

칼라 도플러 프로세서의 클러터 필터에 관한 연구

방지훈, 이기중, 배무호

Study on the clutter filter of color Doppler processor

J. H. Bang, K. J. Lee, M. H. Bae

Medison co. R&D DSP Lab

Abstract

Discriminating the clutter signal from Doppler signal is the main function of CDP(color Doppler processor). Up to now, a general method of eliminating clutter signal is using IIR high pass filter. There are many filters that were introduced in other paper. In this paper, we propose the new method of filtering clutter signal. To the new method, we adopt an appropriate filter that can eliminate clutter filter most effectively.

1. 서론

초음파를 이용한 color Doppler image 에서 clutter 신호의 제거는 아주 중요하다. Clutter 신호는 일반적으로 tissue 에 반사되어 오는 신호를 말한다. 넓은 의미로는 혈류에서 반사되는 신호를 제외한 모든 신호를 clutter 신호라고 볼 수 있다. 만약 측정하고자 하는 sample volume 이 혈관 내에 존재한다 하더라도, sample volume 의 3 차원적 특성, beam sidelobes, 다중 반사, 굴절, 펄스의 길이등에 영향을 받기 때문에 clutter 신호는 존재하게 된다.[1] 그럼 clutter 신호의 제거가 왜 필요한 것일까? Tissue 가 서서히 움직일 때 반사되어오는 신호는 혈류의 움직임에 의하여 생긴 신호와 구분이 되지 않아 문제가 된다. 일반적인 초음파 system 은 auto-correlation 을 이용하여 혈류의 평균속도를 추정하는데[2], clutter 의 신호가 존재할 경우 일반적으로 clutter 신호의 주파수 대역은 혈류 신호의 주파수 대역보다 낮기 때문에 혈류의 평균속도가 clutter 가 움직이는 속도로 추정될 수 있다. 또한, clutter 신호의 크기는 측정부위에 따라 틀리나 일반적으로 혈류에서 반사된 신호보다 40~60dB 정

도 큰 신호이다[3]. 이런 이유로 clutter 신호를 효율적으로 제거 하지 않고서는 우리가 원하는 정확한 혈류의 속도 추정이 불가능함을 알 수 있다. 현재까지 대부분의 초음파 시스템이 사용하고 있는 filter 는 이미지의 특성에 따라 동적으로 반응하지 못하고 있다. 그러나 필터통과전의 신호를 미리 분석하여 clutter 의 평균움직임의 속도와 편차를 구하여 좀더 효율적으로 혈류신호를 clutter 신호로부터 분리해내는 알고리즘을 사용하여 얻은 결과를 보이교자 한다.

2. 본론

각각 이미지의 pixel 에 적합한 알고리즘을 어떻게 선택할 것인가? Filter 통과 전 신호는 대부분 clutter 신호라고 가정해도 무방하다. 왜냐하면 일반적으로 CDR 이 40dB 정도이기 때문에 Doppler 신호는 clutter 신호에 비해 상대적으로 아주 작다. Filter 통과 전 신호를 $x[n]$ 이라고 하면 clutter 움직임의 파워와 속도, 표준편차는 식 (1), (2), (3)과 같이 표현된다.

$$P = \hat{R}[0] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]x[n]^* \quad (1)$$

$$\hat{R}[1] = \frac{1}{N-1} \sum_{n=0}^{N-2} x[n]^* x[n+1] \quad (2)$$

$$v = v_{\max} \tan^{-1}(\text{Im}\{\hat{R}[1]\} / \text{Re}\{\hat{R}[1]\}) / \pi$$

$$\sigma^2 = 1 - \frac{|\hat{R}[1]|}{\hat{R}[0]} \quad (3)$$

식 (1), (2), (3)의 정보를 이용하면 clutter 신호의 효율적인 제거를 위해 필요한 cutoff 주파수와 stopband 특성을 갖는 필터를 구할 수 있다. 위와 같은 방법을 이미지 각각의 pixel 에 적용하면 기존의 칼라 이

미지보다 개선된 이미지를 얻을 수 있다. Aorta 의 칼라 image 를 현재 메디슨에서 생산하고 있는 system 에서 얻은 이미지와 같은 데이터를 사용해 제안된 방법으로 얻은 이미지를 그림 1, 2 에 각각 나타내었다.

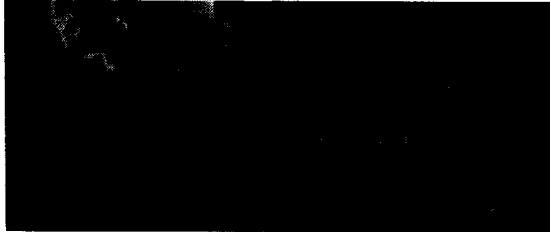


그림 1. 초음파진단기에서 얻은 Aorta Image

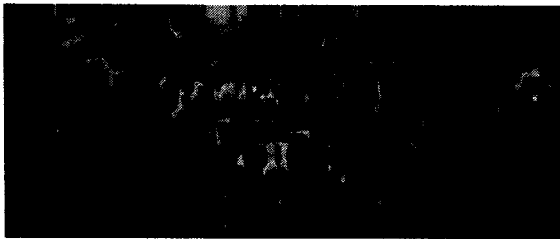


그림 2. 제안된 방법으로 얻은 Aorta image

그림 1, 2 를 비교하면 알 수 있듯이, 그림 2 에서 더욱 많은 혈류가 관찰됨을 알 수 있다. 그림 1 에서 왼쪽 상단에는 보이지 않은 빨간색 부분이 그림 2 에서는 보임을 알 수 있다. 신호의 크기가 큰 Clutter 때문에 보이지 않던 혈류가 clutter 신호의 제거로 인하여 나타났다고 볼 수 있다. 그림 2 에서 보면 알수 있듯이 제안된 방법을 이용하면 clutter 신호의 효율적인 제거로 인해 혈류가 보다 정확히 추정됨을 알 수 있다.

3.결론

지금까지 일반적인 초음파시스템에서는 고정된 clutter 의 필터를 사용함으로써 clutter 의 파워와 움직임의 속도량에 따라 칼라의 이미지가 크게 달라지는 경향이 있었다. 그러나 각각 pixel 별로 clutter 의 움직임의 속도와 파워, 속도의 편차등을 구하여 보다 효율적으로 clutter 를 제거할 수 있는 filter 를 가

변적으로 적용함으로써 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1]. A. P. Kadi and T. Loupas, "On the Performance of Regression and Step-Initialized IIR Clutter Filters for Color Doppler Systems in Diagnostic Medical Ultrasound", IEEE Trans. Ultrason., Ferroelec., Freq. Contr., vol. 42, no. 5, p. 927-937, September 1995.
- [2]. C. KASAI, K. NAMEKAWA, A. KOYONA and R. OMOTO, " Real-Time Two-Dimensional Blood Flow Imaging Using an Autocorrelation Technique", IEEE Trans. Ultrasonics, vol. SU-32, no. 3, p. 458-464, May 1985
- [3]. A. P. Kadi and T. Loupas, "On the Performance of Regression and Step-Initialized IIR Clutter Filters for Color Doppler Systems in Diagnostic Medical Ultrasound", IEEE Trans. Ultrason., Ferroelec., Freq. Contr., vol. 42, no. 5, p. 927-937, September 1995.