

능동음질제어를 위한 협대역 알고리즘 연구

An Algorithm Study for Narrowband Active Sound Quality Control

박윤정* · 최윤선* · 김제관* · 이영섭*†

Yoon-Jung Park, Yun-Seon Choi, Jeakwan Kim, Young-Sup Lee

1. 서 론

능동소음제어(ANC)가 무조건적으로 소음을 최대한 제거하는 것에 목적을 두고 있는 반면, 능동음질 제어(active sound quality control, ASQC)는 원하는 만큼만 제어하는 기술이다. 특히 본 연구에서는 2개의 secondary source를 가진 덕트에 대해 ASQC 기법을 적용시키되, 협대역 능동음질제어를 하는데 목적을 두고 있다.

본 논문에서는 이론적인 검토가 우선 기술되었고 제어 실험과 함께 결과를 요약하였다. 특히 능동음질제어를 지배하는 요인에 대한 분석이 이루어졌다.

Fig. 1은 덕트에서의 협대역 능동음질제어를 위한 filtered-x LMS (FxLMS) 블록 다이어그램을 나타낸 것이다. 본 연구의 목적은 협대역에 대한 제어 알고리즘 적용에 있으므로, Fig. 1에서 나타낸 적응 필터 W_1, W_2 를 사용하여 90도 위상 차이로 덕트 내의 음질을 제어 하고자 하였다.

입력 $x(n)$ 은 harmonic frequency에서 기본주파수(fundamental frequency, f_0)를 나타내며 해당 성분이 늘어남에 따라 적응 필터(adaptive filter)의 개수가 늘어난다. 특히 제어요소 β 가 스피커에 전달되는 제어신호의 양을 조정하여 음질제어를 한다.

2. 협대역 능동음질제어 알고리즘

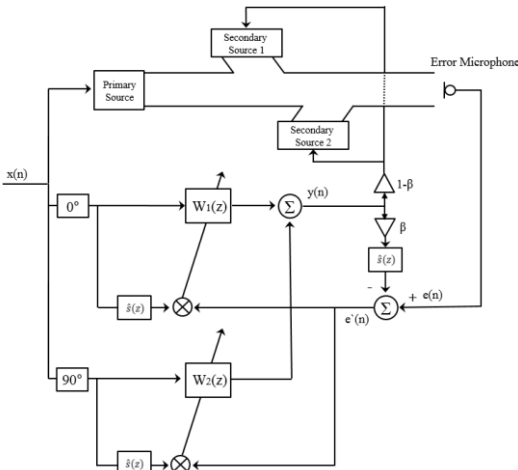


Fig. 1 A Narrowband ASQC Duct System

3. ASQC 실험 및 결과 분석

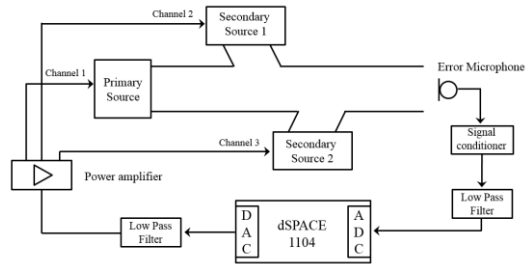


Fig. 2 Experimental set-up for ASQC in a duct

Fig. 2는 실험에서 사용된 duct system의 구성도인데 실시간 능동제어를 위한 고속 디지털 신호처리 장비는 dSPACE 1104를 사용하였다.

실험은 음질제어요소 β 를 적용하면서 1번 secondary source는 기본주파수 f_0 의 홀수 협대역 성분을 제어하고 2번 secondary source는 짝수 협대역 성분을 제어하였다.

실시간 실험에서 제어 대상 주파수 범위는 20 ~ 850 Hz로 설정하였고 sampling frequency는 6000 Hz를 사용하였다. 실험대상인 덕트 시스템에서 두 개의 제2경로에 대한 모델링을 한 뒤에 이를 음질 제어 알고리즘에 적용하였다. 즉, 본 논문의 제어 시스템은 1개의 primary source, 2개의 secondary

† 교신저자; 정회원, 인천대학교
E-mail : YSL@incheon.ac.kr
Tel : 032-835-8656, Fax : 032-836-8760
* 인천대학교

source 그리고 1개의 error sensor로 구성되었다. 두 개의 스피커를 동시에 사용하는 다중채널로 각각의 스피커는 다수의 하모닉스를 제어하도록 하였다.

다양한 값의 음질요소 β 를 적용한 실시간 ASQC 실험 결과는 Fig. 3에 나타내었다.

큰 하모닉스 성분을 제어하도록 하는 것이 효과적임이 확인되었다.

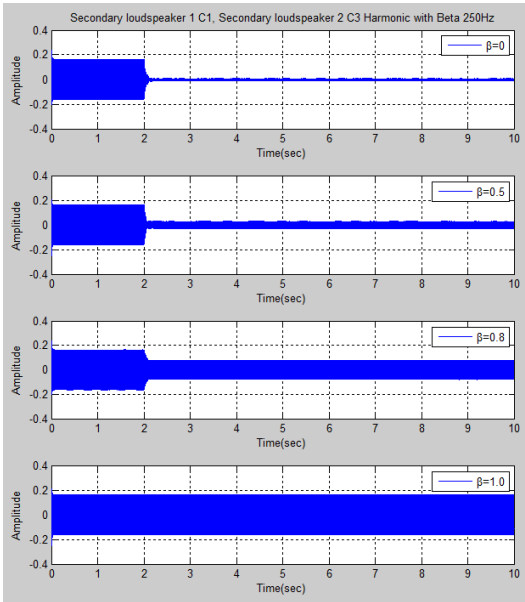


Fig. 3 Realtime ASQC using the quality factor β .

Fig. 3은 음질요소 β 의 크기에 따라 제어되는 소음의 감소량이 바뀌고 있음을 확인할 수 있다. 위에서부터 각각 β 가 0, 0.5, 0.8, 1일 때의 시간영역 결과인데, 0일 때는 최대의 control effort가 적용될 때이고 1일 때는 제어를 off 시킨 상태를 의미한다. 제어를 동작시키면 본 알고리즘에서 매우 빠른 수렴속도로 안정적인 음질제어가 이뤄짐이 확인된다. 특히, 두 개의 secondary source에 대해 서로 다른 하모닉스 성분을 제어하도록 하는 것이 효과적임이 확인되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 2개의 secondary source를 가진 덕트에 대해 ASQC 기법을 적용시키서 협대역 능동 음질제어를 수행하였다. 협대역 ASQC에서 음질요소 β 의 크기에 따라 제어되는 소음의 감소량이 바뀌고 있음을 확인할 수 있었다.

또한 두 개의 secondary source에 대해 서로 다