

84년도 한국음향학회 추계학술발표회 논문집

포커싱 방법을 이용한 이차원 음향 영상에 관한 연구

김 영 군

김 민 백
연세 대학교 전자공학과

차 임 환

A Study of Two - Dimensional Acoustic Image using Focusing Method

H. K. KIM

M. T. KIM

I. H. CHA

Dept. of Electronic Engineering Yonsei University

ABSTRACT

The purposed of this paper is to realize two dimensional acoustic image using focusing method.

In the experiment, it consists of phase delay part, 1k analog multiplexers, multi-amplifiers, A/D converter, DMA interfacing parts, two linear arrays (resonance frequency 25 KHz, radius 0.75 Cm diac type).

Finally in this experimental result, both electrical deflection and dynamic focusing are realized and gets two dimensional acoustic image using focusing method.

1. 서론

음향 영상이란 음파에 의하여 대상 물체의 형체를 얻기 위한 연구 분야이다. 1793년 Spallanzani는 박쥐가 초음파를 발생하고 있다고 주장한 이래로 많은 연구가 행하여지고 있다.

Langevin는 pulse-echo intensity method를 발표하였고 Sokolov는 1929년 금속에서 음파를 찾아내는 구각형 초음파 영상을 제안하였다. 1948년 Gabor는 optical holography를 제안하였고 Fry는 1948년에 F-scan system을 발표하였다.

또 Ophir는 1974년에 B-scan 방식을 위한 digital scan converter를 발표하였다.

본 연구는 송신 전동자와 수신 전동자를 선형 배열로 구성하여 송신 신호는 위상 지연을 주어 전기적 편향을 시키고 수신 신호는 시간

지연을 주어서 전기적 편향을 시켰다.

본 연구의 목적은 송신과 수신 신호의 초점을 맞추어서 공기중에서 단일 표적과 무점 표적의 이차원 음향 영상을 얻는 데 있다.

2. 음향 영상 이론

송신 신호를 대상 표적의 원하는 점에 focal point를 맞추어 보낼수 있는데 전동자 평면에서 대상 표적과의 거리에 따라 다르다. 이것을 보상하기 위하여 time delay와 phase shift를 이용 하여 원하는 곳에 focal point를 잡아 줄 수 있다.

수신 신호에서도 focal point를 잡아 원하는 한 점의 신호만 받아 들어서 음향 영상을 재구성 할 때 해상도가 증진 됨을 알 수 있다.

그림 1은 송신 신호를 원하는 점의 보폭 수 있음을 나타내고 있다.

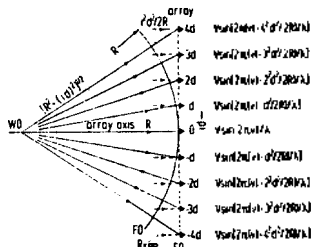


그림 1 초점을 맞춘 송신 신호
(중심에서 거리의 R)

이렇게 신호 배열된 수신 진동자의 초점을 맞추어 신호를 보낼 때 나타나는 송신 진동자의 방사 패턴은 그림 2와 같다.

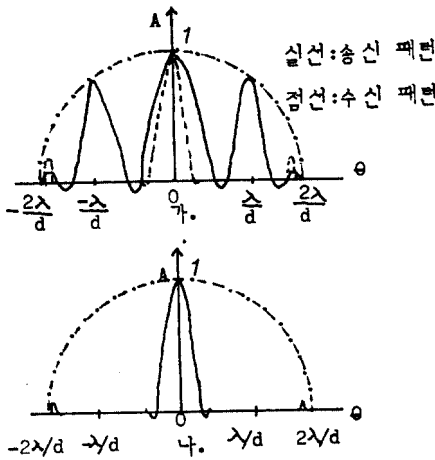
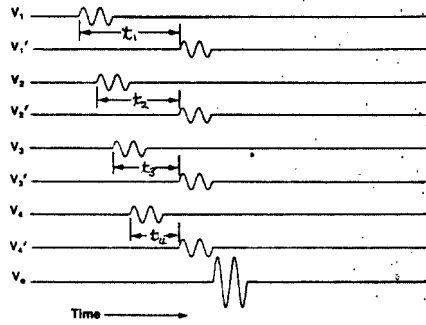
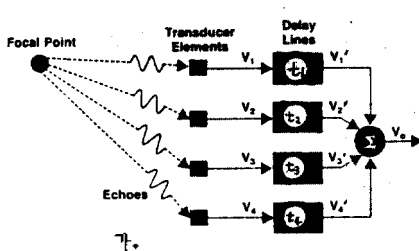


