

G.722.2 AMR-WB 음성 코덱의 전송속도 최적화

이현진^o, 김재현

아주대학교 전자공학과

Coding Rate Optimization of G.722.2 AMR-WB Voice Codec

Hyun-Jin Lee^o, Jae-Hyun Kim

Department of Electronics Engineering, AJOU University

{L33hyun, jkim}@hanla.san.ac.kr

요 약

본 논문에서는 사용자 측면의 서비스 품질 지표 중 하나인 E-model 의 R-factor 를 고려한 G.722.2 AMR-WB 음성 코덱의 전송속도 최적화를 제안한다. 성능분석 결과, 재전송을 고려하지 않을 경우 AMR-WB 의 전송속도 중 23.05kbps 가 패킷 손실에 가장 강건하였다. 그러나, 음성 서비스의 재전송을 허용할 경우 8.85 kbps 는 요구 무선 자원을 가장 최소화시키면서 허용가능한 R-factor 를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

1. 소개

AMR-WB(Adaptive Multi-Rate Wide-Band)는 3GPP LTE 망에서 향상된 음성 품질을 제공하기 위하여 개발되었다[1]. 협대역 음성 코덱에 비해 넓은 50-7000 Hz 의 대역폭을 지원하며 ACELP(Algebraic Code Excited Linear Prediction)와 VAD(Voice Activity Decoction)을 지원하며 6.6kbps 에서 23.85 kbps 까지의 다중 모드를 지원하는 것을 특징으로 하고 있다.

본 논문에서는 ITU 에서 제안한 사용자 측면의 서비스 품질 지표인 E-model 의 R-factor 를 고려하여 신호 품질에 대한 AMR-WB 의 최적 전송속도를 도출하고자 한다. 또한 재전송 기술의 유무에 따른 목표 음성 품질을 만족시키기 위한 최소 전송속도와 필요 재전송 횟수 및 요구 무선 자원량도 도출하고자 한다.

2. E-model

ITU 에서는 network planning 단계에서 객관적으로 음성 서비스의 사용자 측면 서비스 품질을 예측하기 위하여 E-model 을 제안하였다[2]. 최근에는 실시간으로 측정이 가능하다는 장점으로 VoIP(Voice over IP) 서비스의 성능 지표로 사용되고 있다.

E-model 에서 사용하는 R-factor 는 망 성능에 관련된 요소뿐만 아니라 사용자의 통신환경에 관련된 요소를 포함하여 20 가지 이상의 요소에 의해 결정된다. 그러나, 최근에는 통신환경에 관련된 요소는 고정된 값을 사용하는 모델이 주로 사용되고 있다.

고정된 값을 사용한 R-factor 는 다음과 같다.

$$R = 93.2 - I_e - I_d, \quad (1)$$

이때 I_d 는 지연 감쇄 요소로 전송 경로상의 다양한 지연 요소를 통하여 계산되나 [3]에서 echo 에 의한 요소를 생략하여 간략한 선형함수를 제안하였으며 다음과 같다.

$$I_d = 0.024 \cdot D + 0.11 \cdot (D - 177.3) \cdot H(D - 177.3), \quad (2)$$

이때 D 는 MTE(Mouth-to-Ear) 지연을 의미하며 $H(x)$ 는 Heaviside 함수($H(x)=1$ if $x \geq 0$, $H(x)=0$ if $x < 0$)이다. I_e 는 손실 감쇄 요소로 PLR(Packet Loss Rate) 뿐만 아니라 패킷 손실 패턴, 음성 코덱의 PLC(Packet Loss Concealment) 성능 등에 의해 결정되는 요소로 다음과 같다.

$$I_e = I_{e,wb} + (B - I_{e,wb}) \cdot P_{pl} / (P_{pl} / BurstR + B_{pl}), \quad (3)$$

이때 P_{pl} 은 PLR 로 %단위이다. B_{pl} 은 음성 코덱의 패킷 손실 강건성을 의미하며 $BurstR$ 은 패킷 손실의 패턴을 의미한다. 패킷 손실이 독립일 경우 $BurstR$ 은 1 이다. $I_{e,wb}$ 와 B 는 단말 감쇄 요소와 양자화 감쇄 요소를 나타내는 지표로 음성 코덱의 특성을 반영한다. 표 1은 AMR-WB 의 주요 전송 속도에 따른 $I_{e,wb}$, B_{pl} 그리고 프레임 크기를 명시하고 있다[4].

표 1. AMR-WB 의 주요 전송 속도 별 파라미터

Coding rate	$I_{e,wb}$	B_{pl}	Frame size
8.85 kbps	25	13.5	177bits
12.62 kbps	11	13	253bits
14.25 kbps	10	14.1	285bits
23.05 kbps	1	13	461bits
23.85 kbps	6	12.2	477bits

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-(H0301-13-2003))

