

광대역 코덱의 기술 및 표준화 동향

이미숙 | ETRI VoIP 서비스 기술팀 팀장

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 IT선순환 구조를 만들어서 올해 IT생산 240조원, 수출 700억 달러를 달성하고자 하는 정부와 IT산업체의 의지에 부응하고자 이번호 특집은 VoIP를 구성하여, 관련 기술동향을 살펴본다(편집자 주).

1. 서론

광대역 코덱(Wideband codec)은 50Hz-7000Hz의 대역폭을 갖는 광대역 신호를 압축하고 복원하는 기술이다. 현재 PSTN이나 이동통신망에서는 300Hz-3400Hz의 대역폭을 갖는 협대역(또는 전화선 대역) 신호를 코딩하는 협대역 코덱을 주로 사용하고 있다. 광대역 신호는 협대역 신호에 비해 50Hz-300Hz의 대역이 추가되면서 자연성이 높아지고, 3400Hz-7000Hz의 대역이 추가되면서 명료성이 증가하여, 장시간 통화를 할 경우에도 피곤함이 덜한 것으로 알려져 있다[1].

광대역 코덱은 1988년부터 표준화되기 시작하였지만, 협대역 특성을 가지고 있는 기존 전화망과의 인터페이스 때문에 널리 사용되지는 않았다. 그러나 최근 들어서 네트워크 기술의 발달과 더불어 좀 더 넓은 음성 대역폭의 사용이 가능해지면서 협대역 코덱에 비해 음질이 우수한 광대역 코덱에 많은 관심이 모아지고

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

있다. 광대역 코덱은 화상회의나 VoIP와 같이 기존 전화망과의 인터페이스가 필요없는 응용 분야를 중심으로 사용이 늘어날 것으로 예상된다. 본 고에서는 ITU-T와 3GPP에서 표준으로 채택한 광대역 코덱의 특징과 ITU-T, 3GPP2 그리고 TTA에서 현재 진행중인 광대역 코덱의 표준화 동향에 대해 살펴본다.

2. 광대역 코덱의 표준화 현황

ITU-T에서는 WP3/SG16에서 코덱에 대한 표준화를 다루고 있으며, 1988년부터 지금까지 세 가지 광대역 코덱을 표준으로 채택하였다. 3GPP와 ETSI에서도 GSM 및 WCDMA 서비스에 사용하기 위한 목적으로 2001년에 광대역 코덱을 표준으로 채택하였다. 3GPP에서는 TSG SA WG4에서 코덱에 대한 표준화를 다루고 있다. 특히, 3GPP에서 표준으로 채택한 AMR-WB 코덱이 ITU-T에서도 표준(G.722.2)으로



채택되었다. 본 절에서는 ITU-T와 3GPP에서 표준으로 채택한 광대역 코덱의 특징에 대해 간단히 설명한다.

2.1 3GPP/ETSI 표준

3GPP와 ETSI에서는 1999년부터 GSM과 3세대 WCDMA 시스템을 위한 광대역 코덱 개발 및 표준화를 시작하여 2001년 3월에 Nokia와 VoiceAge가 공동으로 제안한 AMR-WB(Adaptive MultiRate-WideBand) 코덱을 표준으로 선정하였다. AMR-WB는 G.729와 AMR-NB(AMR-NarrowBand)와 같은 코덱에서 사용하고 있는 ACELP 알고리즘을 기반으로 하는 다중 전송률 코덱으로 9가지(23.85, 23.05, 19.85, 18.25, 15.85, 14.25, 12.65, 8.85, 6.6kbps)의 전송률을 지원하고 있다. 따라서 채널의 상태에 따라 소스코딩과 채널코딩에 할당되는 비트를 조절할 수 있다. 이 코덱은 12.65kbps 이상의 전송률에서 우수한 품질의 광대역 음성을 제공한다. 가장 낮은 전송률인 8.85와 6.6kbps는 주로 채널 상황이 매우 나쁘거나 네트워크 부하가 증가할 경우에 사용할 목적으로 개발되었다. AMR-WB는 광대역 음성 신호에 대해서는 우수한 성능을 보이지만 음악 신호에 대해서는 MP3나 AAC와 같은 오디오 코덱에 비해 성능이 떨어지는 것으로 알려져 있다[2].

