

Interference Effect within the Cyst by Ultrasound in the Renal Ultrasonography

Junhaeng Lee

Dept. of Radiology, Nambu University

초음파검사에서 콩팥 낭종 내의 간섭효과

이준행

남부대학교 방사선학과

Abstract

In this study, I proposed of an engineering analysis methods due to interference effect within the cyst by ultrasound in the renal ultrasonography.

Experimental results, the human can not be found to distinguish interference caused by the ultrasonic echoes within the cyst.

The proposed method is used, then in the cyst appears insignificant signal can distinguish the difference. Thus, the misdiagnosis can be prevented in advance.

Keyword : Ultrasound Scan, Renal Cyst, Interference Effect, Illusion

요약

본 연구에서는 콩팥 초음파 검사에서 발견된 콩팥 낭종 증례에서 낭종 내 초음파 간섭에 의한 허상이 진단에 미치는 영향 정도를 공학적 방법으로 해석하는 방안을 제안하였다. 제안된 방법으로 실험한 결과 육안적 방법으로 판단한 방법은 초음파 간섭의 효과로 발생하는 낭종 내의 에코를 구별하지 못하고 간과할 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 콩팥 내의 미미한 신호의 차이를 본 연구에서 수행한 결과를 이용한다면 오진을 사전에 예방할 수 있을 것이다.

중심단어 : 초음파검사, 콩팥 낭종, 간섭효과, 허상

I. 서론

초음파는 휴대가 간편하고, 안전할 뿐만 아니라 실시간 영상을 얻을 수 있고, 값이 싸기 때문에 최근에 많이 쓰이는 의료영상 획득 방법이다. 단순 신낭종은 가장 흔한 낭성 신질환으로 단발성 또는 다발성으로

발생가능하고 크기도 다양하며 연령이 증가함에 따라 호발하는 것으로 알려져 있다^[1]. 하지만 초음파 영상의 가장 큰 단점은 영상의 질이 좋지 않다는 것이다. 초음파에서 영상의 질의 저하를 가져오는 요인으로 여러 가지 잡음이 존재하는데 그 중 가장 큰 영향을 미치는 것이 간섭에 의한 얼룩이다. 얼룩은 초음파의 간섭에 기인하여 발생하는데, source와 detector에서 얻

어지는 신호에서 상대적인 위상의 증첩에 의한 얼룩 무늬 패턴과 검사 장기의 매질의 변화에서 발생하는 파동의 간섭으로 발생하는 경우가 있다. 이런 얼룩은 근본적인 초음파 영상의 저하를 가져오고, 사람이 영상을 인지하고 진단하는데 영향을 미친다. 그러므로 초음파 영상에서 얼룩을 줄임으로써, 진단에 유용한 영상을 만드는 것은 필요하다.

이런 얼룩을 줄이려는 연구는 많이 수행되어 왔다^{[2][4]}. Temporal averaging, median 필터링, homomorphic Wiener 필터링, 확산 모델을 이용한 Gaussian 평활화방법이 그것이다. 이런 방법에서 일반적으로 얼룩을 multiplicative 잡음으로 모델링 하고 로그화 과정을 거쳐 additive 화이트 잡음으로 간주한다. Temporal averaging의 경우 얼룩을 줄이는 데는 효과적이거나, 구조의 경계부분이나 상세부분에서 뭉개짐 현상이 보이게 된다. Wiener 필터링으로는 얼룩을 효과적으로 감소하지는 못한다.

콩팥은 액체를 분비하기 때문에 다양한 종류의 액체저류 낭종(retention cyst)들이 생길 수 있다. 조영제조차지 않더라도 벽이 얇은 액체의 저류로 콩팥실질과 요로조영술에서 배설 구조물들을 변형시킬 수 있다. 낭성종괴의 보다 정확한 진단은 초음파와 CT로 가능하다. 우연히 단순촬영이나 요로조영술에서 콩팥종괴가 발견되면 초음파로 낭성종괴인지 고형종괴인지 감별해야한다. 고형종괴는 악성종양(malignant tumor)일 수 있기 때문이다^[2].

본 연구에서는 콩팥 초음파 검사에서 발견된 콩팥 낭종 증례에서 낭종 내 초음파 간섭에 의한 허상이 진단에 미치는 영향 정도를 사람의 육안이 아닌 공학적 방법으로 해석하려고 한다.

