

---

# QoS를 위한 인터넷전화의 CODEC 성능 분석

나성훈\* · 유재덕\*

## The CODEC Performance Analysis of VoIP for QoS

Sung-hun Rha\* · Jae-duck Yoo\*

### 요 약

최근 IP가 급성장하면서 인터넷의 멀티미디어 서비스 특성을 결합하여 IP기반의 멀티미디어 서비스(양방향 실시간 음성, 화상, 컨퍼런스, 원격교육 등) 제공이 잇따르고 있다. 인터넷의 폭발적인 성장과 함께 웹 기반의 통합 솔루션 제공을 위한 틀로 IP 기반에 음성을 Packet 화하여 전송하는 VoIP 기술이 활성화 되고 있다. 이에 국내 070 인터넷 전화 사업자로 등록하기 위해서는 반드시 표준에서 제시하는 기준 값 이상을 획득하여야 하며, 이러한 기준 값을 만족함으로써 사용자의 통화품질 만족도를 충족시킬 수 있다. 본 논문에서는 VoIP의 통화품질 기준을 알아보고 핵심 열화요소와 CODEC과의 관계를 분석하여 최적의 품질을 위한 방안을 제시하고자 한다.

### ABSTRACT

As the Internet Protocol be widely/rapidly used in packet communication, common carriers are providing the multimedia service(Both direction real-time voice, video conference, remote educational etc.)on the Internet. Also the 070 VoIP (Voice over IP) service is provided by the carriers on the packer network. In order to offer VoIP service in Korea, common carrier has to acquire the optimum level for QoS(quality of service). In this paper, we study on CODEC quality to get a higher QoS for VoIP.

### 키워드

QoS, VoIP, PSTN, CODEC, MOS, Delay, Packet Loss, Echo, E-Model

## 1. 서 론

VoIP(Voice over Internet Protocol)란, IP망(인터넷 망)을 이용해서 음성을 전송하는 기술로 기존 음성 통신망의 Circuit Switching 방식을 사용하지 않고, 음성의 Analog 신호를 Digital 신호로 압축하고, IP Packet으로 변환하여 전송하는 Packet Switching 방식이 사용된다. 현재 VoIP의 가장 큰 기술적 문제점으로는 여러 가지들 들 수 있겠지만 그중 인터넷망의 Best Effort 특성에 의한 저대역 통신망사용에 따른

낮은 품질을 들 수 있다.

인터넷 전화에서 통화품질 관리를 위해서는 사용자가 느끼는 통화품질을 계량화하여 정하고, 이를 서비스 제공자들에게 준수하도록 요구할 필요가 있으며, VoIP의 서비스 품질은 호 접속과 관련된 접속품질, 송수신자간 음성을 주고받는 통화품질로 구분할 수 있다. 접속품질 지표는 송신자가 수신자에게 호를 접속하기 위한 시도 중에서 호가 실제로 접속된 비율을 나타내는 호성공률을 자료로써 사용하며, 통화품질은 호 접속이 성공적으로 이루어진 이후에 사용자가 상

---

\* 전남대학교 전자통신공학과  
심사완료일자 : 2009. 04. 24

접수일자 : 2009. 03. 27

대방과 대화를 시도할 때 사용자가 느끼는 음성 서비스의 품질 정도로서 상호 대화를 기준으로 한 통화품질을 사용한다. 본 논문은 기본적인 VoIP의 통화품질 기준을 알아보고, 품질에 영향을 많이 미치는 CODEC 기술에 대하여 MOS(Mean Opinion Score) 분석을 통하여 보다 더 좋은 VoIP망의 품질을 설계하는 방안을 제시하고자 한다.

