

미세 근접음향가시화법의 적용

The Application of Micro Near-Field Acoustic Holography Technique

황덕영 † · 황문주* · 류윤선**

Duk Young Hwang, Moon Joo Hwang and Yunseon Ryu(Yoo)

1. 서 론

음향가시화법은 소음원의 위치를 파악하기 위한 방법 중 하나로서, 음원에서 방사되는 음의 진행방향을 파악하여 평면 또는 공간에 매핑하는 기술을 말한다. 특히, 근접음장에서는 헤로그래피 방법이 많이 쓰이고 또한 정확도 높은 분석을 기대할 수 있다고 알려져 왔다.

본 논문은 근접음장의 음향홀로그래피법을 이용하여, 비교적 작은 물체의 음원을 파악하기 위하여 특별히 적용된 방법을 소개하고자 한다. 기존의 음향홀로그래피법에서 쓰는 기법을 활용하여 측정 주파수 범위를 높이고, 음원우치의 장밀도를 향상시킨 측정 결과를 예시한다.

음향홀로그래피법은 근접음장에서 측정하기 때문에 음원에서 방출되는 음향에너지의 속성을 다각적으로 파악하는 것이 가능하다. 그래서, 이는 음원의 특성을 파악하기 위한 유익한 수단으로 음원의 정확한 위치와 발산되는 방향을 파악하기 위하여 다각적으로 활용되어 왔다. 본 논문에서는 음원의 중요한 속성에 해당되는 음향인텐시티 이외에 공기입자의 속도를 가시화하여, 음원에서 음이 생성되어 발산되는 과정을 더욱 자세히 살펴볼 수 있게 되었다.

2. 이론 및 실험

2.1 근접음장의 음향홀로그래피법

음향홀로그래피법은 측정면에서 파악된 음향속성이 어떻게 공기 중으로 방사되어 나가는지를 계산할 수 있는 기법으로서, 최대한 음원과 근접한 거리

에서 배열 마이크로폰을 이용하여 음을 측정하고, STFT(Short Time Fourier Transformation)를 적용하여 음원의 위치를 파악하고, 방사되는 모양을 계산하는 기법이다.

이때, 음원의 위치는 음압레벨을 비롯하여 음향인텐시티, 공기입자 속도 등으로 표현이 된다. 이 계산에 사용되는 사용되는 수식은

파동전파방정식

$$\nabla^2 p - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = 0 \quad \text{for } z \geq 0$$

을 비롯하여, 아래의 Rayleigh 방정식, Fourier 변환식 등이 사용된다.

$$p(x, y, z, t) = h(x, y, z - z_0, t) \otimes p(x, y, z_0, t) \quad \text{for } z \geq z_0$$

$$P(K_x, K_y, z, \omega) \equiv \iiint p(x, y, z, t) e^{j(K_x x + K_y y - \omega t)} dx dy dt$$

$$p(x, y, z, t) = \frac{1}{(2\pi)^3} \iiint P(K_x, K_y, z, \omega) e^{-j(K_x x + K_y y - \omega t)} dK_x dK_y d\omega$$

2.2 측정 및 분석

모바일기기와 같은 작은 물체의 음원을 파악하기 위해서는 매우 좁은 간격의 배열 마이크로폰이 필요하다. 물리적으로 가능한 최소의 배열 마이크로폰을 구성하여 최대한의 고주파수 측정이 가능하도록 아래의 Fig.1과 같이 구성하였다.

배열 마이크로폰은 64개의 마이크로폰이 이용되었으며, 210mmx210mm의 면적을 측정할 수 있고, 1/3 Octave 해석으로 3.15kHz 까지 분석이 가능하였다. 또 위치의 10mm를 최대오차로 하여 음원의 위치를 계산하였다. 모바일기기에서 음향이 방사되는 동안 5초의 시계열을 측정하고 이를 분석하여 음원의 위치와 그때 음향인텐시티의 변화를 분석하여, 음원에서 발생한 음향이 어떤 형태로 방사되는 가를 파악하였다. 결과는 Fig. 2와 같이 각 순간 음원 위치에서의 음향방사를 0.1초 간격의 연속적인

† 정희원, Brüel & Kjaer Korea

E-mail : ysryu@bksv.com

Tel : 010 4164 0596 , Fax :

* Brüel & Kjaer Korea

** Brüel & Kjaer

그림으로 나타나게 된다.

