 살펴보면 E-Model은 ETSI STQ에서 1993년에 표준화되었으며 ITU-T에서 G.107로 표준화되었다[7].

E-Model은 데이터망 특유의 손실, 지연 등에 대하여 고려하고 있기 때문에 PSTN의 전화망 뿐만 아니라 데이터망의 음성 품질평가에도 적용되고 있다.

E-Model의 계산 결과는 종합 음성전송 품질을 나타내는 R 값이라고 불리는 단일 값이 산출된다.

E-Model 값을 계산하기 위해서는 신호대 잡음비를 품질의 정도라고 간주한 후 그 정도에서 음성 신호, 지연, 주변장치(e.g. 코덱) 등이 품질에 미치는 손상값을 차례로 빼나가는 형태이다. 다음 식은 E-Model의 R값을 산출하기 위한 식을 나타낸다.

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

<표 3>는 상기 계산식에 사용되는 파라미터이다.

<표 3> E-Model 계산식에 사용되는 파라미터

파라미터	내용
R ₀	회선 잡음, 송/수화 실내 경음, 가입자 선 잡음에 의한 주관적 품질 저하
I _s	OLR, 측음(sidetone), 양자화 변형에 의한 주관적 품질저하
I _d	송신한 사람의 에코, 수신한 사람의 에코, 절대지연에 의한 주관적 품질저하
I _e	낮은 비트율 부호화, 패킷/셀 손실 등에 의한 주관적 품질저하
A	모바일 통신 등의 편리성이 주관적 품질(만족도)에 끼치는 영향을 보완

ITU-T G.109 에서는 <표 3>과 같이 종단간 음성 전송 품질을 구분하기 위해 5 개의 품질 카테고리 구분하여 음성 전송품질에 대해 사용자의 만족도를 나타내고 있다[8].

<표 3> ITU-T G.109 음성 전송 품질 카테고리

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

3.3 한국의 IP 전화 품질기준

TTA의 인터넷전화 서비스의 접속 품질 및 통화 품질 기준은 고객에게 인터넷전화 서비스를 제공하고자 하는 서비스 사업자가 제공해야 하는 인터넷전화 서비스의 접속 품질 및 통화 품질 기준은 <표 4>와 같다.

<표 4> 인터넷전화 서비스 품질 기준

구분	품질지표	품질기준
통화품질	R 값	70 이상
	중단간 지연	150ms 이하
접속품질	호 성공률	95% 이상

3.4 일본의 IP 전화 품질기준

일본의 IP 전화 품질 클래스에 대한 통화품질로서 R 값을 사용하여 <표 5>와 같이 3 개의 클래스로 구분하고 있다[9].

<표 5> 일본의 IP 전화 QoS 기준

구분	클래스 A (유선전화)	클래스 B (이동전화)	클래스 C
종합음성전송 품질 등급(R)	>80	>70	>50
End-to-End Delay	<100ms	<150ms	<400ms
호손율	0.15 미만	0.15 미만	0.15 미만

3.4 ETSI 에서의 중단간 서비스 품질기준

TIPHON 은 QoS 품질 기준은 ITU-T G.107 를 사용하여 R 값으로 통화품질을 보장할 수 있는가에 따라 총 5 개의 클래스로 등급을 구분한다. R 값은 중단간 지연에 크게 영향을 받기 때문에 품질 기준의 편리성을 위해 두 가지 인수를 추가하여 VoIP QoS 품질기준을 정하고 있다[6].

<표 6> 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	G711	G726 at 32kbit/s	GSM-FR	not defined	not defined
End-to-End Delay	<100ms	<100ms	<150ms	<400ms	<400ms

3.6 TIA 에서의 중단간 서비스 품질기준

미국의 TIA 의 VoIP 서비스 품질에 대해서는 ITU-T E-Model 에 따른 R 값으로 중단간 품질 기준으로 <표 7>과 같이 사용하고 있다[6].

<표 7> TIA 의 통화품질 카테고리

R 값의 범위	통화 품질 카테고리
80 ≤ R	High
70 ≤ R < 80	Medium
50 ≤ R < 70	Low

4. 인터넷 전화서비스의 음성코덱의 품질시험

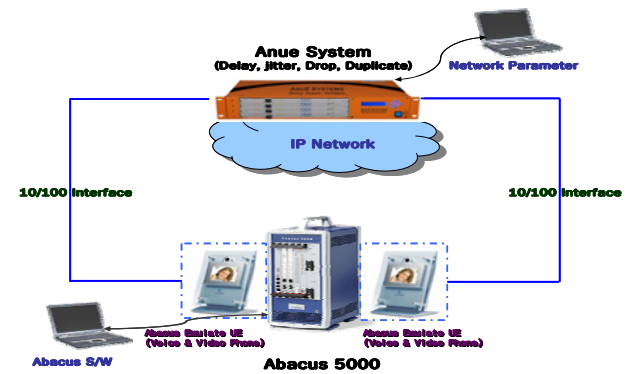
현재 인터넷 전화기에서 가장 많이 사용되고 있는 코덱에 대한 품질을 분석하고자 한다.