## II. VoIP 통화품질

음성품질의 기준을 정하기 위한 통화품질 모델로 MOS, PESQ, E-Model 등이 개발되어 적용되고 있으나, 현재 인터넷 환경 하에서의 인터넷전화 통화품질 지표로서 일반적으로 받아들여지고 있는 것은 ITU-T G.107로 정의된 E-Model 이다. E-Model에서는 사용자가 종단간 통화품질을 R값(Rating Value)으로 최종 계산하여 0~100까지의 값을 정의하고 있다. E-Model은 종단간 지연에 따라 R값이 크게 영향을 받으며 상호 대화 시 지연 시간이 커짐에 따라 품질이 하락하기 때문에 R값을 보완하기 위해 종단간 지연도 통화품질의 지표로서 사용한다.

### 2.1 VoIP 품질 기준

R값을 사용하여 MOS값으로 매핑한 대표적인 결과는 표 1과 같다. R 값이 90인 경우는 MOS-CQE의 4.34에 해당하며 이는 사용자가 품질에 대하여 매우 만족함을 나타낸다.

표 1. R값에 따른 사용자 만족도  
Table. 1 Follows in R, price the user satisfaction which

E-model R	품질	만족도	MOS-CQE
90	최상	매우만족	4.34 이상
80	높음	만족	4.03 이상
70	중간	소수 불만	3.60 이상
60	낮음	다수 불만	3.10 이상
50	나쁨	모두 불만	2.58 이상

E-model에서 종합 음성 전송품질을 나타내는 R값

이 산출되며, 여기서 R값은 신호 대 잡음비를 품질의 정도라고 간주한 후, 그 정도에서 음성신호, 지연, 주변장치(예, 코덱) 등이 품질에 미치는 모든 손실을 차례대로 빼나가는 형태이다. 일단 R값이 산출되면 MOS 값으로 변환될 수 있다.

E-Model의 R값을 산출하기 위한 식은 다음과 같다.

$$R=Ro. Is. Id. Ie. + A$$

표 2. E-Model에서 사용되는 파라미터  
Table. 2 The parameter which is used from E-Model

파라미터	내용
Ro	회선잡음, 송수신실내경음, 가입자 선 잡음에 의한 주관적인 품질저하
Is	OLR, Sidetone, 양자화변형에 의한 주관적인 품질저하
Id	송신한 사람의 에코, 수신한 사람의 에코, 절대지연에 의한 주관적 품질저하
Ie	저비트율 부호화,패킷/셀 손실등에 의한 주관적 품질저하
A	모바일 통신등의 편리성이 주관적 품질(만족도)에 끼치는 영향을 고려한 값

### 2.2 VoIP QoS 분류

#### 2.2.1 음성 QoS 등급의 분류

인터넷 전화의 품질을 측정하기 위해 다음 5개의 음성 QoS 등급을 정의하는데, 이들 QoS 등급은 입에서 귀까지의 음성품질을 측정한 값으로 규정하므로 네트워크와 단말을 포함한다.

- 광대역품질 (Wideband) 등급 : PSTN보다 음질이 우수한 IP 전화 서비스를 제공하는 수준
- 협대역고품질(High Narrowband)등급: ISDN과 유사한 수준의 음질을 제공하는 수준
- 협대역중품질(Medium Narrowband)등급: Radio 조건이 양호한 상태에서의 무선이동 전화 서비스 수준
- 협대역 수용가능 (Acceptable Narrowband) 등급 : 통상 무선 이동통신 서비스의 수준

- 보통품질(Best Effort) 등급 : 사용가능 할 정도의 통신 서비스는 제공하지만 성능은 보장하지 못하는 수준

2.2.2 음성 QoS 성능측정 기준

음성의 QoS 등급은 총괄 전송 품질률(Overall transmission quality ration (R)), 청취자 음성 품질과 종단간 지연으로 측정 기준이 마련되었다.