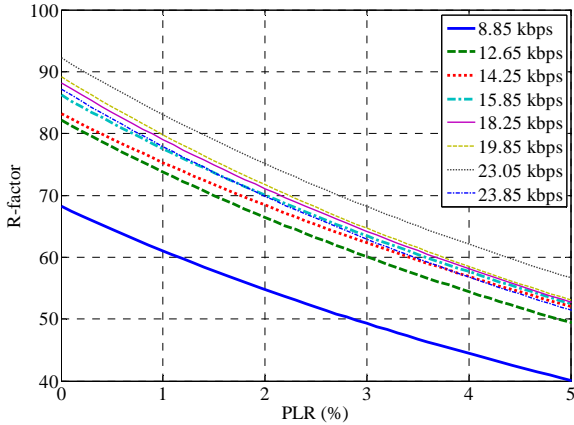


그림 1. PLR 에 따른 전송 속도 별 R-factor

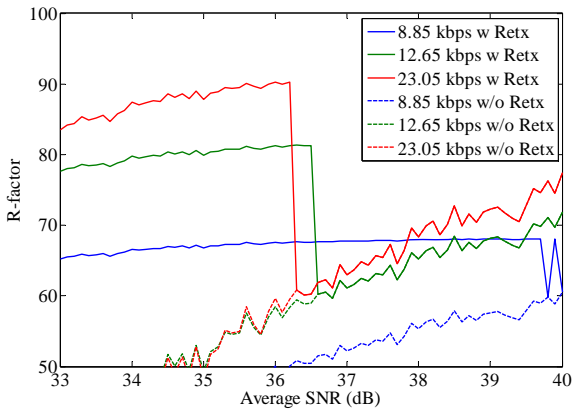


그림 2. 재전송 유무에 따른 전송 속도 별 R-factor

3. 성능 분석

성능분석을 위하여 레일리 페이딩 채널모델을 사용하였으며 32FFT 의 QFDM 과 QAM 및 binary coding 을 고려하였다. 그림 1은 PLR 에 따른 전송 속도 별 R-factor 를 나타내고 있다. 성능분석 결과 23.05 kbps (mandatory set 에서는 12.65 kbps)가 가장 패킷 손실에 강건한 것을 확인할 수 있었다. 그러나 패킷 손실이 4%를 초과할 경우 사용자가 만족할 수 있는 최소 요구치인 R-factor 60 점(MOS 3.1)을 만족시키지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 패킷 손실은 주로 무선채널과 수신단의 de-jitter buffer 에서 발생한다. 그러나 de-jitter buffer 에서 발생하는 패킷 손실은 지연에 대한 함수로 버퍼의 크기를 증가시킬 경우 감소시킬 수 있다. 본 논문에서는 패킷 손실을 감소시키기 위하여 HARQ type I 을 고려하였다. 그림 2는 평균 SNR 과 HARQ 유무에 따른 전송 속도 별 R-factor 를 나타내고 있다. 8.85kbps 의 경우 목표 R-factor 를 만족시키기 위해서는 패킷 손실 1%이하를 만족해야만 한다. 그러나, 재전송 방식을 사용할 경우 낮은 SNR 에서도 목표 점수를 만족하는 것을 확인할 수 있었다. 표 2는 SNR 에 따라 목표 R-factor 를 만족시키기 위한 요구 재전송 횟수를 나타내고 있다.

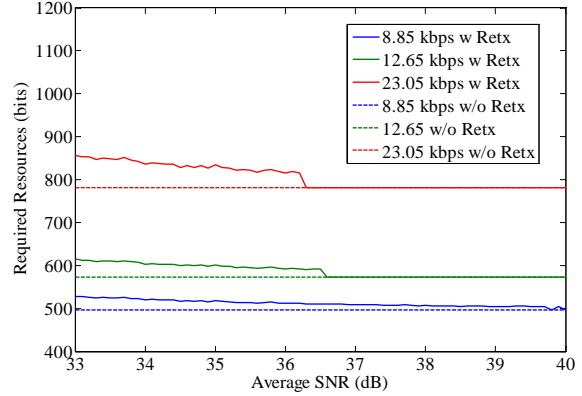


그림 3. R-factor 를 만족시키기 위한 요구 무선 자원

음성 서비스에서 HARQ 의 사용은 추가 무선 자원뿐만 아니라 추가 지연을 야기할 수 있다. 그러나, 추가되는 지연은 MTE 지연이 낮을 경우 de-jitter buffer 의 크기를 증가시킴으로써 극복할 수 있다. 향후 이에 대한 추가분석을 수행하고자 한다. 그림 3은 재전송에 따른 추가 요구 무선 자원을 나타낸 그림이다. 추가 무선 자원은 SNR 이 감소함에 따라 증가할 것이다. 그러나 목표 R-factor 를 만족시키기 위해서는 패킷 손실에 가장 강건한 23.05 kbps 도 재전송 기술의 도입이 요구된다. 성능 분석 결과 재전송에 따른 요구 자원을 고려할 경우 8.85kbps AMR-WB 는 목표 R-factor 를 만족시키는 구간 내에서 비교적 낮은 무선자원을 요구하는 것을 확인할 수 있다. 성능 분석 결과 HARQ 를 고려하지 않을 경우 23.05 kbps 가 패킷 손실에 가장 강건하였으나 재전송 및 요구 무선 자원을 고려할 경우 8.85kbps 가 가장 효율적인 것을 확인할 수 있었다.

4. 참고 문헌

- [1] 3GPP TS 26.194, *Speech codec speech processing functions; adaptive multi-rate - wideband (AMR-WB) speech codec; voice activity detector (VAD)*, Sep. 2012.
- [2] ITU-T, G.107 *transmission planning and the E-model: a computational model for use in transmission planning*, Dec. 2011.
- [3] S. Moller et. al, "Impairment factor framework for wide-band speech codecs," *IEEE Trans. on Audio Speech, and Language Processing*, vol. 14, no. 6, pp. 1969 - 1976, Nov. 2006
- [4] G. R. Cole et. al, "Voice over IP performance monitoring," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 31, no.2, pp. 9-24, Apr. 2001

표 2. SNR 에 따른 전송 속도 별 요구 재전송 횟수

SNR(dB) \ Coding rate	33	35	37	39
8.85 kbps	2	2	2	2
12.65 kbps	2	2	2	1
23.05 kbps	2	2	1	1