

# Wavelet Packet을 이용한 고압축신호 개선에 관한 연구

민웅규\*, 장성욱\*, 양성일\*, 권영현\*\*

\*한양대학교 제어계측공학과, \*\*한양대학교 물리학과

## A Study on High-Compressed Signal Enhancement using Wavelet Packets

Woong kyu Min\*, Sungwook Jang\*,  
Sung-il Yang\*, Y.Kwon\*\*

\*Dept. of Control & Inst. Eng. Hanyang Univ.,

\*\*Dept. of Physics, Hanyang Univ.

E-mail : ugmin@hymail.hanyang.ac.kr

### 요약

Adapted Local Trigonometric Transforms은 매우 높은 energy compaction을 가지므로 음성 및 영상 신호에 이용하려는 시도가 이루어지고 있다.[1] 그러나 이 경우 복원된 신호에는 시간 영역에서 불연속점이 발생하여 일종의 tick noise가 발생한다. 또한 phase성분을 잃게 되어 금속성 잡음도 추가하여 나타난다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 Polynomial fitting 방식과 Wavelet Packet Transforms 방식을 제안한다. Polynomial fitting 방식으로는 시간축상에서 발생하는 문제를 해결하고 Wavelet Packet Transforms으로 Phase 문제를 해결한다.[2,3] 실험결과, 압축이전의 신호와 비교할 때 SNR에 있어서 개선을 보이며 tick noise와 금속성 잡음이 제거된 개선된 신호음을 확인 할 수 있었다.

### 1. 서론

음성신호에 대하여 Adapted Local Trigonometric Transforms을 이용하면 주파수 영역에서 10% 미만의 정보만으로 고압축 음성신호를 얻을 수 있다[1].

본 논문에서는 고압축으로 인해 훼손된 음성신호에 대한 새로운 개선 방법을 제시하고자 한다. Adapted Local Trigonometric Transforms은 높은 energy compaction으로 주파수 영역에서 6.25%만의 정보로 98%이상의 에너지 보존효과를 얻을 수 있다. 하지만 이 경우 발생하는 tick noise와 phase 손실로 인하여 청각적으로 상당한 음성 손실을 확인 할 수 있다. 이 문제 해결을 위하여 시간영역에서 polynomial fitting 방식이 제시 된다. 이 방법 만으로 tick noise의 대부분이 사라지는 것을 청각적으로 확인 할 수 있다. 또한 Adapted Local Trigonometric Transforms이 DCT를 이용하기 때문에 Phase에 대한 정보를 고려 하지 못하므로 인하여 금속성 잡음을 생긴다. 이 문제 해결을 위하여 Wavelet Packet Transforms방법을 이용하여 금속성 잡음이 존재하는 특정 영역을 찾아서 이 잡음을 제거하게 된다[3]. 2절에서 adapted local trigonometric transforms에 의한 고압축신호와 고압축으로 인한 tick noise와 phase 손실을 보여주고, 3절에서 polynomial fitting, wavelet packet transforms을 제시하고 4절에서 실험 결과에 대한 그림과 SNR

증가량을 제시하며, 5절에서 결론으로 끝을 맺었다.