• 총괄 전송 품질률

총괄 전송 품질률(R)은 음향에서 음향(입에서 귀까지)으로 품질을 나타내고, 표준전화 헤드셋트를 사용하여 평상시의 환경에서 사람에 의해 시험된 결과 값이다. 총괄 전송 품질률 (R)은 E-Model (ITU-T G.107)에 의해 계산된다. 여기서 계산을 목적으로 연결 양단에 전통 전화 헤드셋트 (ITU-T P.310)가 있다고 가정한다.

표 3. 총괄 전송품질 (R) 분류  
Table. 3 General transmission quality (R) classifications

구분	광대역	협대역			보통품질
		고품질	중품질	수용가능품질	
R	>90	>80	>70	>60	>50
R값은 패킷손실에 대한 영향을 고려한 것임					

• 청취자의 음성품질 기준

표 4. 청취자의 음성품질 기준  
Table. 4 Listening voluntary vocal quality standard

구분	광대역	협대역			보통품질
		고품질	중품질	수용가능품질	
상대적 음성품질 (단방향)	Wideband 코덱	ITU-T G.726 32kbit/s 이상의 품질	GSSM -FR 이상의 품질	미정의	미정의
R	NA	>86	>73	>60	>50
- R값은 E-model에서 추출하였으며, 지연 "0"라고 가정 - 코덱을 명시한 것은 참조 임					

표 5. 종단간 지연 기준  
Table. 5 vertical between delay standard

구분	광대역	협대역			보통품질
		고품질	중품질	수용가능품질	
종단간 지연	<100ms	<100ms	<150ms	<400ms	<400ms

- 종단간 지연(End-to-End delay)

2.3 국내 인터넷 전화 통화품질 기준

인터넷 전화 사업자가 고객에게 제공해야 하는 인터넷전화 서비스 접속품질 및 통화품질 기준은 표 6 과 같다.

표 6. 인터넷전화 통화품질 기준  
Table. 6 VoIP toll quality standard

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

III. VoIP의 CODEC

CODEC은 기술적으로 압축(Compression)과 해제(Decompression) 기능과 장치적으로 디지털신호변환(Coder)/ 역변환(Decoder)의 2가지 의미를 가지고 있으며 Voice CODEC을 Vocoder라고 지칭하기도 한다.

3.1 CODEC 동작

낮은 비트 비율 코덱으로 어떻게 높은 MOS가 얻어지는지를 이해하려면 코덱이 어떻게 작동하는지를 알아야 한다.

음성 패킷에 대한 연구를 통해 음성 통화의 대부분이 침묵(silent) 상태이며, 음성이 나오는 부분도 침묵 시간과 서로 상관관계가 높고, 이런 주기가 반복된다는 사실이 밝혀졌다.

이 연구를 이해하면 수학적인 모델을 사용해 이전

의 음성 샘플을 기초로 음성에서 나오는 소리를 예측하는 방법으로 음성 패턴을 활용할 수 있다. 또한, 코더 측과 디코더 측 모두에서 동일한 예측기를 사용하면, 전송해야 하는 정보는 예측한 것과 실제로 음성에 포함된 것 사이의 차이 부분뿐이며, 32Kbps를 사용하는 G.726(ADPCM)는 틀 품질64Kbps PCM만큼이나 양호한 것으로 나타났다. 이런 종류의 코더를 사용하면, 4KHz 음성 대역폭 내의 모든 신호는 디지털 신호로 변환해 전송할 수 있다. 만약 ADPCM에서 보다 낮은 비트 속도 즉, 24, 16Kbps를 사용하면 MOS 점수가 상당히 떨어진다. LPC(Linear Predictive Coding:선형 예측 부호화)나 다른 하이브리드 코더는 네트워크를 통해 전송되는 음성이 실제 음성이 아니다. LPC는 성도(성대와 혀)를 합성화하고, 필터는 다른 요소(입, 혀, 입술, 등)를 합성화 한다. 소리나 진동은 필터로 보내져 합성된 음성이 나오며, PCM에 비해 필요한 비트 수가 크게 줄어든다. 음성 패킷은 8Kbps로 압축하는 것이 이상적이지만, 대역폭을 위해서는 더 작게 나눌 수도 있다. 설계 기준에서 가장 중요한 것 중의 하나는 총 단방향 종단간 지연을 최소화시키는 것이며, 이런 총 지연은 150ms에서 200 ms 이내이면 무난한 것으로 나타났다. 총 지연에는 코덱에 의해 유발된 지연과 네트워크 등의 다른 요인에 의한 지연이 있다. 하지만 코덱에 의한 지연은 비교적 일정하다.