2.2 ITU-T 표준

2.2.1 G.722

이 표준의 제목은 “Audio coding within 64kbit/s”로 1988년에 표준으로 채택되었으며, 음성 뿐만 아니라 오디오 신호에 대해서도 좋은 성능을 보

여주고 있다. 화상회의 서비스를 고려하여 개발된 이 코덱은 64, 56, 48kbps의 전송률을 지원하며 알고리즘 지연은 3ms 정도로 매우 적다.

이 코덱은 16kHz로 샘플링된 입력 신호를 QMF 필터로 low sub-band(0Hz-4000Hz)와 high sub-band(4000Hz-8000Hz)로 분리한 후에 각 대역의 신호를 G.726 ADPCM과 유사한 방법으로 코딩 한다. 현재 이 코덱은 다른 광대역 코덱의 음질을 평가하는 기준으로 널리 사용되고 있다. 이 코덱은 전송률은 높지만, 계산량과 지연이 매우 작고 다른 광대역 코덱에 비해 전송 오류에 강하다는 특징을 가지고 있다[3].

2.2.2 G.722.1

이 표준의 제목은 “Coding at 24 and 32kbit/s for hands-free operation in systems with low frames loss”로 1999년에 표준으로 선정되었다. Q.20/SG16에서는 화상회의와 VoPN 서비스를 고려하여 G.722와 음질은 동일하고 전송률은 1/2인 코덱을 표준으로 채택하기 위해 음성과 오디오 신호에 대한 요구조건(requirement)을 모두 정의하였다. 그러나 하나의 기술로 음성과 오디오 신호 모두에 대한 요구조건을 만족시키는 것은 매우 어려운 일이다. 몇 번의 qualification과 selection 테스트 끝에 모든 요구조건을 만족하지는 않았지만, Transform 기반의 코덱을 표준으로 채택하였다.

G.722는 Transform 기반의 코덱으로 오디오 신호에 대해서는 우수한 성능을 보이지만, 음성 신호에 대한 요구조건은 만족시키지 못하였다. 또한 표준의 제목에서도 알 수 있듯이 3% 이상의 패킷 손실환경에서도 요구조건을 만족시키지 못하였다[4].



2.2.3 G.722.2

이 코덱의 제목은 “Wideband coding of speech at around 16kbit/s using adaptive multi-rate wideband(AMR-WB)”으로 2001년에 표준으로 채택되었다. 1999년 Q.7/SG16에서는 약 16kbps의 전송률을 갖는 광대역 음성 코덱의 표준화에 대한 논의를 시작하였다. 하나의 코딩 기술로 음성과 오디오 신호 모두에 대해 좋은 성능을 얻는다는 것이 어렵다는 것을 고려하여, 음성 신호에 대한 요구조건만 정의하였다. 또한 같은 시기에 3GPP/ETSI에서도 광대역 코덱 표준화에 대한 논의가 진행되고 있었으므로 ITU에서는 3GPP에서 선정된 코덱이 ITU-T의 selection 테스트에 참가하여 경쟁할 수 있도록 하였다.

테스트 결과 AMR-WB가 전체적으로 우수한 성능을 보였으며 2001년 11월 WP3/SG16 plenary 회의에서 G.722.2로 채택되었다. 다음 표 1은 ITU-T에서 표준으로 채택한 광대역 코덱의 성능을 보여주고 있다 [5].

표 1. ITU-T 광대역 코덱의 성능 비교

표준	G.722	G.722.1	AMR-WB(G.722.2)
날짜	1988	1999	2001
전송률(kbps)	48, 56, 64(embedded)	24, 32	23.85, 23.05, 19.85, 18.25, 15.85, 14.25, 12.65, 8.85, 6.6
유형	sub-band ADPCM	Transform 방식	ACELP
알고리즘 지연(ms)	1.625(프레임 크기 : 0.125)	40(프레임 크기 : 20)	25(프레임 크기 : 20)
음질	Commentary(at 64kbps)	일부 테스트 조건에서 성능이 떨어짐(음악 신호의 경우 성능이 우수)	12.64 ≥ G.722 48k 15.85 ≥ G.722 56k 23.05 ≥ G.722 64k
계산량	10MIPS	15MIPS	38WMOPS
VAD/DTX/CNG	없음	없음	있음

3. 광대역 코덱의 표준화 추진 동향

본 절에서는 TTA, ITU-T 그리고 3GPP2에서 추진하고 있는 광대역 코덱의 표준화 동향에 대해 간단히 살펴본다.

