

# PVQ 방식을 이용한 AMR-WB+ 코덱의 TCX 모듈 변환계수 양자화기 설계

박상국, 박정은, 강상원  
한양대학교 전자컴퓨터공학부  
e-mail : swkang@hanyang.ac.kr

## Design of the TCX module transform coefficients quantizer in AMR-WB+ codec using PVQ

Sangkuk Park, Jungeun Park, Sangwon Kang  
School of Electrical Eng. Computer Science, Hanyang University

### Abstract

In this paper, we propose a Pyramid VQ(PVQ) to quantize the transform coefficients of TCX module for the music improvement of AMR-WB+ codec. The proposed PVQ is compared to the RE<sub>8</sub> Lattice VQ used in the AMR-WB+ standard codec, demonstrating improvement 4% and 5.7%, respectively, in Mean Squared Error(MSE) and 3.3% and 4.7%, respectively, in Perceptual Evaluation of Audio Quality(PEAQ) by 8-dimensional and 16-dimensional Pyramid VQ.

### I. 서론

음성 및 음악 통합 코덱인 AMR-WB+ 코덱은 음성 품질은 우수하나 음악 품질은 24kbps 부근의 전송 속도에서 저하된다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 AMR-WB+ 코덱의 음악 품질을 개선하기 위하여 TCX 모듈 변환계수 양자화기에 Pyramid VQ(PVQ) 방식[1]을 응용하였다. 또한 변환계수 값의 서브벡터 에너지를 이용하여 각 서브벡터에 대한 비트할당 값 계산 방식을 제안 하였다. 응용된 PVQ 방식은 표준 AMR-WB+ 코덱[2]에서 변환 계수 양자화기로 사용되

는 RE<sub>8</sub> Lattice VQ 방식[3,4]과 MSE 및 PEAQ 성능 비교를 통해 평가되었다.

### II. Pyramid VQ를 이용한 변환계수 양자화

#### 3.1. Pyramid VQ(PVQ)

Pyramid VQ 양자화기는 피라미드의 표면상에 존재하는 큐빅 격자점들을 코드워드로 사용하는 일종의 격자 양자화 방식이다[1]. 따라서, 코드북을 저장할 필요가 없으므로 메모리가 요구되지 않으며, 벡터 차수가 증가 할수록 부호화의 복잡도가 선형적으로 증가하는 특성을 가지고 있으므로, 적은 계산량으로 입력 벡터 전체를 양자화 할 수 있다. 특히, 비메모리 Laplacian 분포를 갖는 소스에 최적의 성능을 제공한다.

#### 3.2 변환계수 특성

본 논문에서는 전송 속도를 24kbps로 고정하였고, 코어 코덱의 성능만을 평가하기 위해 모노 입력을 사용하였다. 또한, AMR-WB+ 코덱의 1024-샘플 수퍼프레임 내 256-샘플 ACELP, 256-샘플 TCX, 512-샘플 TCX, 1024-샘플 TCX 모드의 각각에 대해 segmental SNR(SegSNR)을 계산하여 최대의 SegSNR값을 갖는

모드로 동작한다. 그런데, 표 1에서 볼 수 있듯이 전형적인 음악 신호들에 대하여 대부분 1024-샘플 TCX 모드로 동작하기 때문에 본 논문에서는 1024-샘플 TCX 모드의 성능 개선에 초점을 맞추었다.

표 1. 음악 신호에 대한 프레임 별 동작 모드 선택율

모드	ACELP	TCX256	TCX512	TCX1024
선택율(%)	0.25	1.25	4.5	94

오디오 샘플들의 입력 프레임은 DFT를 통해 주파수 도메인으로 변환된다. 변환계수는 그림 1과 같이 Laplacian 분포를 이루기 때문에, RE<sub>8</sub> Lattice VQ 대신 Laplacian 소스에 대해 우수한 성능을 갖는 Pyramid VQ를 사용한다.