### 3.2 CODEC의 분류

코덱은 일반적으로 영상이나 음성을 디지털 신호로 바꿔주는 역할을 하는데, PCM과 ADPCM 방식이 널리 사용되고 있다.

일반적으로 사용하는 ADPCM의 표준 기술 가운데 ITU-T G.726은 4비트 샘플을 사용해 인코딩을 하며, 전송 속도는 32Kbps다. PCM과는 달리, 4비트 방식은 음성의 진폭을 직접 인코딩하는 것이 아니라, 아주 초보적인 일차원적 예측 방식으로 진폭의 차이, 그리고 진폭 변화율을 인코딩한다. PCM과 ADPCM은 파형 자체의 중복적인 특성을 활용하는 '파형' 코덱 압축 기법이다. CELP, MP-MLQ, PCM, 및 ADPCM 코딩 방식은 ITU-T의 G-시리즈 권고에 표준화돼 있으며, 각 표준간 특이 사항은 다음과 같다.

표 7. Cording 방식별 비교  
Table. 7 Cording method by comparisons

Cording방식	전송속도	Coding지연	ITU-T
PCM	64kbps	1ms 이하	G.711
LD-CELP	16kbps	3ms ~ 5ms	G.728(유럽)
CS-ACELP	8kbps	10ms	G.729
MP-MLQ	6.3kbps	30ms	G.723.1
ACELP	5.3kbps	30ms	G.723.1

- G.711 : 64Kbps PCM 음성 코딩 기법을 규정하는 것으로, G.711 방식으로 인코딩된 음성은 이미 공공 전화망, PBX를 통해 디지털 음성을 전달할 수 있는 포맷으로 돼 있다.
- G.726 : 40, 32, 24, 26Kbps의 ADPCM 코딩을 규정하는 것으로, ADPCM 음성도 음성 패킷과 공공 전화망, PBX 네트워크사이에서 서로 교환할 수 있다. 다만, 공공 전화망이나 PBX 네트워크에 ADPCM 처리 기능이 있어야 한다.
- G.729 : 음성을 8Kbps 스트림으로 코딩할 수 있는 CELP 압축을 규정한다. 이 표준의 두 가지 변이형(G.729와G.729 Annex A)은 계산의 복잡성에서 크게 다르지만, 두 가지 모두 일반적으로 32Kbps ADPCM과 같은 수준의 음성 품질을 제공한다.
- G.723.1 : 전체적인 H.324 계열 표준의 일부로서, 아주 낮은 비트 속도로 멀티미디어 서비스의 음성이나 다른 오디오신호요소들을 압축하는데 사용할 수 있는 압축 기법을 규정한다. 이 종류의 코더에는 5.3Kbps와 6.3Kbps의 두 가지 비트 속도가 연관돼 있으며, 6.3Kbps의 비트 속도는 MP-MLP 기술에 기초한 것으로 품질이 더 뛰어나다. 또한 5.3Kbps의 비트 속도는 CELP에서 기초한 것으로, 품질이 양호하며 시스템 설계자들이 좀더 유연하게 설계할 수 있다.
- MP-MLQ [Multi-pulse maximum likelihood quantization] : 주로 데이터망/이동통신망에 적용되며, 저속 전송(5.3/6.3k)에 사용
- LD-CELP [Low Delay CELP] : 유럽에서 주로 사용되며 Delay가 낮음
- CS-ACELP [Conjugate Structure A-CELP] : 주로 데이터망/이동통신망에 사용되며 저속

(8kbps)에서 상대적으로 안정된 품질 제공한다.