3.1 TTA 표준화 동향

TTA 산하의 “VoIP 프로젝트 그룹”에서는 2003년부터 VoIP와 같은 인터넷 기반의 응용 분야에서 고품질 음성 서비스를 제공하기 위해 차세대 패킷 전화용 광대역 음성 코덱의 표준화를 진행 중이다. 이 프로젝트 그룹에서는 특히 기존에 VoIP 서비스에서 가장 널리 사용되고 있는 협대역 코덱인 G.729 및 G.723.1과 bitstream interoperability를 제공하면서 bitrate scalability와 bandwidth scalability를 제공할 수 있는 코덱을 표준으로 채택하기로 하였다. 이러한 코덱의 구조는 현재 ITU-T Q.9에서 논의 하고 있는 EV와 매우 유사하고, 지난 2004년 1월 회의에서 France

Telecom의 제안으로 Q.10에서 표준화를 추진하기로 한 코덱의 구조와 동일하다.



Selection 테스트 결과 삼성과 ETRI에서 공동으로 개발한 코덱이 선정되어 현재는 characterization 테스트 중에 있다. 이 코덱은 세가지 모드(상호 운용 모드, 협대역 음질 향상 모드, 광대역 모드)를 지원한다. 상호 운용 모드는 기존의 G.729나 G.723.1과 같은 협대역 코덱과 bitstream interoperability를 제공하기 위한 모드이고, 협대역 음질 향상 모드는 우수한 음질의 협대역 음성 신호 서비스를 제공하기 위한 모드이다. 광대역 모드는 고품질의 광대역 음성 신호를 제공하기 위한 모드이다. 표 2는 이 코덱의 특징을 보여주고 있다. 이 코덱은 현재 VoIP 서비스에서 널리 사용되고 있는 협대역 코덱인 G.729와 G.723.1을 기반으로 개발되었다. 따라서 G.729나 G.723.1 코덱을 이용하여 VoIP 서비스를 제공하고 있는 업체에서는 이 코덱을 이용함으로써 기존 코덱과 상호 운용성을 유지하면서 차별화된 고품질의 서비스를 쉽게 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 이 코덱에 대한 표준은 올 6월에 완료될 예정이며, ITU-T에서도 현재 비슷한 구조의 광대역 코덱에 대한 표준화를 진행 중에 있으므로, 이를 기반으로 ITU-T 표준화도 추진 가능할 것으로 예상된다[6].

3.2 ITU-T 표준화 동향

ITU-T Q.9/WP3/SG16에서는 Qualcomm의 제안으로 1999년부터 가변 전송률 음성 코덱의 표준화를 논의하기 시작하여 현재는 EV와 MSC-VBR 두 방향으로 ToR을 진행하고 있다. EV와 MSC-VBR 모두 음성 신호를 주된 입력 신호로 고려하고 있지만, 코덱의 구조와 주된 응용 분야는 다르다. 2004년 1월 회의에서 참가자들은 6월 15일부터 3일 동안 expert meeting을 개최하여 EV와 MSC-VBR의 ToR을 확정하기로 하였다[7].

3.2.1 EV(Embedded Variable Bit Rate)

EV는 다양한 단말기 및 네트워크 상황을 고려하여 bit-rate scalability, bandwidth scalability, complexity scalability를 제공하는 것을 가장 큰 특징으로 하고 있다. 또한 기존의 PSTN 모뎀 또는 모바일 링크 사용자들을 위해 약 8kbps의 낮은 전송률부터 고품질 광대역 신호 서비스를 위한 32kbps의 높은 전송률까지 고려하고 있다. 이러한 특징을 갖는 EV는

표 2. TTA 표준 코덱의 특징

전송률	상호 운용 모드	G.729, G.723.1과 동일
	협대역 음질 향상모드	12kbps
	광대역 모드	20kbps
유형	상호 운용 모드	G.729, G.723.1와 동일
	협대역 음질 향상 모드	Cascade ACELP
	광대역 모드	Transform 방식
음질	상호 운용 모드	G.729, G.723.1과 동일
	협대역 음질 향상 모드	≥ G.729 11.8kbps
	광대역 모드	≥ G.722 56kbps
프레임 크기	30ms	



다음과 같은 응용 분야에서 주로 사용될 것으로 예상되며, 현재까지 논의된 ToR을 요약하면 표 3과 같다.