## 2.1 ADAPTED LOCAL TRIGONOMETRIC TRANSFORMS에 의한 고압축 신호

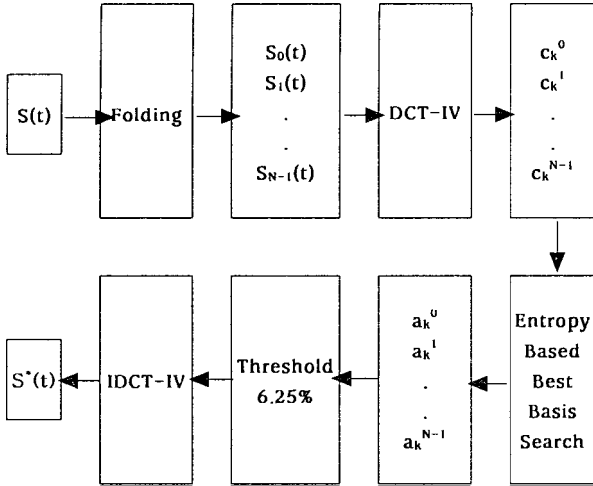


그림 1. Adapted Local Trigonometric Transforms에 의한 압축과정

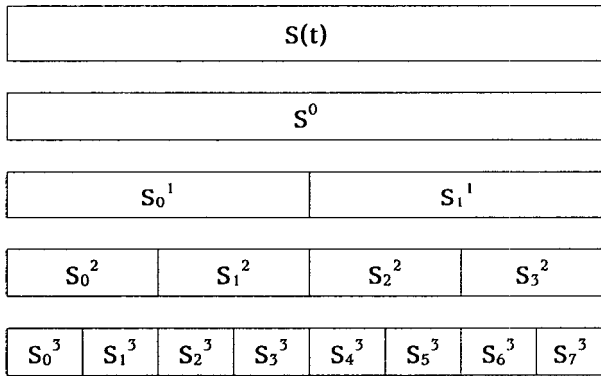
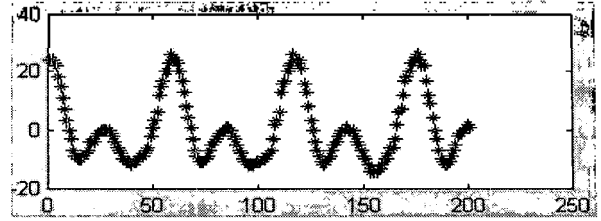


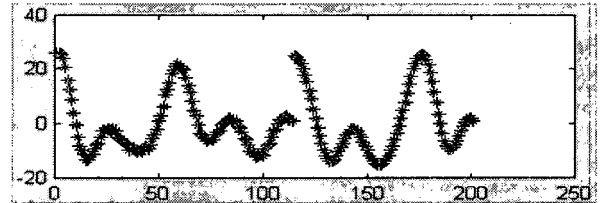
그림 2. 인접한 orthogonal window들의 tree 구조

<그림 1>의 과정을 통하여 우리는 고압축 신호를 얻을 수 있다. 우선 folding과정을 통하여 <그림 2>와 같은 구조를 형성한후 DCT-IV을 하고 그 결과에 대하여 entropy를 바탕으로 한 최적의 Basis를 찾고 각 Basis들에 대하여 최대값을 기준으로 6.25%만을 취하여 고압축신호를 얻는다[3].

## 2.2 고압축으로 인한 TICK NOISE와 PHASE 손실

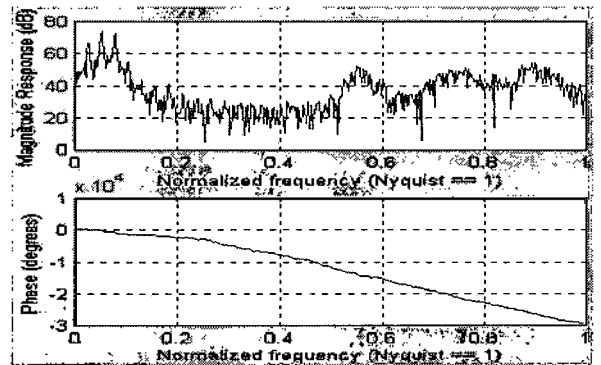


(a)원 음성신호

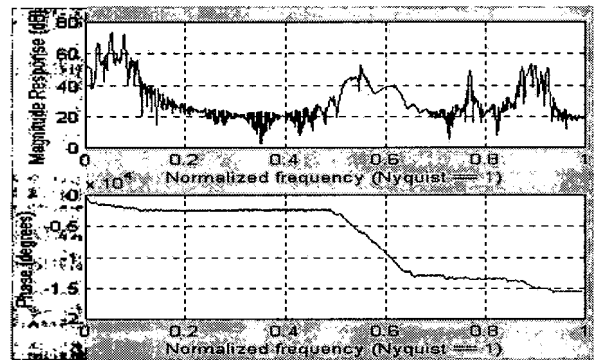


(b)Tick noise가 발생한 신호

그림 3. 고압축으로 생기는 tick noise의 예



(a)원 음성 신호의 phase



(b)고압축으로 훼손된 신호의 phase

그림 4. 고압축으로 인한 phase 손실의 예

<그림 3>에서와 같은 tick noise는 청각적으로 impulse noise와 같은 음성훼손을 유발하게 된다. 이것

은 주파수 영역에서 과도한 정보 손실이 원인이다.