#### IV. VoIP의 CODEC 품질

IP 환경에서 코덱의 선택은 아주 중요한 요소다. 코덱이 주관적으로 튜닝이 된 압축 기법에 점점 더 의존하게 됨에 따라, 총 신호 대 잡음비와 같은 표준 지향적인 품질 측정값은 인식된 코덱 품질과 낮은 상관관계를 가진다.

음성 코덱의 성능을 수량화할 수 있는 일반적인 벤치마크는 MOS다. 음성 품질과 소리는 일반적으로 청취자에 따라 기준이 달라지므로, 광범위한 청취자와 샘플 재료를 구하는 것이 중요하다.

##### 4.1 통화품질 열화 요소와 CODEC의 특성

###### 4.1.1 Jitter

Jitter는 Packet-Based Network에서만 문제시 된다. Voice Data는 실시간 전송이 보장되어야 한다, 코덱별로 차이가 있으나 일반적으로 20/30msec 간격(Packetizing Time)으로 Voice Frame 전송하며, Network을 거치며 Congestion 등의 이유로 Delay가 발생되며 수신측에서 예상하는 Frame 간격과 실제 도착하는 Frame 간격간의 차이 발생된다. Jitter Buffer는 Jitter 보상 및 Packet 순서를 보정해주고 그러한 Jitter Buffer Size 최적화하기 위해서는 두 가지의 경우로 나눌 수 있다.

첫 번째로, Static Jitter Buffer에서는 너무 크게 설계 할 경우 지연이 증가하고, 너무 작게 설계 할 경우 Buffer Overflow로 인한 Packet Loss 발생 가능성이 존재한다.

두 번째로, Dynamic Jitter Buffer에서는 최근 몇 개의 패킷에서 얻은 Jitter 정보를 바탕으로 유동적으로 Buffer Size 조절이 가능하므로 Data Network이 잘 정비되고 주의를 기울인다면 Jitter는 보상 가능하므로 음성 품질에 있어 크게 문제시 되지 않을 수 있다.

###### 4.1.2 Packet Loss

Packet Loss는 전송 매체 상에서의 손실, Network 혼잡 등으로 인한 Buffer Overflow 등의 원인으로 발생된다. 하나의 패킷은 전달되는 전체 음성에서 20msec에 지나지 않으므로 간헐적으로 발생하는 한두 개의 Packet Loss는 크게 문제되지 않는다. 그러나 Burst한 특성으로 발생하는 Packet Loss(5개 이상의 Packet이 연속적으로 손실 되었을 때)는 음성품질을 현격히 저하시킨다.