- packetized voice(VoIP, VoATM, IP phone, private networks)
- high quality audio/video conferencing
- Applications that benefit from
- congestion control
- differentiated QoS,
- 3G and future wireless systems
- Multimedia streaming(e.g. video + audio involving bit-rate tradeoff)
- Multiple access home gateway

2003년 5월 회의부터 기존 코덱과의 상호 운용의 중요성에 대한 문제가 논의되면서 2004년 1월 회의에서는 VoIP에서 가장 널리 사용되는 코덱 중 하나인 G.729와 bitstream interoperability를 제공하면서 bitrate scalability와 bandwidth scalability를 제공하는 EV와 매우 유사한 코덱의 표준화를 빠른 시간 내에 추진하기로 하였다. 이 코덱에 대한 표준화는 G.729의 부록 형식으로 Q.10에서 진행하기로 하였으며, Q.9에서 진행되는 표준화 보다 앞선 2005년 하반기에 표준을 완료하는 것을 목표로 하고 있다.

표 3. EV ToR V.3.0

항목	요구조건
Embedded bitstream	$R1 \leq 6.4 / R2 \leq 12 / R3 \leq 16 / R4 \leq 24 / R5 \leq 32$ R1, R2 : [0.3-4k] / R3-R5 : [0.05-7k]
프레임 크기	multiple of 10ms
오류가 없는 채널환경	R1:G.729(8k), R2:G.729(11.8k), R3:G.722(48k), R4:G.722(56k), R5: G.722(64k)와 동일
채널 오류 환경(0.1% BER, 5% Random & Burst FER)	동일한 채널 오류 환경에서 R1:G.729(8k), R2:G.729(11.8k), R3:G.722(48k), R4:G.722(56k), R5: G.722(64k)와 동일
알고리즘 지연	60msec 이하
계산량	하나의 고정소수점 DSP로 구현 가능

EV는 layered 구조의 코덱으로 R1과 R2는 협대역 음성 신호를, R3, R4 그리고 R5는 광대역 음성 신호를 나타내며, 알고리즘 지연은 60msec 이하로 되어 있다. 알고리즘 지연은 적을수록 좋지만, 음성 데이터가 패킷망을 통해 다른 미디어들과 결합되어 전송되는 경우에는 알고리즘 지연을 적게 하는 것이 큰 의미가 없을 수 있다. 따라서 EV 코덱이 사용될 응용 분야에 따라 적당한 알고리즘 지연을 찾아야 할 것으로 예상된다. 이 외에도 여러 항목들에 대한 요구조건이 논의되고 있다.

3.2.2 MSC-VBR(Multimode Source Controlled - Variable Bit Rate)

초기에 논의된 MSC-VBR은 협대역 가변 전송률 코덱이었으나, 2003년 5월 회의에서 광대역 신호를 처리할 수 있는 광대역 모드가 추가되면서 ToR의 많은 항목들이 변경되거나 추가 되었다. 이에 따라 MSC-VBR의 ToR에 있는 대부분의 항목에 대한 요구조건이 정의되지 못하였다. 지난 2004년 1월 회의에서는 MSC-VBR에 대한 논의를 주도적으로 진행하



고 있는 Mindspeed의 불참으로 ToR에 대한 논의가 거의 진행되지 못하였다. MSC-VBR은 음질 저하 없이 입력 신호의 특성에 따라 전송률을 변경함으로써 네트워크 부하의 증가로 인한 문제점을 완화하고, 패킷 손실에 좀 더 강인한 음성 코덱을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. MSC-VBR의 주요 응용분야는 아래와 같이 예상되며, 현재까지 논의된 ToR은 표 4와 같다.

- 3G wireless applications, e.g. IMT-2000
- VoIP
- Very low-rate PSTN visual telephony;
- Personal communications;
- Simultaneous voice and data systems; and Mobile-telephony satellite systems.

다.

3.3 3GPP2 표준화 동향

TSG-C Working group 1.1에서는 2002년 1월 Nokia의 제안으로 CDMA 2000 시스템을 위한 광대역 음성 코덱의 표준화를 시작하였다. 2003년 4월에 selection 테스트 결과에 따라 Nokia와 VoiceAge에서 제안한 VRM-WB(Variable Rate Multimode-WideBand)가 선정되어 현재 Characterization 테스트 중에 있으며, 올 상반기에 표준으로 승인될 것으로 예상된다.