II. 초음파 간섭과 화질영향

1. 초음파 간섭

간섭(interference)은 파동이 가지고 있는 특별한 성질의 하나로서 둘이상의 동일한 진동수의 파동이 진행방향이나 위상을 달리하면서 공간에 전파될 때 위치에 따라 파동이 커져 나타나거나 줄어 나타나는 것을 말한다. 이때 합성된 파동의 세기가 각각의 파동의

세기를 합한 것보다 더 커지는 것을 보강간섭, 줄어드는 것을 소멸간섭(상쇄간섭)이라 한다.

두 개 혹은 더 많은 파들이 어떤 주어진 영역에서 겹칠 때, 그것들은 증첩되었다고 한다. 합성파동함수는 선형중첩의 원리에 의해 주어진다. 그림은 두 개의 펄스를 줄을 따라 서로를 향해 보낼 때 어떤 현상이 일어나는지 보여준다.

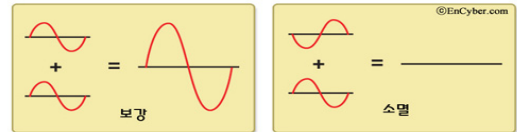


Fig. 1. Reverberation Effect.

Fig. 1에서처럼, 두 펄스가 같은 부호를 가질 때 간섭은 보강적이고 합성파의 변위는 둘 중 어느 파의 변위보다 크다. Fig. 1에서 보듯이, 반대부호를 가질 때 간섭은 소멸적이고 합성파의 변위는 둘 중 어느 것보다 작다. 같은 모양의 마루(양의 변위)와 골(음의 변위)이 겹칠 때 파들은 서로 소멸하여 없어질 것이라고 기대할 수 있다. 하지만 각 파동은 에너지를 가지고 있으며 이것이 없어지는 것은 이치에 맞지 않다. Fig. 1이 보여주는 것처럼, 파동이 증첩되고 나서도 파동은 모양이 변하지 않은 채로 남아있다. 즉 파동은 서로 간섭은 일어나지만, 입자가 하는 것처럼 서로 상호작용하지 않는다. 만일에 두개 파의 진동수가 약간 상이하거나 위상이 시간에 따라 변한다면, 간섭의 정도가 시간에 따라 달라져서 간섭무늬가 잘 관측되지 않거나 시간에 따라 변할 것이다. 이 경우 두 개의 파는 간섭성이 약하다고 말하게 되는데 만일에 구개의 파가 일정한 수준 이내로 진동수가 동일하고 위상차가 일정하게 유지되는 경우 이들은 간섭이 일어날 가능성이 있어 가간섭성(coherence)을 가진 파동이라 한다.

2. 의학영상의 화질 평가 방법

의학영상의 화질평가 방법으로는 주관적 화질 평가 방법과 객관적 화질 평가방법을 들 수 있다. 주관적인 영상화질 평가는 mean opinion score test라는 개념으로서 많은 사람들에게 영상을 보여주고 그 영상에 대하여 화질을 주관적으로 평가하여 평균을 내는 방법이

다. 객관적인 영상의 화질평가는 영상자체의 화질에 대한 평가와 영상의 밝기 차이 값을 이용한 MSE, SSIM (Structural similarity), EPSNR (Edge PSNR), FMetric (feature metric), MTF (Modulation transfer function), QDE 등 영상의 구조적 특징을 이용한 평가방법이 있다[6].

3. PSNR에 의한 화질 평가

PSNR이란 Peak Signal to Noise Ratio 즉 최대 신호 대 잡음비를 의미한다. 최근 영상평가 및 화질을 평가할 때 사용되는 객관적인 측정방법이다. 영상처리 시 두 영상간의 차이를 숫자로 나타내는데 Pixel의 1 byte 최댓값 0-255값 중 최댓값인 255에 의미를 두고 두 영상 간의 차이 즉 Noise를 측정한다.

PSNR은 (식 1)과 같고,

$$PSNR_{dB} = 10 \log \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \approx PSNR = 10 \log_{10} \frac{255 \times 255}{MSE} \quad (\text{식 1})$$

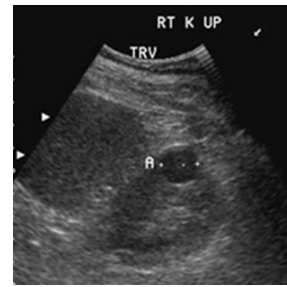
MSE(Mean Squared Error)는 (식 2)와 같다.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N (f(x,y) - g(x,y))^2 \quad (\text{식 2})$$

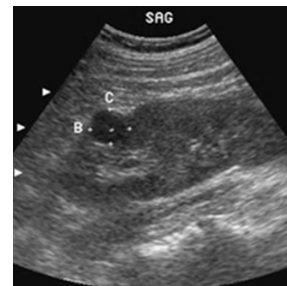
두 영상이 차이가 없이 동일하다면 MSE가 0이고 PSNR은 50dB 이상 무한하다[6].