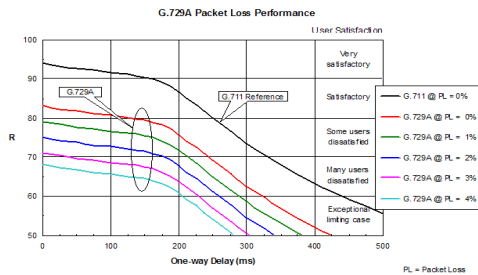


그림 1. CODEC별 Packet Loss 성능  
Fig. 1 CODEC types by Packet Loss efficiencies

###### 4.1.3 Delay

IP 텔리포니 네트워크에서의 지연은 처리 지연(handling delay)과 전달 지연(propagation delay)의 두 가지가 있다. 처리 지연은 일련화 지연(serialization delay)이라고도 하는데, 음성 경로를 따라 음성 정보를 처리하는 장치들에 의해 발생하며, 전달 지연은 광섬유나 구리를 사용하는 네트워크에서 광속에 의해 발생하는 지연을 말한다. 진공 상태에서 광속은 초당 29만 7600Km 속도로 전송되며, 전자는 구리선에서 초당 16만 Km를 이동한다. 광섬유 망을 따라 지구를 절반(20만 Km) 정도 돌면 약 70ms의 단방향 지연이 발생한다. 이런 지연은 인간의 귀로는 거의 인식할 수 없지만, 처리 지연이 전달 지연과 결합이 되면 음성 품질이 저하되는 것을 느낄 수 있다. 처리 지연은 기존의 전화 통신망에도 영향을 줄 수 있지만, 패킷 방식 환경에서 더 큰 문제가 된다. G.729에는 약 20ms의 알고리즘상의 지연이 존재한다. DSP는 매 10ms마다 하나의 프레임을 생성하며, 이런 음성 프레임 중 두 개를 하나의 패킷에 넣기 때문에 패킷 지연은 20ms다. 패킷 방식 네트워크에 지연이 발생하는 데는 패킷을 Output 대기열로 옮기는데 필요한 시간, 대기

열 지연 등의 요인이 있다. Output 대기열의 실제 대기열 지연은 네트워크에 가장 알맞은 대기열 처리 방식을 사용해 10ms 이하로 유지시켜야 하며, 이것은 QoS와 밀접하게 관련돼 있다. 또한 절대지연은 통화자가 서로 번갈아 가면서 이야기를 하다가 한 통화자의 말이 끝나면 그냥 가만히 있는 것이 아니라 그에 해당하는 키워드를 붙이는 방식으로, 전화 통화의 기본 흐름을 중단시키는 등의 간섭을 통해 발생한다. 지연편차, 즉 지터도 음성 품질에 영향을 주는데, 지터는 예정된 패킷 수신과 실제 패킷 수신 사이의 편차다. 음성 장치들은 음성을 자연스럽게 재생시켜주는 플레이어아웃 버퍼를 설정해 지터를 보정하고, 음성 흐름이 끊어지지 않게 한다. 플레이어아웃 지연 모드는 최대 지연과 수신지연(receive delay) 두 가지 방법으로 한계를 설정하는데, 최대 지연은 지터버퍼에 할당된 DSP 메모리 자원에 의해 제한을 받는다. 실제로 많은 애플리케이션에서 임의의 큰 지연을 허용하는 것보다는 시스템이나 사용자가 통화를 종료케 하는 것이 바람직하며, 한계 값 이상으로 지터에 수신된 데이터는 플레이어아웃 통계에 버퍼 오버플로우로 나타난다. 이것은 설계 매개 변수이며, 현재 C사 장비는 2ms로 설정돼 있다. 수신 지연은 지터 보정을 위한 플레이어아웃 지연과 플레이어아웃 버퍼에서 프레임을 디코더로 보낸 후의 평균 예정 지연으로 구성된다. PCM과ADPCM CODEC의 경우 5ms로 설정하고 G.729 코덱의 경우 10ms로 설정하는 것이 좋다. 엔드 포인트에서 양쪽 끝에 있는 코덱까지의 지연, 엔코더 지연, 패킷화 지연, 네트워크 지연의 일정 부분 등을 추가하면, 해당 연결의 종단간 지연이 나오며, 엔코더 지연에는 5ms의 VAD(voice activity detection) 지연과 에코 취

소를 위한 처리 시간이 포함된다. 종단간 신호/데이터 경로, 코덱, 페이로드 크기 등을 알고 있다면 종단간 지연의 이런 다른 구성 요소들을 올바르게 추정하는 것은 어렵지 않다.

