

음장 제어 실험을 위한 32 채널 스피커 시스템 구성

32ch speaker system for the experiment of sound manipulation

이태웅† · 장지호* · 이정민* · 강동수* · 김양한*

Tae-woong Lee, Ji-ho Chang, Jung-min Lee, Dong-soo Kang, and Yang-hann Kim

1. 서론

키르코프-헬름홀츠 적분 방정식은, 어떤 공간 내부의 음장은 그 음장을 둘러싸고 있는 경계면에서의 음압과 입자속도에 의해 결정된다는 것을 의미한다. 이것을 음장 제어 관점에서 생각해 보면, 경계면에 배치된 무한히 많은 개수의 음원으로 임의의 음장을 만들어 낼 수 있다는 것을 의미한다. 다시 말해, 우리가 원하는 어떠한 음장이라도 그 음원들을 제어하여 만들어 낼 수 있음을 뜻한다.

따라서 현실적으로 음장 제어를 하고자 할 때에는 제어하고자 하는 공간을 둘러싸는 가능한 한 많은 개수의 스피커를 배치하고, 이 스피커들을 독립적으로 구동할 수 있어야 한다. 그리고 이러한 시스템을 구성하기 위해서 스피커의 배치와 구동 등 고려해야 할 현실적인 문제들이 있다.

본 논문의 목적은 이러한 음장 제어를 위해 구성된 32 채널 스피커 시스템을 소개하는 것이다. 이는 한국과학기술원의 HRHRP(High Risk High Return Project)지원에 의하여 이루어졌다.

2. 문제 정의

다채널 시스템 구성을 위해 해결해야 할 문제는 크게 다음과 같은 세 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 첫째, 제어하고자 하는 공간을 둘러싸는 스피커를 어떻게 배치시킬 것인가, 둘째, 스피커의 입력 신호를 어떻게 독립적인 아날로그 신호로 변환시켜 줄 것인가, 셋째, 변환된 아날로그 입력 신호를 어떻게 증폭시켜 줄 것인가 하는 것이다.

2.1 스피커 배치

스피커 배치를 위해 스피커를 설치할 틀이 필요하다. 이러한 틀은 제어하고자 하는 공간을 둘러싸면서 반사나 산란, 회절 등을 일으키지 않아야 한다.

또한 스피커를 그 틀에 고정시키는 장치가 필요하다. 이 장치는 스피커가 구동될 때 생기는 진동의 영향을 받지 않아서, 스피커 간의 상호작용(interaction)이 없도록 해야 한다.

2.2 입력 신호의 변환

스피커에 입력되는 신호는 아날로그 전압 신호이나, 음장 제어를 위한 계산은 각각의 주파수에서 수행하고 디지털 신호를 해로 얻게 된다. 따라서 디지털 신호의 계산 결과를 아날로그 신호로 바꾸어 주는 장비가 필요하다. 변환된 아날로그 신호가 자연스럽게 들리기 위해서는 가청 주파수 내에서 앨리어싱(aliasing)이 생기지 않도록 디지털 신호가 충분한 샘플링 주파수(sampling frequency)를 가져야 한다. 그리고 양자화 오차(quantization error)의 영향을 줄이기 위해 높은 비트(bit) 수를 확보하는 것이 좋다. 또한 각 채널의 신호를 독립적으로 변환시켜 주어야 하므로, 채널 간의 간섭이 없어야 한다.

2.3 변환 신호의 증폭

변환된 신호는 약 0.17~1.7V 크기의 아날로그 전압 신호이고, 이 신호를 스피커에 입력시키기 위해서는 약 1~20V 까지 증폭시켜 주는 앰프(amplifier)가 필요하다. 이러한 장비는 가청 주파수 대역에서 평탄한 특성을 가져 신호의 왜곡이 없도록 해야 한다.

3. 시스템 구성

3.1 스피커 배치

제어하고자 하는 공간을 둘러싸게 스피커를 배치하기 위해 제안될 수 있는 구조는 8 각형 메로폼(MEROFORM) 시스템⁽⁵⁾이다. 이 시스템은 구조적으로 안정하고, 노브(nobe)와 튜브(tube)로 구성되므로 구조 개선을 쉽게 할 수 있다. 이것을 돔(dome)형태로 구성하여 관심 공간 내에 음장을 만들도록 한다.

각 스피커는 상호작용이 생기지 않도록 하고, 이를 확인하기 위해 1 개 스피커에 대한 전달함수를 측정, 2 개 스피커에 대한 전달함수를 측정한다. 이를 다중 기여도 함수(multiple coherence function)를 이용해 상호작용이 없음을 확인한다. Fig.1 (a)는 제작한

† 교신저자; 한국과학기술원 소음 및 진동 제어 연구센터
E-mail : sunnhope@kaist.ac.kr
Tel : (042) 350-3056, Fax : (042) 350-8220
* 한국과학기술원 소음 및 진동 제어 연구센터

들의 전체 외관이고, Fig.1 (b)는 한 면에 대한 스피커 배치이다. Fig.1 (c)는 상부에서 그린 스피커 배치이고, Fig.1 (d)는 스피커를 틀에 판으로 고정한 것이다.

3.2 입력 신호의 변환

원하는 형태로 음장을 제어하기 위해서는 다채널 스피커가 각기 독립적으로 신호를 재생할 수 있어야 한다. 이를 충족할 수 있는 것으로 마디(MADI, Multi-channel Audio Digital Interface) (6)시스템을 도입한다.