Ⅲ. 실험 및 방법

실험을 위한 영상은 Fig. 2의 영상을 이용하였다. Fig. 2는 오른 콩팥에 작은 낭종이 있는 증례로써 횡단면과 시상면 영상에서 낭종이 보인다. 3차원적으로 지름을 측정하였고 2 cm 미만의 종괴가 보였다. 낭종 내부에 에코가 없고 벽이 얇다고 판독하였으나 횡단면과 시상면의 영상에서 종괴 내부에 에코의 차이가 있었다.



(a) Transverse Plane Scan



(b) Sagittal Plane Scan

Fig. 2. Experimental Images^[7].

실험 절차는 Fig. 3과 같은 절차로 하였다.

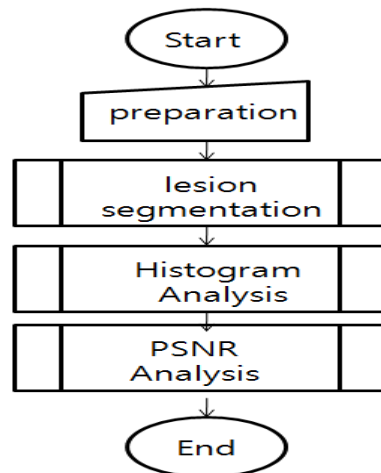


Fig. 3. Experimental Process.

실험을 위한 준비단계에서는 Fig. 2의 영상을 256 X 256 Matrix, depth는 8 비트로 준비하였다.

준비된 영상을 Visual C++로 프로그램된 영상처리 프로그램에 입력하여 병소(lesion) 부위를 Fig. 4와 같이 분할하였다.

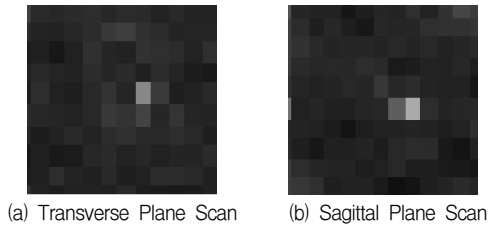


Fig. 4. Segmentation of lesion area.

분할된 질환영역을 히스토그램 분석을 하여 Fig. 5 와 같은 결과를 얻었다.

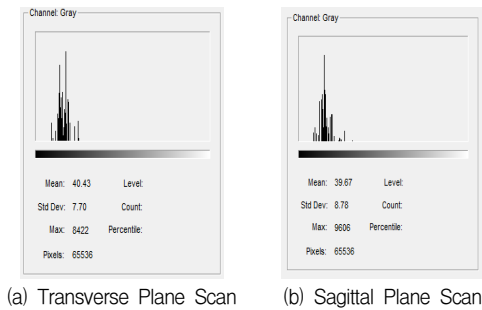
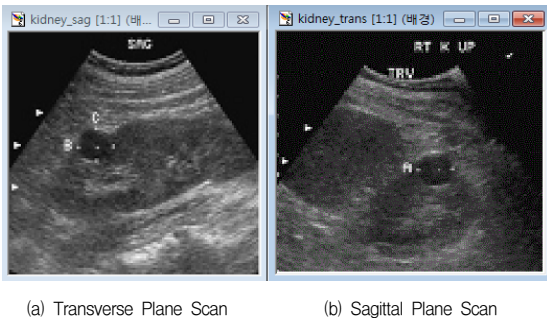


Fig. 5. Result of histogram.

시상면과 횡단면 영상은 육안적으로 보았을 때 낭종 내부에 에코가 없고 벽이 얇다고 판독하였으나 확대된 Fig 2. (a), (b)영상에서 Fig. 2. (a)영상의 낭종 내부에 에코가 있는 것을 알 수 있다.

두 영상을 SAD, SSD, MAD, PSNR을 평가한 결과는 Fig. 6과 같이 나타났다.



(a) Transverse Plane Scan (b) Sagittal Plane Scan

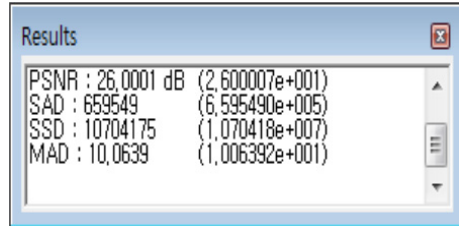
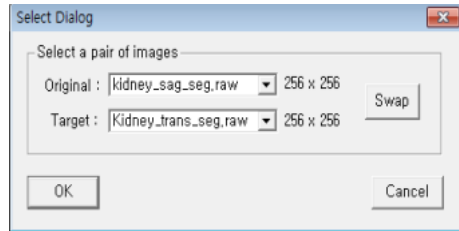


Fig. 6. Result of Experimental.