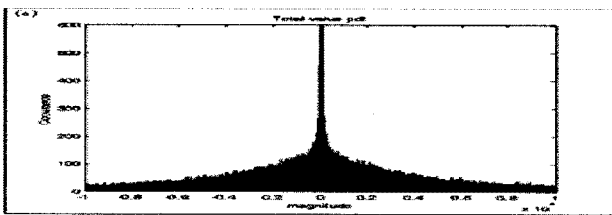


그림 1. DFT 변환계수의 PDF

### 3.3. Pyramid VQ를 이용한 변환계수 양자화

프레임 당 1152개의 변환계수는 144개의 8차 서브벡터 단위로 나누어져서 이득 값에 의해 pre-shaping 된 후, RE<sub>8</sub> Lattice VQ 대신 PVQ 방식을 사용하여 양자화 된다.

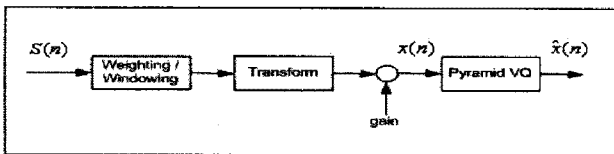


그림 2. PVQ가 응용된 TCX 인코더 모듈의 구성도

RE<sub>8</sub> Lattice VQ 방식과는 달리 PVQ 방식은 프레임 내 서브벡터들에 대한 비트할당 계산을 필요로 한다. 본 논문에서는 변환계수 값의 서브벡터 에너지를 이용하여 각 서브벡터에 대한 비트할당 값을 계산하였다. 계산된 최종 비트값들을 PVQ에 할당하여 8차 또는 16차의 서브벡터를 양자화 하였다.

## III. 실험 및 결과

제안된 PVQ의 성능 평가는 Mean Squared Error

(MSE)와 ITU-T 표준 오디오 측정 software BS.1387을 사용한 Perceptual Evaluation of Audio Quality(PEAQ)에 의해 이루어졌다. 또한, 평가를 위한 훈련 및 테스트 샘플로 European Broadcasting Union (EBU)에서 제공하는 Sound Quality Assessment Material(SQAM) 중 90개의 음악 샘플들을 사용하였다. 표 2는 제안된 PVQ 방식과 표준 방식인 RE<sub>8</sub> Lattice VQ 방식을 비교 평가한 표이다.

표 2. TCX1024 모듈 변환계수 양자화기에 PVQ 적용 시 MSE 및 PEAQ 성능 비교

	RE <sub>8</sub> Lattice VQ	PVQ(8차)	PVQ(16차)
MSE	0.236664	0.227352	0.223144
PEAQ	-1.53191	-1.4815	-1.46001

표 2에서 볼 수 있듯이, 8차 및 16차 PVQ 방식의 사용 시 표준 방식인 RE<sub>8</sub> Lattice VQ에 비해 MSE 값이 각각 4% 및 5.7% 개선되었고, PEAQ 값은 각각 3.3% 및 4.7% 개선되었다.

## IV. 결론

본 논문에서는 AMR-WB+ 코덱의 오디오 품질을 개선하기 위하여 TCX 모듈 변환계수 양자화기에 Pyramid VQ 방식을 응용하였다. 제안된 PVQ의 성능 평가는 TCX1024 모듈 내 변환계수 양자화기 입출력 신호간의 MSE 값과 TCX1024 모듈의 입출력 신호간의 PEAQ 값에 의해 이루어졌다. 24kbps 전송속도에서, 8차 및 16차 PVQ 방식이 표준 방식인 8차 RE<sub>8</sub> Lattice VQ에 비해 MSE값이 각각 4% 및 5.7% 개선되었고, PEAQ값은 각각 3.3% 및 4.7% 개선되었다.

## 참고문헌

- [1]Thomas R. Fischer, "A Pyramid Vector Quantizer," IEEE Trans. Information Theory, vol. IT-32, no. 4, pp. 568-583, July 1986.
- [2]3GPP TS 26.290, "Extended AMR wideband codec; Transcoding Functions."
- [3]J. D. Gibson and K. Sayood, "Lattice Quantization," Adv. Electron. Phys., vol. 72, pp. 259 - 331, 1988.
- [4]S. RAGOT, B. BESSETTE, and R. LEFEBVRE, "Low-complexity multi-rate lattice vector quantization with application to wideband TCX speech coding at 32 kbit/s," Proc. ICASSP, 2004, VOL 1 I - 501-504.