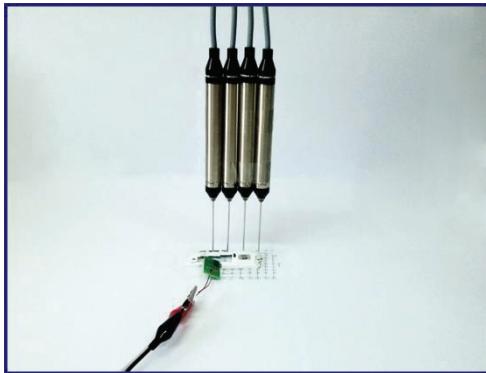


Fig. 1 Array Microphone and System Configuration of Measurement

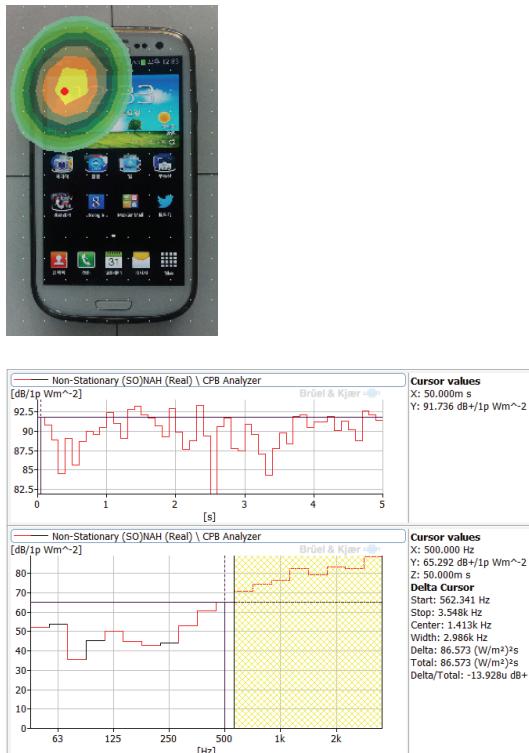


Fig. 2 Sound Intensity with 1/3 Octave Band Analysis

Fig. 2의 윗 그림에서 보이듯이, 모바일기기의 주

요 음원은 스피커가 장착된 부위라는 사실을 명시해 주고 있고, 음의 주 성분은 아랫 그림에서 보이듯이 대체로 고주파 성분에 걸쳐서 나타남을 알 수 있다. 또한 방사 형태는 스피커를 중심으로 동심원 방향으로 퍼져나가는 것을 보여주고 있다.

그림에서 보이는 것은 음향인텐시티를 나타내며, 이는 음원을 표현하기에 가장 적절한 속성으로서, 음의 강도, 음향파워 등을 직접적으로 산출해 낼 수 있다.

음원은 주로 500Hz 이상의 중고주파에 집중되어 있으며, 음원의 특성을 파악하기 위해 1/3 옥타브분석 기법을 사용하였다. 음원의 주파수 성분은 음원의 기계적인 요소와 직접적으로 연결되어 있기 때문에 대단히 중요한 정보로서 취급된다. 대개의 경우, 주파수성분 분석에 의해서 음원의 기여도를 파악하여 음질개선, 등에 적용하기도 한다.

3. 결 론

모바일기기에 대한 음원을 파악하고, 음원의 성격을 분석해내기 위해, 근접음향홀로그래피법이 적용되었다.

근접음향홀로그래피법은 음원의 위치를 가시화하는 것을 가능하게 하며, 음원의 주파수 성분 분석에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.

근접음향홀로그래피법은 측정하고자하는 대상의 주요 주파수범위에 따라 시스템의 규모, 즉 배열 마이크로폰의 크기와 갯수가 결정되고, 부가적으로 측정, 분석 오차를 최소화해 나가기 위한 여러가지 요인, 즉, 대상물과 측정면과의 거리, 마이크로폰 간격, 개선된 분석 알고리즘 등을 고려해야 한다.