4.1 시험 방법

인터넷 전화서비스에서 IP 망에 대한 IP 패킷 전송 품질 파라미터(ITU-T Y.1540)인 패킷 전송지연(IPTD), 지연변이(IPDV), IP 패킷손실(IPLR)등의 파라미터들의 변화에 따른 E-Model(ITU-T G.107) 종합 음성통화품질(R 값)을 측정하여 분석하였다[10~11].

인터넷 전화서비스의 코덱 품질시험은 네트워크 파라미터들에 변화에 대한 R 값의 변화를 측정하기 위해서 (그림 3)의 같이 측정장비(Abacus 5000)에 Network Impairment 장비인 ANUE 시스템을 설치하고 인터넷 전화기에서 사용되고 있는 코덱을 설정하고 표준음원을 송수신하여 그 결과를 비교하여 측정하였다.

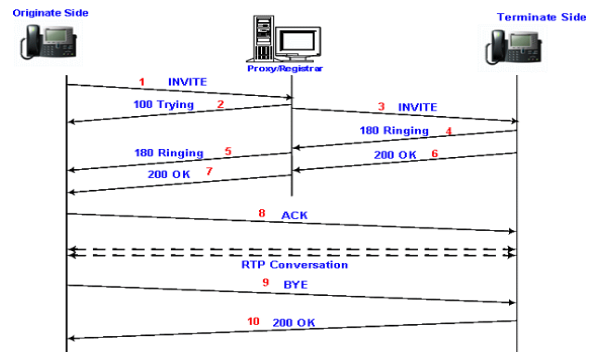
측정 음원은 8bits, Mono, 7.98s 을 사용하였으며, 1step 에 600 Call 를 기준으로 측정하였다.



(그림 3) 시험환경 구성도

4.2 호처리 절차

SIP Call Flow 는 (그림 4)와 같이 단말기 간의 End-To-End 기반으로 단말간 Signaling 및 RTP 를 발생하여 전송하고 있었다.



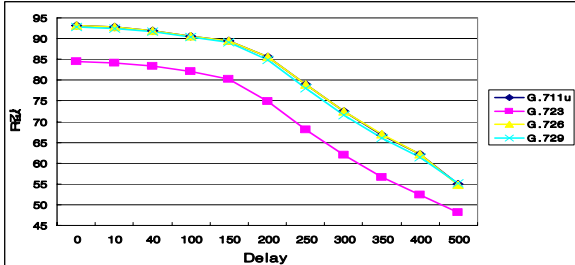
(그림 4) RTP Source 및 Signaling 호처리 절차

4.3 음성 코덱의 품질시험 결과

인터넷전화의 단말에서 사용하고 있는 코덱들의 품질측정은 (그림 5)의 코덱별 Delay 의 변화에 따른 R 값의 변화 추이와 같이 G.711, G.726, G.729

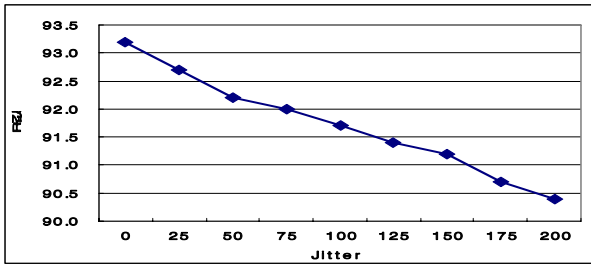
코덱들은 200ms 에서도 R 값이 80 점 이상으로 측정되었고, 300ms 에서도 R 값이 70 점 이상으로 측정되어, 각국에서 품질기준으로 삼고 있는 R 값에 만족됨을 알 수 있었다.

G.723 코덱은 상기 코덱들보다는 R 값이 10 점 정도의 떨어짐을 보였으나, 200ms 에서 R 값이 70 이상이 측정되어 만족하고 있었다.



