

# 능동음질제어에 의한 정음공간의 변화 연구

## Changes of zones of quiet with ANC

유석훈\* † · 장재형\* · 이민호\* · 박윤정\* · 이영섭\* †

Seokhoon Ryu, Jaehyung Jang, Minho Lee, Yoonjung Park, Young-Sup Lee

### 1. 서 론

능동음질제어의 목적은 원하지 않는 주변 소음을 능동제어시스템과 소음을 제거하기 위한 스피커를 이용하여 감소시키는 것이다. 소리의 에너지는 거리에 따라 그 크기에 감소하므로 실제로 방이나 일정 공간의 모든 위치에서의 소음을 줄이는 것은 불가능하다. 그렇기 때문에 스피커를 통하여 제어되는 공간 즉, zones of quiet 이 존재하게 된다. 본 연구에서 사용된 알고리즘은 adaptive feedforward control 기법이 사용되었으며, error mic 에 측정되는 신호의 크기의 자승평균이 최소가 되도록 작동한다. 그러므로 error mic 의 위치로부터 소음이 감소하는 크기, zones of quiet 의 크기를 연구해보고자 한다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1 FxLMS narrow band algorithm

본 논문의 실험에는 FxLMS (Filtered-x LMS) 를 이용하는 narrow band 알고리즘이 사용되었다. Fig1 는 FxLMS narrow band algorithm의 block diagram을 나타내며 일반적인 white noise가 아닌 회전하는 모터나 주기적인 떨림에 의한 기본 주파수와 harmonic 주파수 성분들을 이루는 소음에 특화된 알고리즘이다. Harmonic 주파수는 기본주파수의 배수를 이루기 때문에 기본 주파수 정보를 알아낸다면 매우 효과적으로 각각의 성분들을 제어할 수 있다.

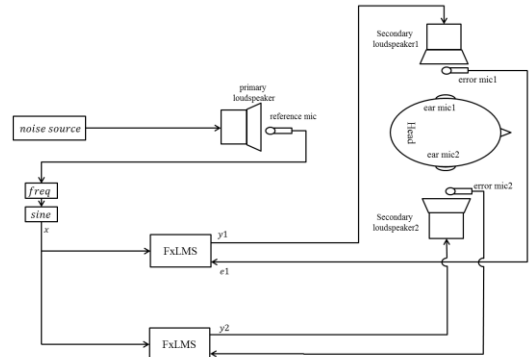


Fig.1 FxLMS narrow band algorithm block diagram

#### 2.2 기본 주파수 분석

Primary source에서 발생하는 소음에 FxLMS narrow band algorithm을 적용하기 위해서는 primary source의 기본 주파수를 파악해 내는 것이 중요하다. 나머지 harmonic 성분들은 기본 주파수의 배수이기 때문에 파악이 쉽다. 입력된 primary source의 신호를 LPF를 통과시켜 기본 주파수 성분을 제외한 나머지 성분을 걸러낸다. 필터링된 신호를 이용하여 주파수를 알아낸 뒤 FxLMS narrow band algorithm에 적용한다.

#### 2.3 Headrest system

본 실험을 위해 Headrest system을 적용하였다. Headrest system에는 사람의 귀 위치에 Primary source를 제어하기 위한 Secondary loudspeaker가 좌우 양측에 장착되어 있다. 사람 귀의 위치에 ear mic가 고정되어 있고 좌우 스피커에 error mic가 장착되어 있다. 한국 성인 평균 머리 너비인 16cm을 기준으로 하여 양측 스피커를 좌우로 1cm간격으로 15cm까지 움직일 수 있도록 제작되었다.

† 교신저자; 정희원, 인천대학교

E-mail : YSL@incheon.ac.kr

Tel : 032-835-8656 , Fax : 032-836-8760

‡ 발표자; 인천대학교

\* 인천대학교

## 2.4 실험 방법

Primary loudspeaker의 5cm 거리에 primary source를 측정하기 위한 reference mic가 설치되었으며 reference mic와 error mic의 거리는 2m 떨어져 설치하였다. Primary source는 기본 주파수 c1과 harmonic 주파수인 c2, c4 신호의 합이며 c1 주파수는 200Hz부터 450Hz까지 10초간 시간에 따라 c2는 (400Hz~900Hz), c4(800Hz~1800Hz) 등 증가하는 sweep된 신호가 사용되었다. Error mic와 ear mic 간격을 0cm에서 15cm까지 좌우 측으로 1cm씩 움직이며 제어하여 zones of quiet를 측정한다.

## 3. 연구 결과

각 실험은 secondary loudspeaker를 좌우로 1cm씩 옮겨가며 수행 되었으며 측정시간은 15초이며 sweep시간은 10초로 진행 되었다. Fig.2를 보면 ear mic와 error mic의 거리가 5cm일 때 700Hz~1800Hz사이의 주파수 대역은 거의 제어가 되지 않으나 200Hz~700Hz의 주파수 대역에서는 제어가 이루어졌다. 제어의 크기는 두 mic 사이의 거리가 멀어질수록 성능이 감소하였으며 제어의 최대 공간은 약 10cm으로 나타났다.

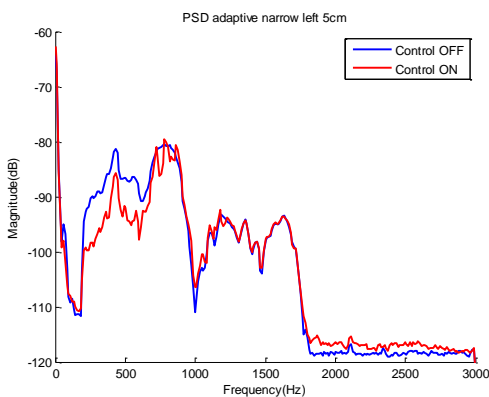


Fig.2 PSD of adaptive narrow band ANC at 10cm

## 4. 결론

본 연구는 headrest system에서 ear mic와 secondary loudspeaker와 같이 움직이는 error mic의 거리가 ANC 제어에 미치는 영향에 대해서

분석하였다. Adaptive narrow band FxLMS알고리즘을 이용하여 오더가 3개(c1,c2,c4)인 sweep신호를 이용하여 실험해본 결과, 거리가 늘어남에 따라 제어성능이 저하 되는 것을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비 지원(12기술혁신C01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] Marek Pawelczyk, "Adaptive noise control algorithms for active headrest system", Control Engineering Practice 12 (2004) 1101-1112
- [2] B. Widrow and S. D. Steins, Adaptive Signal Processing Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1985, ch.11.
- [3] S. M. Kuo and K. R. Morgan, "Active Noise Control, Algorithms and DSP implements.", John Wiley&sons, New York, 1996