

# X-선 영상에서의 노이즈 제거에 대한 연구

\*박종덕, 전성채, 허영, 진승오  
한국전기연구원 생체전자센서 전문연구팀

e-mail : dmz519@keri.re.kr

## Study of Noise Reducion in X-ray image

\*Jong-Duk Park, Sung-Chae Jeon, Young Huh, Seong-Oh Jin  
KERI, Electro-Bio Sensor Research Group

### Abstract

In x-ray imaging system, twokinds of noises are involved. First, the charge generated from the radiation interaction with the detector during exposure is modeled by Poisson process. Second, the signal is then added by readout electronics noise, which is modeled by Gaussian distribution. In this paper, we applied Wiener filter and Wavelet to remove noise from medical X-ray image, the result shows that wavelet yield better segmentation results than the wiener filter.

### I. 서론

최근 X-선 영상의 디지털화가 증가 추세에 있고, 영상의 디지털화 과정에서 발생하는 노이즈 효과적으로 제거하기 위한 연구가 수행되고 있다. X-선 영상 시스템에 있어서, 두 종류의 노이즈를 포함하고 있으며, 첫째로 X-선이 노출되는 동안 검출기에서의 방사성과의 상호작용에 의해서 발생되어지며, 포아송 분포를 가지고 있다. 둘째로 readout electronics 노이즈, dark current 노이즈, electron-hole pair 생성 등에 의해서 발생되어지며, 가우시안 분포를 가지고 있다. 따라서 X-선 영상 시스템으로부터 획득된 신호는 두 종류의 노이즈에 의해서 영향을 받고 있다. 그래서 획득된 신호로부터 노이즈를 제거하기 위한 효과적인 알고리즘

이 필요로 하고 있다.

X-선 영상 시스템에서 획득되어진 신호는 가우시안 노이즈가 아닌 포아송 노이즈에 의해서 모델링 되어진다. 본 논문에서는 X-선 영상에 존재하는 노이즈를 제거하기 위하여 위너 필터(wiener filter)와 웨이브렛 변환(wavelet transform)을 적용하고, 비교 분석하였다.

### II. 노이즈 제거 기법

#### 2.1 웨이브렛

웨이브렛은 2-D 이산 웨이브렛 변환을 사용하여 영상 신호를 얻는 기법으로써, 노이즈 제거는 정규분포의 노이즈이 전제가 된 방법이다. 획득한 X-선 영상에 웨이브렛을 적용한 노이즈 제거는 다음과 같다. 먼저 웨이브렛 변환을 이용하여 획득한 X-선 영상 데이터의 웨이브렛 계수를 구한 다음 적당한 임계값  $\lambda$ 와 임계처리방법 (thresholding policy) T를 통하여 위에서 구한 웨이브렛 계수의 크기를 줄였다. 그리고 임계처리가 된 계수에 역웨이브렛 변환을 적용하여 복원하고자하는 X-선 영상 신호를 구하였다. 임계값은 donoho의 표준임계처리방법을 사용하였다.

$$d_{jk}^{hard} = \begin{cases} 0, & d_{jk} < \lambda \\ d_{jk}, & d_{jk} \geq \lambda \end{cases}$$

$$d_{jk}^{soft} = \text{sign}(d_{jk})(|d_{jk}| - \lambda), \quad \lambda = \sigma \sqrt{2 \log N}$$

여기서  $\sigma$ 는 노이즈의 표준편차에 대한 추정치이다.

#### 2.2 위너필터

고전적인 선형 적응 필터링 기법인 위너 필터는 노이즈 제거에 있어서 광범위하게 사용되어지고 있다. 위너 필터는 영상시스템에서 받은 영상을 주파수 변환하여 변환영역에서 위너 필터의 계수를 FFT(Fast Fourier Transform)된 열상된 영상에 곱한 다음 다시 공간영역으로 역변환을 하여 노이즈가 제거된 영상을 얻었다. 위너 필터를 적용한 노이즈 제거는 그림 1와 같다. 일반적으로 위너 필터는 영상과 관측영상과의 mean square error(MSE)를 최소화하는 필터이고, 적당한 임펄스 응답을 결정하여 노이즈의 영향을 줄였다.