그림 2 송수신 신호의 결합 방사 패턴
가. 송신과 수신 신호의 방사 패턴
나. 결합 방사 패턴

또한 수신 진동자 평면에서
어디에 어떤 점은 그림 3과 같다.



나.

그림 3 수신 진동자 평면에서 초점을 맞춘 수신파
수신 진동자에 입사되는 신호 R(t)는

$$R(t) = A(t) \cos(\omega_0 t + \theta(t))$$

여기서 A(t) : amplitude

$\theta(t)$: phase

ω_0 : center freq.

그리고 각 수신 진동자에 첨가되는 신호는

$$\cos(\omega_{T0} t + \Omega_1)$$

t=0 일때 송신 진동자에서 나와 수신 진동자에
입사되는 수신파는 t=t₁ 일때

$$\begin{aligned} R(t) &= R(t - t_1) \\ &= A(t - t_1) \cos(\omega_0(t - t_1) + \theta(t - t_1)) \end{aligned}$$

이때 $\theta(t - t_1) = 0$ 일때가 focal point 이다.
그런데 수신 진동자에 위상 지연을 주면 그 신호는

$$\begin{aligned} &A(t - t_1) \cos(\omega_{T0} t - \Omega_1) \\ &= \frac{1}{2} A(t - t_1) \cos(\omega_{T0} t - \Omega_1 - \omega_0(t - t_1) - \theta_1) \\ &\quad + \frac{1}{2} A(t - t_1) \cos(\omega_{T0} t - \Omega_1 + \omega_0(t - t_1) + \theta_1) \end{aligned}$$

로 되며 첫번째 항은 lower sideband 이며
두번째 항은 upper sideband 를 의미한다.

이때의 filter 로 주파수를 제거하면 원하는
전파만을 얻을 수 있다.

또 위상 함수 Ω_1 는 지연 시간 함수 $m \Delta T$ 에
의하여 고려해 보면 각 수신 진동자에서 도달한
위상 지연 함수 $\Omega_1(t)$ 를 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \Omega_1(t) &= \frac{1}{2} A(t - t_1 - m \Delta T) \cos(\omega_{T0} \\ &\quad - \omega_0)(t - m \Delta T) - \Omega_1 + \\ &\quad \omega_0 t_1 - \theta_1) \end{aligned}$$

여기서

$$\Omega_i = w_{0i}t_i - \omega_i - (w_{T,0} - w_0) \cdot n \cdot \Delta T$$

로 생략 할 수 있으므로 적연 시간 함수를 적당히 잡아 총 적연 시간을 로 과 수신 진동자에 응용 할 수 있다.

이런 방법으로 얻은 수신 신호의 정보로 음향 영상을 재생 할 수 있다.

3. 실험

본 연구는 5개의 송신 진동자와 8개의 수신 진동자로 구성하였다. 사용한 진동자의 공진 주파수는 25 Kz, 직경이 1.5 cm 인 PZT 원형 진동자로서 선형 배열로 구성하였으며 그림 4는 전체 실험 블록도이다.

