

## 초음파 영상 시스템의 Synthetic Focusing 을 위한 구면파 발생 방법.

오진식, 김정준\*, 송태경\*, 안영복  
 전국대학교 전자공학과, \*서강대학교 전자공학과

## Method Generating Circular Wave for Synthetic Focusing

J.S. Oh, J.J. Kim\*, T.K. Song\*, Y.B. Ahn

Department of Electronic Engineering, Konkuk University

\*\*Department of Electronic Engineering, Sogang University

## Abstract

The ultrasonic imaging systems using synthetic aperture beamforming has been formed in the way that one element transmits and then receives a pulse. Because the amplitude of a pulse from one element is too small to propagate a long distance, the SNR(Signal to Noise Ratio) is low. This paper proposes the method to make a circular wave almost equal to one generated by one element using several elements. The amplitude of the wave made up of several elements is much larger than that of one element. And we can improve the SNR.

## 서론

기존의 합성집속은 한 개의 소자에서 송신하고 한 소자가 수신하는 방식으로 해서 영상을 얻었다. 따라서 한 개의 소자에서 나오는 신호의 크기는 작고 SNR 이 좋지 않았다. 그러나 SNR 만 개선이 된다면 합성집속 방법은 넓은 범위에서 좋은 해상도를 가질 수 있다. 따라서 우리는 한 개의 소자에서 나오는 구면파의 모양을 가지면서 신호 크기는 한 소자에서 나오는 것 보다 훨씬 큰 구면파를 개발하고자 한다. 먼저 어레이(Array)에서 나오는 제한된 평면 파들을 각도를 달리하여 중첩 시킴으로써 구면파를 만드는 과정을 설명하고, 모든 평면 파들이 동시에 중첩하는 점이 array 상에 있음으로써 발생하는 에너지 집중의 문제점을 해결하기 위해 가상 어레이(Virtual Array)의 개념을 도입하게 된다. 이 가상 어레이의 개념은 가상 소자(Virtual element)를 확장 시킨 것으로, 가상 소자는 point source 를 modeling 한 것인데 반해, 가상 어레이는 line source 를 modeling 한 것이다.

## 본론

## 1. 구면파 발생 방법

구면파는 각도가 다른 많은 평면파들을 중첩 시켜서 만들수 있는데 이 것은 Angular decomposition 으로 알려져 있다. [1] 에너지 집중의 문제점은 결과적으로 소수의 소자에서만 초음파가 송신된다는 것이다. 에너지 집중점을 실제 어레이 축 뒤로 이동시킴으로써, 즉 가상 어레이를 사용하여 해결한다.

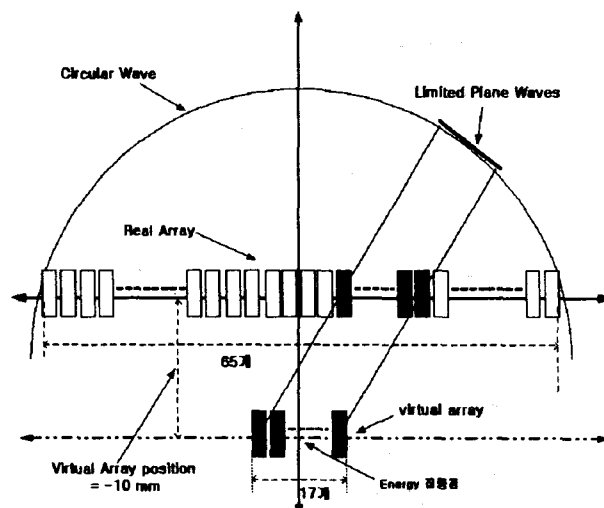


그림 1. 가상 Array 를 이용한 구면파 발생

제한된 구면파의 특성을 알기 위해 컴퓨터 모의 실험을 다음과 같은 조건으로 행했다. 65 개의 elements, 중심주파수=3.5Mhz, major pitch=0.2mm, 총 50 개의 평면파가 중첩되어졌다.

그림 2.에서 알 수 있는 바와 같이 제한된 구면파는 일정 각도 범위 안에서 위상이 잘 맞는 것을 알 수 있고, 또한 전 각도 범위 안에서 거의 균일한 음파의 세기를 보이고 있다. 이것은 array 전체의 power 를 증가 시킬 수 있음을 나타낸다. 또 가상 어레이 와 실제 어레이 사이의 거리가 멀어질수록 합성된 구면파의 각도는 작아지고 어레이 축상에서 에너지 집중 도는 작아진다. 이러한 특성은 거리에 상

관 없이 유지 된다.