MADI 시스템에서는 1 개의 MADI 포트를 통해 각 채널당 24-Bit, 96kHz 의 샘플링 주파수로 32 채널에 독립적으로 신호를 송신할 수 있다. 본 연구 시작 시 MADI 신호를 아날로그 신호로 직접 변환해 주는 장비가 개발되지 않아, MADI 신호를 8 채널 디지털 형식인 ADAT 로 변환시킨 뒤, 이를 다시 아날로그 신호로 변환하여 송신하는 방법을 사용했다.

즉, MADI 형식 지원 사운드카드(soundcard)를 이용해 컴퓨터에서 디지털 신호(digital signal)를 송신하고 이를 인터페이스(interface)가 4 개의 ADAT 형식으로 변환하여 4 개의 컨버터(converter)에 각각 보낸다. 그러면, 각각의 컨버터는 다시 ADAT 형식의 신호를 8 개의 아날로그 신호(analog signal)로 변환하여 앰프에 송신한다. Fig.2 는 입력 신호의 변환 경로를 나타낸 것이다. Fig.3 (a)는 MADI 포트 겸 사운드카드(RME HDSPe MADiface), Fig.3 (b)는 앰프(YAHAMA RX-V363, RX-V659)이다. Fig.3 (c)는 최상부가 인터페이스(RME ADI 648), 4 개는 컨버터(RME ADI -8 DS)이다.

3.3 신호의 증폭

가청 주파수 대역에서 왜곡 없이 신호를 증폭시킬 수 있어야 하고, 1 dB 단위로 게인(gain) 조절이 가능한 디지털 방식의 앰프를 사용한다. 사용 앰프는 각 채널당 24-Bit, 100W 의 파워를 낼 수 있고, 192 kHz 의 샘플링 주파수를 가진다. 최대 출력 전압은 약 25V 까지 가능하므로, 본 실험에 적합한 장비이다.

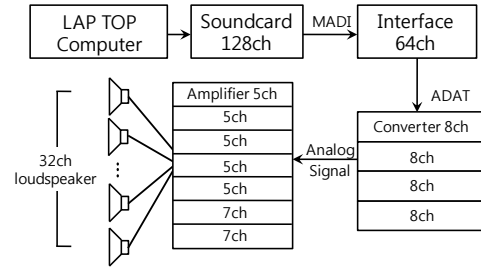


Fig. 2 Experimental set-up

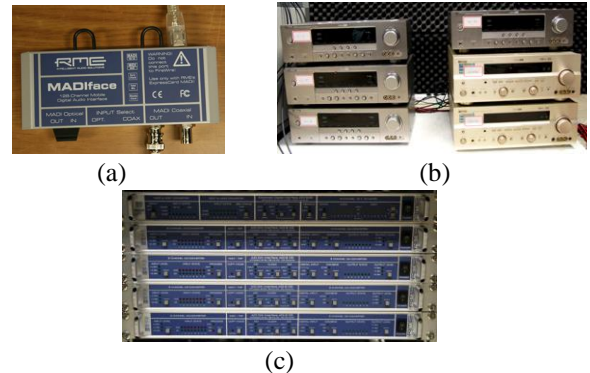


Fig. 3 Measuring instrument

4. 결론

본 연구에서는 음장 제어시 고려해야 할 현실적 문제를 정의했고, 스피커의 배치 및 구동에 대한 해결방안의 하나로 이 시스템을 제시하였다. 다채널 시스템 제어시 요구되는 독립적인 신호전달은 MADI 시스템으로, 스피커의 배치는 MEROFORM 으로 해결하였다.

후 기

교육과학부의 두뇌 한국 21(BK21)프로그램 및 한국과학기술원 High Risk High Return Project 의 지원을 받아 수행된 과제이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) 김양한, 2008, *음향학 강의*, 청문각, pp. 283-294.
- (2) J.S. Bendat and A. G. Piersol, 2000, *Random Data: Analysis and Measurement Procedures*, 3rd ed., John Wiley & Sons, pp. 230-232.
- (3) Products - MADI&AES, (n.d.), Retrieved September 9, 2009, from Web site: http://www.rme-audio.de/en_products_overview_madi_aes.php
- (4) ADI-8 DS, (n.d.), Retrieved September 9, 2009, from Web site: http://www.rme-audio.de/en_products_adi_8_ds.php
- (5) MERO Spaceframe System, (n.d.), Retrieved September 9, 2009, from Website: <http://www.mero.com.my>
- (6) MADI, (n.d.), Retrieved September 9, 2009, from Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/MADI>.

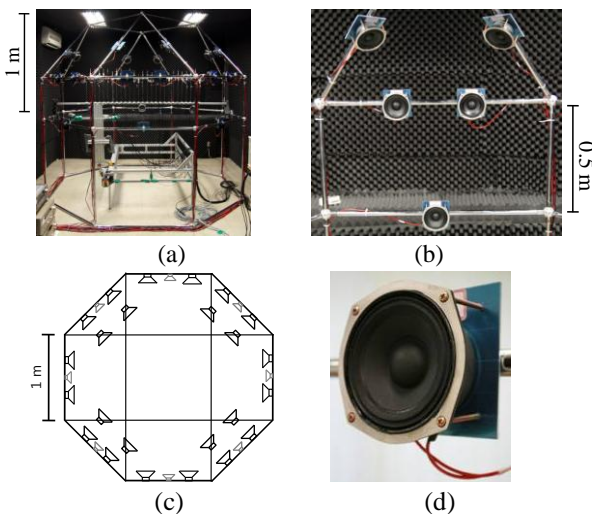


Fig. 1 MEROFORM system