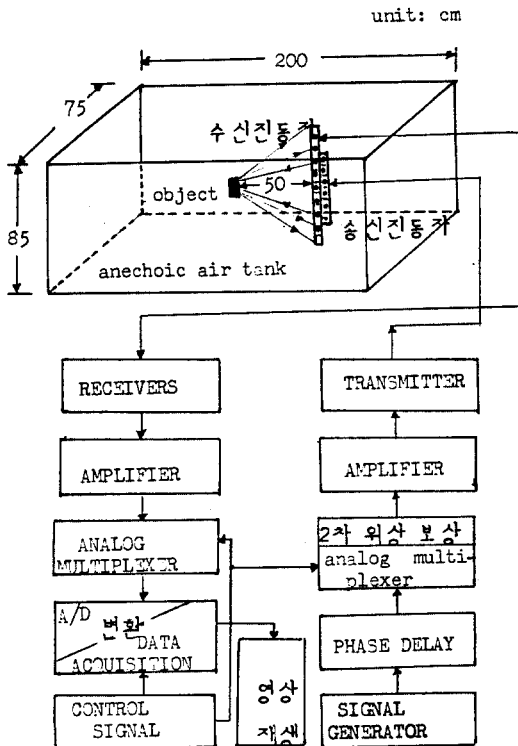


그림 4 전체 실험 블록도

송신부는 주파수 발진회로, 증폭회로, 위상 지연부, analog multiplexer parts, 2차 위상 지연부, 그리고 5개의 송신 진동자로 구성하였으며 수신부는 전단 증폭부, 후단 증폭부, A/D 변환, analog multiplexer parts, 데이터 수집부, 8개의 수신 진동자로 구성하였으며 송수신 신호를 제어하는 제어부로 되어 있다.

송신부에서 포커의 음파를 보내어 반사되어 들어오는 음파를 수신부에서 전기적 신호로 바꾸어서 증폭부를 거쳐서 A/D 변환을 시킨 후에 이 데이터로 영상을 재생 하였다.

이 식원 음향 영상을 얻는 방법에는 여러가지 방법이 있는데 본 연구에서는 A - scan 및 B - scan 방법을 사용 하였으며 스캐닝 방법에는 sector scanning method 를 사용 하였다.

그림 5는 본 연구에서 사용한 스캐닝 방식을 나타내고 있으며 중심을 중심으로 $\pm 15^\circ$ 를 5도씩 스캐닝 하여 얻은 데이터로 음향 영상을 재생 하였다.

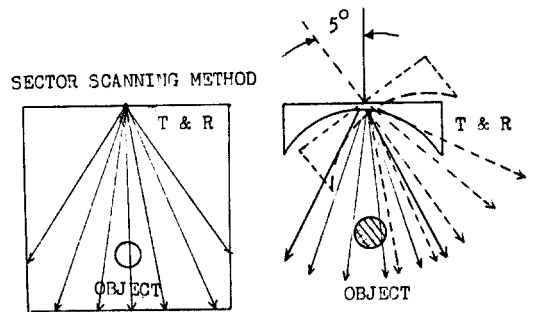


그림 5 SECTOR SCANNING METHOD

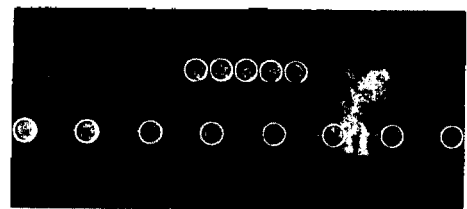


그림 6 송신 진동자 (상)와 수신 진동자 (하)

그림 7 은 음향 영상을 생성 하기 위한 흐름도 이다.

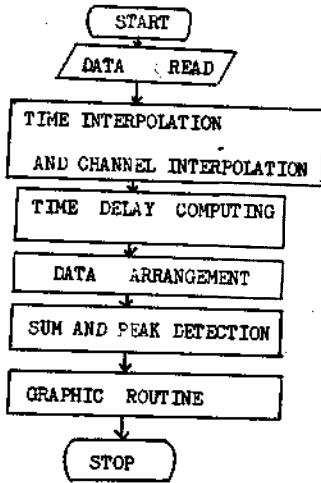


그림 7 영상 생성을 위한 흐름도

부진동자의 구성은 그림 8 과 같이 미표적의 크기와 모양은 그림 9와 같다.

구상	단일 표적	두 점 표적
크기	지름 : 6.5cm 높이 : 11.5cm	지름 : 6.5cm 높이 : 11.5cm 상상거리 : 21cm
모양	원통형	원통형

그림 9 표적의 크기와 모양

원주 : 단일 표적

모든쪽 : 두 점 표적

anechoic air tank 에서 단일 표적과 두 점 표적에 대한 이차원 음향 영상을 A - scan, B - scan method 에 영상을 생성 하였다.