<그림 4>는 원래 영상에서 거의 선형적인 phase가 고압축 신호에서 phase가 훼손되는 것을 볼 수 있다. 이것 또한 주파수 영역에서 phase성분에 대한 고려 없이 추출한 결과이다[4,5].

### 3.1 POLYNOMIAL FITTING

관측된 신호들 사이의 관계를 표현하기 위한 함수를 정의해야 하는 경우가 있다. 이때 사용하는 방식이 fitting 방식이다. 이 논문에서는 훼손되지 않은 부분의 데이터를 이용하여 훼손된 부분의 데이터를 추정하고자 한다. 이 방법을 이용하여 tick noise의 대부분을 제거할 수 있다. 우선 주어진 데이터를 이용하여 임의의 polynomial 함수를 가정하고 주어진 값을 이용하여 함수의 계수를 구하면 된다. 이때 데이터는 충분히 있고 구하고자 하는 식이 3차의 polynomial

$$y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$$

인 경우 미지수가 4개이므로 4개 이상의 충분한 방정식의 개수를 형성한 후 least square 방식을 이용하여 계수를 구하고 손실된 부분의 값을 추정한다.

### 3.2 WAVELET PACKET TRANSFORMS

본 논문에서 사용한 wavelet filter는 coiflet 12차를 사용하였다. coiflet에 의한 wavelet coefficients는 basis의 smoothness을 크게 하기 위한 목적으로 만들어 졌기 때문에 음성을 대상으로 한 변환에 매우 적합하다. wavelet transform은 basis가 고정되어 있다면 wavelet packet transforms은 대상으로 하는 신호에 따라 변하는 basis를 library로부터 entropy에 기반을 두어 가능한 큰 값의 적은 개수의 계수로서 변환되는 영역을 basis로 선택할 수 있다는 장점이 있다[6,7]. <그림 5>는 wavelet packet transforms의 개념을 도식적으로 나타내고 있고 <그림 6>은 wavelet packet transforms의 tree 구조와 best basis의 예를 보여주고 있다.

고압축 신호의 금속성 소리는 phase 손실에 의한 것이므로 phase 손실을 보상하기 위한 방법으로 본 논문에서는 고압축신호를 wavelet packet transforms 하여 금속성 소리가 존재하는 특정 밴드를 찾아 제거해 줌으로써 phase 손실을 보상해 주었다. phase 보상에 대한 결과를 4절에서 그림으로 제시하였다.

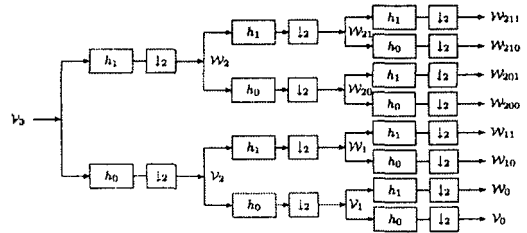


그림 5. The binary tree for the three wavelet packet transform

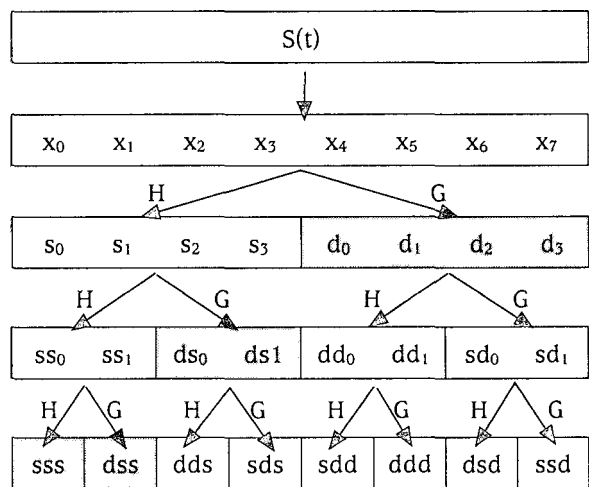


그림 6. Wavelet packet tree

### 4. 실험 결과

<그림 7>에서는 fitting에 의한 tick noise제거 효과를 보여 주고 있다. fitting을 거친 후의 음성에서 tick noise가 거의 제거됨을 확인하였다.