#### 4.1.4 Echo

Echo는 송신자의 음성이 수신자 측을 거쳐 다시 송신자의 귀에 들리는 현상으로 본래의 음성과 되돌아오는 Echo의 시간차이가 25~30msec 정도면 작으면 음성 대화에 어떤 방해나 문제가 되지 않는다. Side Tone이란, 28msec 지연이 되는 특수 형태의 Echo로 대화 시 송신자가 자기의 음성을 재확인할 수 있기 때문에 Side Tone은 바람직하다. 그러나 Echo가 30msec 이상의 Delay를 가지고 네트워크를 통하여 충분히 들을 수 있을 정도(15dB 이상)로 크게 들리면 음성 품질이 떨어지게 된다. 또한 전화기와 전송로 사이의 임피던스 불일치로 인하여 발생하는 Echo를 Hybrid Echo 라 한다. 이러한 Echo를 방지하기위해 Echo Canceller(VoIP Gateway나 단말기에 구현)를 사용한다. Echo를 수학적인 모델을 사용하여 예측한 후, 수신측에서 들어오는 음성 시그널에서 예측한 만큼의 Echo를 상쇄시키고 정상적인 음성만 통과시키는 원리이다. 기존의 장거리 전화망에서는 Echo가 4선, 네트워크 스위치에서 2선 로컬 루프로 변환할 때의 임피던스 차이로 인해 발생한다. 통화를 할 때 수화기를 통해 자신 목소리를 듣는 것은 정상이며, 말하는 사람에게 안정감을 준다. 하지만 25ms 이상 수화기에서 자기 목소리가 들리면 방해가 되며, 대화를 멈추게 만들 수 있다. 일반적인 PSTN(Public Switched Telephone Network)에서 Echo는 Echo Canceller 로 제어하며 일반적인 반향점에서는 임피던스 차이를 철저히 제어한다.

패킷 방식 네트워크에서, Echo Canceller 는 낮은 비트 속도의 코덱에 내장되며 각 DSP를 대상으로 작동된다. Echo Canceller 가 작동하는 방식을 이해하려면, Echo가 어디에서 생기는 지를 먼저 이해해야 한다. 즉 사용자 A가 사용자 B에게 얘기를 할 때, 사용자 A가 사용자 B에게 하는 말을 G라고 하면, G에서 임피던스 차이가 발생하거나 기타 Echo를 일으키는 환경이 되면, G는 사용자 A에게로 되돌아간다. 그러

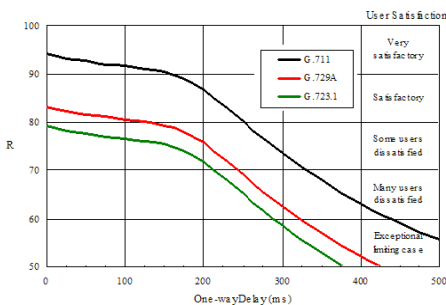


그림 2. CODEC별 지연특성  
Fig. 2 CODEC types by delay qualities

면 사용자 A는 실제로 말한 지 몇 ms 후에 지연된 부분을 듣게 된다.

회선에서 Echo를 없애기 위해 사용자 A의 통화 장치는 일정한 시간 동안 사용자 A 음성의 인버스 이미지를 보관하는데, 인버스 이미지를 인버스 스피치(inverse speech)라고 한다. Echo Canceller는 사용자 B에게서 수신되는 소리를 잘 듣고 인버스 스피치를 제거해 Echo를 없앤다.

## 4.2 VoIP CODEC의 MOS

주요 CODEC 별 점유 대역폭을 살펴보면, Jitter와 Packet Loss 등이 없는 이상적인 네트워크 환경에서의 VoIP 품질은 전적으로 Delay와 CODEC의 선택에 의해 좌우된다.

또한, CODEC의 압축률이 높아질수록 회선 점유 대역폭은 줄어들지만, VoIP 품질은 저하됨을 알 수 있다. 즉, VoIP 망 설계시 충분한 대역폭을 확보하고, 지연이 최소화 할 수 있도록 망 설계를 단순화 하여야 한다.