IV. 결과 및 고찰

실험을 통하여 히스토그램, SAD, SSD, MAD, PSNR의 결과를 얻었다.

1. Histogram 분석 결과

Table 1. Result of histogram

	Mean	Std. Dev.	Max
Transverse Plane Scan	40.43	7.70	8422
Sagittal Plane Scan	39.67	8.78	9606

2. SAD, SSD, MAD, PSNR 결과

SAD, SSD, MAD, PSNR의 평가는 Fig. 2의 (b)를 원본영상, Fig. 2의 (a)를 목표영상으로 하여 실험하였으며 실험 결과는 Table 2에 표시하였다.

Table 2. Result of SSD, SAD, MAD, PSNR

Methods	Values
SAD	6.595490 e+05
SSD	1.070418 e+07
MAD	1.006392 e+01
PSNR	26.0001 dB

3. 고찰

Fig. 2는 오른 콩팥에 작은 낭종이 있는 증례로써 육안적으로 영상의학과 전문의가 판독하였을 때 횡단면과 시상면 영상에서 낭종이 보이며, 3차원 지름 측정 결과 2cm 미만의 종괴가 보였다고 하였다. 또한 낭종 내부에 에코가 없고 벽이 얇다고 판독하였다. 그러나 영상을 확대 관찰하였을 때 횡단면 영상(Fig. 2. (a))에서 종괴 내부에 에코가 있었다. 이는 초음파의 간섭효과에 기인한 것으로 오진의 요인이 될 수 있는 부분이다. 실험에서 얻은 결과를 고찰한 결과 히스토그램 분석에서도 두영상은 차이가 있었으며 Fig. 2. (a)의 횡단면 영상은 에코가 있는 결과 값을 얻었고, PSNR 결과 값에서도 26 dB로써 신호의 차이가 분명하였다.

V. 결론

본 연구에서는 콩팥 초음파 검사에서 발견된 콩팥 낭종 증례에서 낭종 내 초음파 간섭에 의한 허상이 진단에 미치는 영향 정도를 사람의 육안이 아닌 공학적 방법으로 해석하였다. 해석결과 육안적 방법으로 판단한 방법은 초음파 간섭의 효과로 발생하는 낭종 내의 에코를 구별하지 못하고 간과할 수 있음을 알 수 있었다. 낭종 내의 에코가 간섭 효과에 의한 것이 아니라 고형의 종괴에 의한 것이라면 심각한 오진의 요인이 될 수 있다. 따라서 종괴 내의 미미한 신호의 차이를 본 연구에서 수행한 결과를 이용한다면 오진을 사전에 예방할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Dong Kyun Han, Jae Dong Rim, Jun Haeng Lee, "Improvement in the Quality of Ultrasound Images Using Wavelet Conversion and a Boundary Detection Filter", Journal of The Korean Society of Radiology, Vol. 2, No. 1, pp. 23-29, 2008.
- [2] Robert A. Novelline, M.D. "Fundamentals of Radiology", Havard University Press, 3rd edition, pp. 341.
- [3] T. Loupas, W. N. Medicken, and P. L. Allan, "An Adaptive Weighted Median Filter for Speckle Suppression in Medical Ultrasonic Images," IEEE Trans. Circuits Syst., Vol. 36, pp. 129-135, Jan. 1989.
- [4] K. Z. Abd-Elmoniem, A. M. Youssef, and Y. M. Kadah, "Real-Time Speckle Reduction and Coherence Enhancement in Ultrasound Imaging via Nonlinear Anisotropic Diffusion," IEEE Trans. Biomedical Engineering, Vol. 49, No. 9, pp. 997-1014, Sept. 2002.
- [5] J. C. Bamber and C. Daft, "Adaptive Filtering for Reduction of Speckle in Ultrasonic Pulse-Echo Images," Ultrasonics, pp. 41-44, Jan. 1986.
- [6] Hyun ki Jung, "Fundamentals of multimedia", chapter 8, Lossy compression Algorithms, Hanlim University, 2008.
- [7] Robert A. Novelline, M.D. "Fundamentals of Radiology", Havard University Press, 3rd edition, pp. 341.