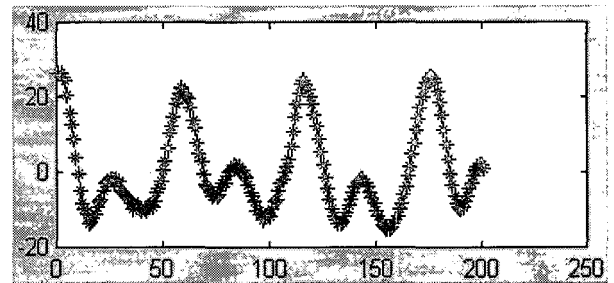


그림 7. polynomial fitting에 의한 tick noise 제거

<그림 8>에서는 wavelet packet을 이용하여 고압축 신호에서 손실된 phase가 상당부분 보상됨을 볼 수 있고 개선된 음성에서 금속성 소리가 거의 제거됨을 확인하였다.

고압축신호의 SNR값과 개선된 신호에서의 SNR값을 비교해보면 SNR값이 11.68dB에서 13.05dB로 상승되었다.

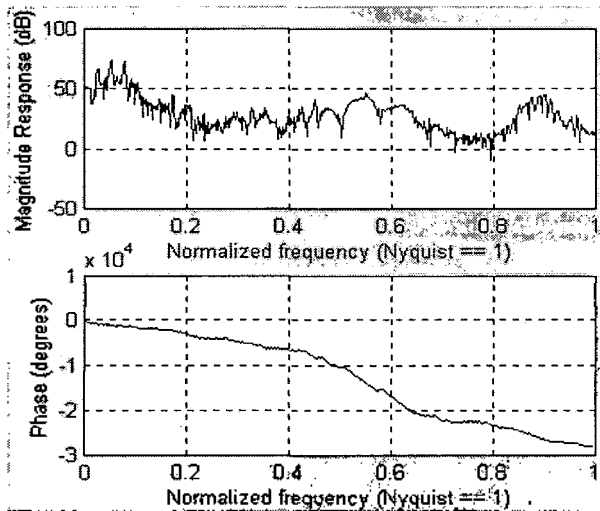


그림 8 wavelet packet을 이용한 phase 보상

## 5. 결론

본 논문에서 제시된 고압축신호 개선에 대한 연구는 실제 고압축 기술과 더불어 병행 연구됨으로써 압축률을 높임과 동시에 신호의 효과적인 복원이 가능함을 보이고 있다.

## 6. 참고 문헌

- [1] Sungwook Chang, Y. Kwon, and Sung-il Yang, "Speech Recognition System using Adapted Local Trigonometric Transform", Proceedings of the IEEE-SP International Symposium on TETS-98, pp.157-160, Pittsburgh, Pennsylvania, 1998
- [2] Jonatahn Berger, Ronald R. Coifman and Maxim J. Goldberg, "Removing Noise from Music Using Local Trigonometric Bases and Wavelet Packets", J.Audio Eng. Soc., Vol.42, No. 10, 1994
- [3] Mladen Victor Wickerhauser, *Adapted Wavelet Analysis from Theory to Software*. A K Peters, 1994
- [4] David L. Donoho, "De Noising by Soft

- ftThresholding*", Technical Report 409, Nov.1992
- [5] David L. Donoho and Iain M. Johnstone, "Ideal Denoising in an Orthonormal Basis Chosen from a Library of Bases", Technical Report 461, Step. 1994
- [6] Eva Wesfreid and M. Victor Wickerhauser, *Adapted Local Trigonometric Transforms and Speech Processing*
- [7] C. Sidney Burrus, Ramesh A. Gopinath and Haitao Guo, *Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms A Primer*. Prentice-Hall, 1998