(그림 5) 코덱별 Delay 변화에 따른 R 값의 변화 추이

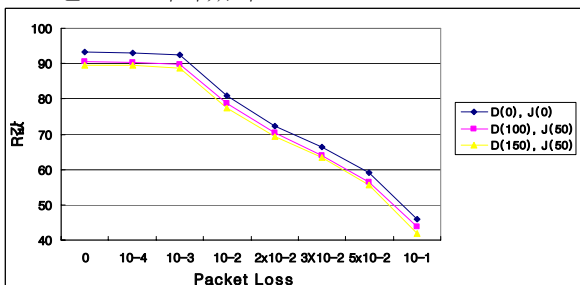
인터넷전화의 단말에서 가장 많이 사용하고 있는 코덱(G.711)의 Jitter 변화에 따른 R 값의 변화 추이를 (그림 6)에서 살펴보면 Delay 에 의한 Jitter(지연변이)가 0 과 200 사이에서 R 값 차이가 3 점 정도로 미세한 변화만 나타나, Jitter (지연변이) 보다는 Delay 에 의한 영향이 많은 것을 알 수 있었다.



(그림 6) G.711 코덱의 Jitter 변화에 따른 R 값의 변화

코덱(G.711)의 패킷손실을 살펴보면 (그림 7) 에서와 같이 패킷손실이 $10^{-4} \sim 10^{-2}$ 의 범위에서 R 값이 80 점 이상으로 측정되어 각국에서 품질기준으로 삼고 있는 R 값 기준에 만족되었고, 그 이후부터는 R 값이 급격하게 떨어짐을 알 수 있었다.

또, IP 패킷 전송품질 파라미터인 패킷 전송지연(IPTD), 지연변이(IPDV), IP 패킷손실(IPLR) 등의 파라미터들을 복합적으로 인가한 시험에서도 (그림 7)과 같이 종합 음성통화품질(R 값)에 가장 많은 영향을 미치는 인자로는 Packet Loss, Delay, Jitter 순으로 나타났다.



(그림 7) G.711u 코덱의 파라미터 변화에 따른 R 값의 변화

5. 결론

VoIP 서비스는 네트워크를 통해 음성/데이터/비디오를 지원하는 통합형 멀티미디어 서비스로 진화하고 있어, 통신 산업 전반에 영향을 미치는 새로운 요소로 자리를 잡아가고 있다.

현재 인터넷전화는 기업 시장을 중심으로 성장하고 있으나, 기존 PSTN 서비스 사업자들이 인터넷 전화 서비스에 적극적으로 대응함에 따라 가정용 시장으로 확산될 것이다.

국내에서 제작되고 있는 인터넷 전화기는 각사별로 단대단 지연 및 R 값의 편차가 심하게 나타나고 있으므로 향후 단말기의 품질개선을 위해서는 단말기 인증시험이 필수적으로 수반되어야 할 것으로 보인다.

단말기 인증시험시 코덱별 품질기준과 통화품질에 미치는 영향이 Packet Loss, Delay, Jitter 순이므로 이를 반영한 인증기준 보완이 필요할 것이다.

VoIP 의 다양한 신규 서비스 도입 및 서비스 제공에 문제가 생겼을 경우 합리적으로 명확하게 책임 소재를 밝힐 수 있는 품질보증제도를 수립하여 사업자 및 소비자가 갈등을 최소화하고 이용자를 보호하기 위한 방법으로 사업자의 체계적인 품질 사후 관리를 지원할 수 있는 품질 보증 제도의 구축이 시급히 요구되며, 또한, 이용자의 관점에서 사용이 용이하고 경제적인 품질 모니터링 방법이 필요할 것이다.

향후 국내 인터넷 전화 시장의 성장을 위해서는 가정 가입자 시장의 성장이 필수적이며 통신, 전화가 결합된 TPS(Triple Play Service)가 시장 성장의 핵심으로 작용할 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] MIC, "지역별 초고속인터넷 가입자현황", 2007.6
- [2] ITFIND, "VoIP 동향 및 전망", 주간기술동향 1248 호, 2006.5.
- [3] KAIT, "정보통신산업월보", 2007.1
- [4] IDC, "Korea VoIP Services and Equipment 2006~2010 Eorecast Update", 2007.1.
- [5] "iResearch", 2005.5
- [6] 정옥조의 1 인, "VoIP 통화품질 표준기술 동향", TTA journal, 92 호, 2004.3.
- [7] ITU-T G.107, "The E-model, A Computation Model for Use in Transmission Planning," 2002.
- [8] ITU-T G.109, "Definition of Categories of Speech Transmission Quality," 1999.
- [9] 총무성, "IP 전화 서비스의 본격적인 보급을 위한 IP 네트워크 기술에 관한 연구회 보고서," 2002.
- [10] ITU-T Y.1540, "Internet protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters", 2002.12
- [11] ITU-T Y.1541, "Network Performance Objectives for IP-Based Services," 2002.