VRM-WB는 AMR-WB 12.65kbps를 기반으로 개발된 가변 전송률 코덱으로 Rate set II를 지원한다.

표 4. MSC-VBR ToR V. 5.0

항목	요구조건
프레임 크기	Integer multiple of 5, 10, or 20
동작 모드	협대역 2개 : NB(L), NB(H) 광대역 2개 : WB(L), WB(H)
최대 전송률	NB(L) : 6.4kbps, NB(H) : 8.5kbps WB(L) : TBD, WB(H): 13kbps
채널 오류 환경에서의 음질(1% Random BER, 3% Burst(air interface 패턴), 5% Burst(VoIP 패턴))	
전체 코덱 지연(알고리즘 지연 + 처리 지연)	60msec 이하
계산량	하나의 고정소수점 DSP로 구현 가능

MSC-VBR에서는 협대역 모드 2개와 광대역 모드 2개를 지원하고 있다. 아직 전송률이 확정되지 않았는데, 주요 응용 분야 중의 하나가 CDMA 시스템이므로 CDMA 시스템에서 제공하고 있는 Rate set I과 Rate set II의 전송률을 고려하여 결정될 것으로 예상된다. 또한 VoIP 서비스를 고려하여 5%의 VoIP 패킷 손실 패턴 조건에서 코덱의 성능에 요구조건도 고려하고 있

이 코덱은 다중 모드 코덱으로 네 가지 모드(모드 0, 1, 2, i)를 지원한다. 모드 0, 1, 2의 선택에 따라 코덱의 평균 전송률이 달라진다. 모드 i는 상호 운용 모드로 AMR-WB 12.65kbps와 bit-stream interoperability를 제공한다. 따라서 VRM-WB는 i 모드를 통해 ITU-T G.722.2 12.65kbps, 그리고 3GPP AMR-WB 12.65kbps와 bitstream



interoperability가 가능하다[8].

4. 결론

본 고에서는 광대역 음성 코덱의 표준화 동향에 대해 살펴보았다. 광대역 음성 신호는 협대역 음성 신호에 비해 자연성과 명료성이 뛰어나기 때문에 장시간 통화 시에도 협대역 신호에 비해 피곤함이 적은 것으로 알려져 있다. 최근 들어 네트워크 기술의 발달과 더불어 고품질 음성 서비스에 대한 필요성이 증가하면서 광대역 음성 코덱에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 여러 국제 표준화 기구에서도 광대역 코덱에 대한 표준화를 완료하였거나, 현재 추진 중에 있다. 국내에서는 TTA에서 차세대 패킷 전화용 광대역 음성 코덱의 표준을 추진 중에 있으며, 2004년 6월에 완료될 예정이다.

앞으로 광대역 코덱은 협대역 특성을 갖는 기존 전화망과의 인터페이스가 필요 없는 인터넷 기반의 VoIP, BeN과 같은 응용 분야를 중심으로 사용이 증가할 것으로 예상된다[9].

[참고문헌]

- [1] 이미숙, 김도영, 김대웅, “음성코덱의 특성과 협대역 음성 코덱 표준 기술 분석”, 한국전자통신연구원 주간기술동향 1129호, pp.1 - 14 2004. 1.
- [2] 3GPP Rec. TS 26.171, “AMR Wideband Speech Codec; General Descriptio”, 2001.
- [3] 2002.ITU-T Rec. G.722, “7kHz audio coding within 64kbps”, 1888.
- [4] ITU-T Rec. G.722.1, “Coding at 24 and 32 kbit/s for hands-free operation in systems with low frame loss,” Sep. 1999.
- [5] ITU-T Rec. G.722.2, “Wideband coding of speech at around 16kbit/s using adaptive multi-rate wideband(AMR-WB),” Jan.
- [6] 정보통신단체표준 2003-037-01, “차세대 패킷 전화용 광대역 음성 코덱”, 2003. 12.
- [7] ITU-T SG16 Q.9, “ Report of Q.9/16 meeting”, 2004.
- [8] 3GPP2 TSG-C, “Report of the March 2003 TSG-C1.1 Voice Services Meeting”, 2003.
- [9] 강태규, 김도영, 김대웅, “유무선 통합 VoIP 미디어 게이트웨이 기술동향” 한국전자통신연구원 주간기술동향 제 1101호, pp. 1 -11, , 2003. 6.