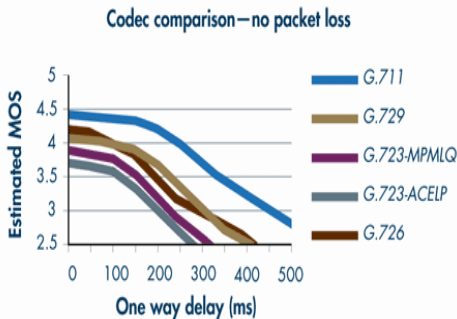


그림 3. 코덱별 MOS  
Fig. 3 CODEC types by MCS

## V. 결 론

VoIP 인터넷 전화 서비스가 기존의 PSTN 일반 전화 서비스를 대체 할 서비스로 대두되면서, 품질에 대한 관심도 더불어 높아지고 있다.

VoIP 서비스가 기존의 전화 서비스를 안정적으로 대체하기 위해서 우선적으로 선행되어야 하는 과제는

PSTN 전화에 가까운 통화 품질을 확보하는 것이나, VoIP의 태생 자체가 Circuit Switching 방식이 아닌 인터넷 망을 통하여 Packet Switching 방식으로 Voice Data를 전송하는 것이므로 인터넷 망의 품질에 의해 음성 품질이 좌우되는 부담을 안고 있다. 본 논문에서 살펴본 VoIP의 통화 품질에 영향을 미칠 수 있는 CODEC기술들이 품질 요소들에 미치는 정확한 이해를 바탕으로 향후 보다 더 고품질의 서비스를 위한 품질 확보에 활용하였으면 한다.

## 참고 문헌

- [1] TTA 표준(TTAS.ET-101329-5), 인터넷 전화 QoS 품질측정 (2003.12.18)
- [2] TTA 표준(TTAS.KO-01.0077), 인터넷 전화 통화 품질 지표(2005.12.21)
- [3] ITU-T P.833, "Methodology for derivation of equipment factors from subjective listening-only tests", Feb. 2001.
- [4] ITU-T p.834, "Methodology for derivation of equipment impairment factors from instrumental models", July 2002.
- [5] TTA 표준(TTAS.ET-101329-2), 인터넷 전화 VoIP QoS Class 모델(2003.12.18)
- [6] ITU-T Recommendation E.721(05/99), " Network grade of service parameters and target values for circuit-switched services in the evolving ISDN"
- [7] ITU-T Recommendation G.107(05/00), " The E-Model, a computational model for use in transmission planning".
- [8] ITU-T Recommendation G.109(09/00), " Definition of categories of speech transmission quality".
- [9] ITU-T Recommendation G.711(11/88), " Pulse code modulation of voice frequencies".
- [10] ITU-T Recommendation G.726(12/90), " 40,32, 24,16 Kbit/s Adaptive Differential Pulse code Modulation (ADPCM)".
- [11] ITU-T Recommendation P.310(02/96), " Transmission characteristics for telephone-band(300'3400Hz)digital telephones".
- [12] ITU-T Recommendation P.800 " Methods for subjective determination of transmission quality".

- [13] ITU-T Recommendation G.177 " Transmission planning for voice-band services over hybrid Internet/PSTN connections".
- [14] ETSI TR 101 329-01, "Telecommunication and Internet Protocol Harmonization over Networks(TIPHON) Release 3; End to End Quality of Service in TIPHON systems; Part 1: General aspects of Quality of Service (QoS)".

### 저자 소개



#### **나성훈(Sung-hun Rha)**

2002년 : 한밭대학교 전자공학과  
졸업 (공학사)  
2009년 : 전남대학교 전자통신공학과 석사 재학

※ 관심분야 : VoIP, BcN, 해저광통신



#### **유재덕(Jae-duck Yoo)**

1999년 : 한밭대학교 전자공학과  
졸업 (공학사)  
2009년 : 전남대학교 전자통신공학과 박사 재학

※ 자격 : 정보통신기술사

※ 관심분야 : BcN, u-City, Optical Fiber, ASON/GMPLS, FTTH, DWDM, OXC, 해저통신기술. 정보통신감리