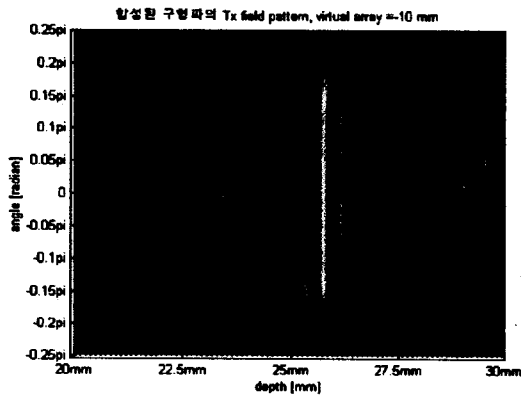


그림 2. 제안된 구면파의 송신장 분포

일반적인 빔 집속에서의 송신장의 분포와 제안된 구면파들에 의해 송신장을 합성할 때의 비교를 그림 3에 나타냈다

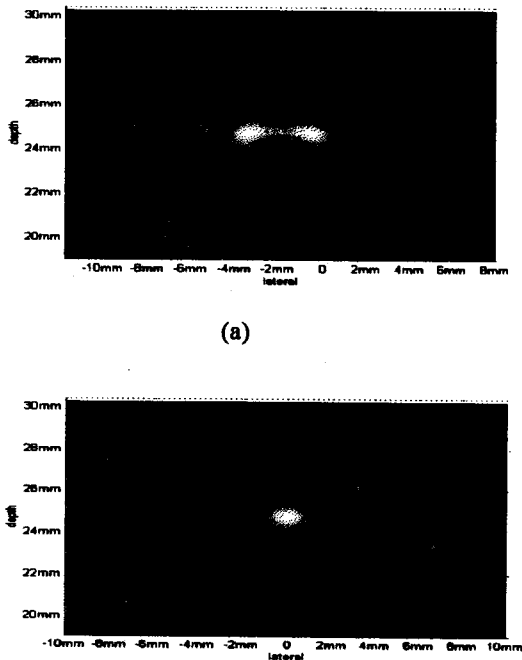


그림 3. (a) 일반적인 송신장 (focusing point=5cm)

(b) 구면파에 의해 합성된 송신장

Sparse Synthetic Aperture Beamforming Algorithm[2]을 적용 시킬 때 구면파 65개의 중첩으로 얻을 수 있는 image의 해상도를 65개 보다 작은 수(5-8)의 중첩으로 얻을 수 있는데, Sparse Synthetic Array Beamforming에서 문제점 신호 대 잡음 비(SNR)가 낮다는 것이다. 그러나 제안한 구면파를 사용할 경우 이 문제를 해결할 수 있다. 다음은 일반적인 경

우와 Sparse Synthetic Aperture Beamforming에 본 논문에서 제시한 구면파를 사용했을 때의 SNR를 비교한 것이다[3].  $N_p$ 는 구면파를 송신한 횟수,  $N_r$ 는 수신하는데 사용된 elements의 수를 나타낸다.  $A$ 는 송신시 신호의 크기가 보통의 경우보다 몇 배 증가했는가를 나타낸다.  $n$ 는 구면파를 만드는데 사용되어진 소자의 수를 나타낸다.

제안한 구면파 발생 방법을 사용할 경우

$$N_p=5, N_r=65, N_t=65, A=5, n=65, \text{일 때}$$

$$20 \log[(\text{SNR sparse synthetic ap.}) / (\text{SNR conv.})] = 2.839 \text{db}$$

기존의 synthetic aperture beamforming

$$N_p=65, N_r=65, N_t=65, A=1, n=1, \text{일 때}$$

$$20 \log[(\text{SNR synthetic aperture}) / (\text{SNR conv.})] = -18.1291 \text{db}$$

$$N_p=65, N_r=65, N_t=65, A=5, n=1, \text{일 경우}$$

$$20 \log[(\text{SNR synthetic aperture}) / (\text{SNR conv.})] = -4.1497 \text{db}$$

결론

위에서 계산된 SNR 결과에서 알 수 있듯이 논문에서 제시한 구면파 발생 방법은  $n$ 을 65개 이상까지 증가시킬 수 있음으로 SNR에서 현저한 증가를 보이며, Sparse Synthetic Array Beamforming에서 발생하는 SNR의 문제를 해결할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 한 화면의 image를 얻는데 필요한 시간은 Sparse Synthetic Aperture Beamforming으로 단축이 가능하며, 이에 따른 SNR의 문제는 본 논문에서 제시한 구면파 발생 방법을 이용해 해결할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 frame rate이 증가함으로써 3차원 실시간 초음파 영상에 응용될 수 있다

참고 문헌

1. Mehrdad Soumekh, "Fourier Array Imaging", Prentice Hall, pp 153
2. Geoffrey R. Lockwood, "Real-Time 3-D Ultrasound Imaging Using Sparse Synthetic Aperture Beamforming", IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Freq., Contr, vol. 45, No. 4, pp. 980-988 July 1998
3. M.Karaman, P.C. Li and M. O'Donnell, "Synthetic aperture imaging for small scale systems", IEEE Transactions on Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., vol. 42, pp. 429-442, 1995