그림 10은 단일 표적에 대한 이차원 음향 영상 이다.

4. 실험 및 결과 고찰

실험은 anechoic air tank 에서 단일 표적과 두 점 표적에 대한 A - scan, B - scan method 방식의 이차원 음향 영상을 구했으리 진동자와 표적과의 거리는 50 cm 로 하였다.

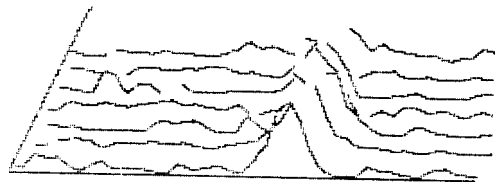
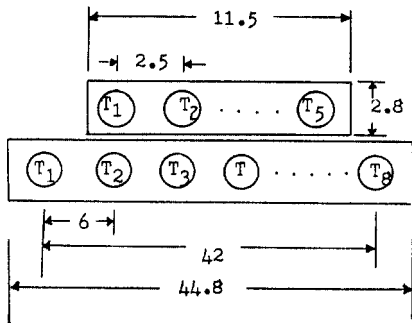


그림 10-1 단일 표적에 대한 A-scan method 의 이차원 음향 영상



- 진동자 지름 1.5 cm
- 상: 송신진동자 (5 조)
- 하: 수신진동자 (8 조)
- UNIT : cm

그림 8 부진동자의 구성

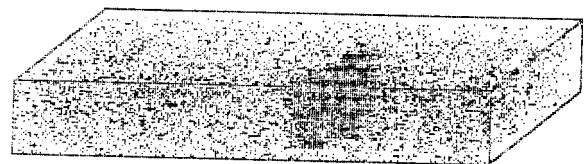


그림 10-2 단일 표적에 대한 B-scan method 의 이차원 음향 영상

그림 11 은 두 점 표적에 대한 이차원 음향 영상이다.

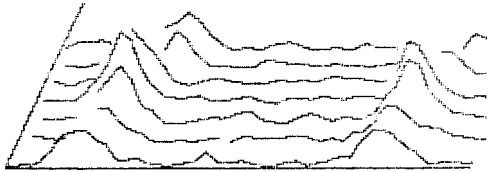


그림 11-1 두 점 표적에 대한 A-scan method 방법의 이차원 음향 영상

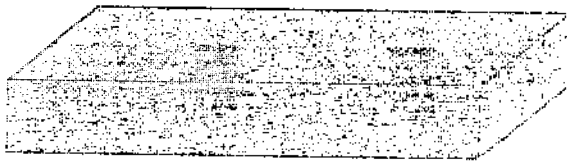


그림 11-2 두 점 표적에 대한 P-scan method 방법의 이차원 음향 영상

5. 결론

본 연구에서 송수신 선형 배열 진동자를 이용하여 전기적 편향과 가변 초점 기능을 갖는 음향 영상 시스템을 구성하여 두 점 표적과 한 점 표적에 대한 이차원 음향 영상을 얻었다.

이런 음향 시스템은 의학용으로 초음파 C.T 그리고 sonic images 로 방향탐사, 지진 탐사, 비파괴 검사, 음향 컨티넨트, 수중 음향 영상등에 응용 할 수 있다.

* 참고 문헌

1. K. H Cho, Selected topics in Image Science, Springer-Verlag(1984), New York
2. H. F Harmuth, Acoustic imaging with Electronic circuits, Academic Press(1979), New-York
3. T. Sato et al., " Merits of symmetric scanning for detection of coherence function in-coherent imaging system", J.Opt. Soc.Am., Vol.66, #2, pp.145-147(1976)
4. K. Y Wang et al., " Proceeding of IEEE ", April, Vol.67, #4.(1979)
5. 박일환, 음향 공학 이론, 한신 문화사(1976), 서울
6. 김민백, " 다중 송수신 진동자의 선형 배열을 이용한 음향 영상 시스템", 연세대학교 대학원, 1983