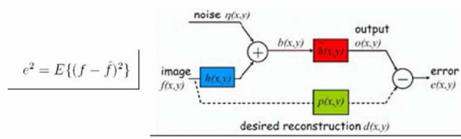


그림 1. 위너 필터의 프로세서

### III. 실험 방법

X-선 영상을 이용하여 노이즈 제거 알고리즘을 적용하였으며, 그림 1은 영상 획득 시스템인 CBCT(conbeam CT) prototype의 그림이다. 이 시스템의 구성요소는 X-선 source, rotation stage, flat panel 검출기로 구성되어있다. X-선 source는 0.6mm의 focal spot, 40kV-120kV, 최대 12 mA 전류를 가지고 있다. 본 연구에서 사용한 영상 검출기는 CsI 신틸레이터와 결합된 a-Si:H flat panel 검출기를 사용하였다.

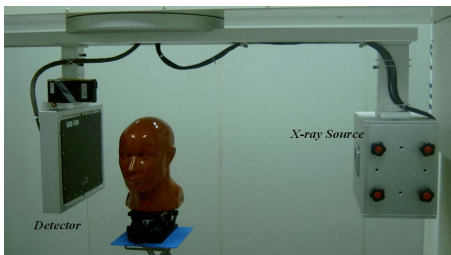


그림 2. CBCT prototype의 영상 시스템

### III. 결과

본 논문에서는 웨이브렛을 이용하여 X-선 영상신호를 다 해상도로 분해하고 잡음이 첨가된 영상의 잡음이 제거되는 기법에 대하여 제안하였다. 본 논문에서는 실험데이터로 사용된 512×512인 X-선 영상에 대하여 Donoho가 제안한 임계치 기법을 적용하여 잡음을 제거하였으며, 위너 필터 적용 결과와 비교하여 PSNR

을 비교 분석해 보았다. 웨이브렛과 위너 필터를 적용한 결과 PSNR는 각각 29.8, 26.5로 나타났으며, 웨이브렛에서 잡음 제거 효과를 볼 수가 있었다.

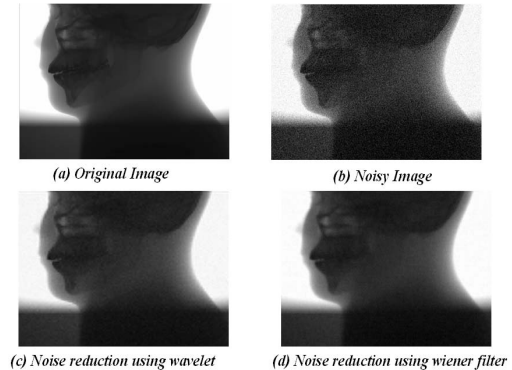


그림 3. X-선 영상을 이용한 노이즈 제거

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

이러한 노이즈 제거 알고리즘은 가우시안 노이즈 제거에는 효과가 좋으나, X-선 영상에서 주로 포함하고 있는 포아송 노이즈의 제거에서 크게 효과가 없었다. 그래서 포아송 노이즈 제거하기 위하여 독립성분분석(ICA, Independent Component Analysis) 혹은 X-선 영상에 포함되어있는 포아송 노이즈 성분을 K-L (Karhunen-Loeve) 변환을 이용하여 가우시안 성분으로 변환시킨 다음 위너 필터 혹은 웨이브렛을 이용하는 것이 효과적이라 판단되어진다. 따라서 X-선 영상에 포함되어 있는 포아송 노이즈 제거를 위해 ICA와 K-L 변환을 이용하는 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다

### 참고문헌

[1] T. Okamoto, S. Furui, H. Ichii, S. Yoshino, J. Lu and T. Yahagi, "Noise reduction in digital radiography using wavelet packet based on noise characteristics," Journal of Signal Processing, vol. 8, no. 6, pp. 485-494, 2004.

[2] R.D.Nowak and R.G.Baraniuk: Wavelet-Domain Filtering for Photon Imaging Systems, IEEE Trans. Image Processing, Vol. 8, No. 5, pp. 666-678, 1999.

[3] M. K. Ozkan, A. T. Erdern, M. I. Sezan and A. M. Telcalp, "Efficient multiframe wiener restoration of blurred and noise image sequencws," IEEE Trans. Image Processing, vol. 1, no. 4, pp. 473 - 476, 1992.