

# 준주기적인 소음을 저감하기 위한 능동 소음제어 알고리즘

## Active noise control algorithm for quasi-periodic noise

이록행 † · 박영진 †  
Nokhaeng Lee and Youngjin Park

**Key Words :** Active noise control(능동 소음제어), Quasi-periodic(준주기적인 소음)

### ABSTRACT

In many cases, periodic noise occurs because most applications include motors, compressors and so on which have reciprocating motion. The noise usually contains tones at the fundamental frequency and at several higher harmonic frequencies in practice. For this type of noise, we developed a frequency-domain active noise control algorithm and determined that it's effective. However, the performance deteriorated for quasi-periodic noise. In this paper, we develop compensated frequency-domain active noise control algorithm for quasi-periodicity. And then, we implement computer simulation and compare the performance.

## 1. 서 론

능동 소음제어는 반대위상의 제어음원을 이용하여, 소음을 저감하는 기술이다. 이는 수동적인 방법으로 저감하기 힘든 저주파수 소음을 저감하는 데 효과적이며, 산업 전반적으로 널리 사용되고 있다. 대부분의 시스템은 왕복운동을 가지는 엔진, 모터 등을 포함하며, 그에 따른 주기적인 소음을 발생한다. 실제의 경우, 이러한 소음은 외란 등에 의해 기본 주파수와 그 배수에 해당하는 다수의 고조파를 포함하게 된다. 본 저자는 이러한 다중 주파수 소음을 줄이기 위해서, 주파수 영역 능동 소음제어 알고리즘을 개발하였다.<sup>(1), (2)</sup> 모의실험을 통하여 다중 주파수 소음 저감에 효과적임을 확인하였다. 하지만, 자기 공명 영상 장치에서의 소음과 같이, 그 주기가 조금씩 변하는 준주기적인 소음의 경우에는 그 저감 성능에 한계가 존재하였다. 본 논문에서는 사인과 코사인 성분의 푸리에 계수가 선형적으로 조금씩 변하는 다중 주파수의 준주기적인 소음 신호를

모사하여, 이를 줄이기 위한 기존 알고리즘의 거동을 분석한다. 이를 이용하여, 보상된 능동 소음제어 알고리즘을 개발 하고 모의 실험을 통해 그 성능을 분석하고자 한다.

## 2. 알고리즘

### 2.1 주파수 영역 능동 소음제어 알고리즘

기존의 주파수 영역 능동 소음제어 알고리즘은 다음과 같다. 소음신호를 주파수 영역으로 넘겨, 주파수 별 사인, 코사인 성분을 각각 업데이트 하는 방식으로, 각 성분 별 적응필터는 업데이트 주기 동안 일정한 값을 가지기 때문에, 독립적으로 업데이트가 가능하다. 하지만, 소음신호가 준주기적이면, 주파수 영역 값 추정 시 서로 영향을 주게 되고 오차가 발생하게 되며, 저감 성능을 저하시킨다.

### 2.2 준주기성 보상 알고리즘

준주기적인 소음의 경우, 기존 알고리즘에서 어떠한 식으로 얼마나 오차가 발생하는지 분석이었다. 먼저, 주파수 별 사인과 코사인 성분의 푸리에 계수가 선형적으로 변하는 다중 주파수 소음과 영 평균 백색잡음의 배경소음이 포함된 소음신호를 모사하였다. 이러한 소음 신호의 푸리에 계수는 선형적으로 계속 변하지만, 제어 음의 적응필터는 업데이트

† 교신저자; 한국과학기술원 기계공학과  
E-mail : yjpark@kaist.ac.kr  
Tel : (042)350-3036, Fax : (042)350-8220  
‡ 발표자; 한국과학기술원 기계공학과

주기 동안 일정한 값을 가지기 때문에 계단형태로 이를 따라간다. 그 평균 값은 업데이트 주기만큼 지연되어 적용되기 때문에 지연 오차를 가지며, 준주기적인 특성 및 다른 주파수 성분들에 의한 일정한 오차와 배경소음에 의한 랜덤 오차를 가진다. 또한, 소음신호의 각 주파수 별 사인, 코사인 푸리에 계수가 가지는 기울기는 추정된 적응 필터 값들의 기울기의 평균과 같음을 확인하였다. 이를 이용하여, 업데이트 주기만큼 지연된 오차만 보상하는 방법과 적응 필터 값이 선형적으로 매 샘플마다 변하여 보상하는 방법을 적용한다.

### 3. 모의실험

#### 3.1 컴퓨터 모의실험 조건

소음신호는 10Hz 의 기본 주파수와 100Hz까지 고조파를 포함하며, 신호대잡음비는 30dB로 배경소음이 존재한다. 업데이트 주기는 0.1초이며, 준주기성 보상을 위한 이동 평균의 크기는 10이다.

#### 3.1 컴퓨터 모의실험 결과

ANC1은 기존 알고리즘, ANC2는 지연오차보상 알고리즘, ANC3은 매 샘플보상 알고리즘의 성능 결과이다. 모두 업데이트 주기인 0.1초가 지나면 소음이 저감되기 시작하고, 준주기성 보상을 위한 1초의 시간이 지나면 각 알고리즘의 성능이 달라진다. Fig 1은 그에 해당하는 시간영역 그래프이고, Fig 2는 확대된 그래프이다. Fig 3은 저감 이후 시간에서의 주파수 영역 그래프이다. 10Hz에서 100Hz까지 소음이 모두 저감이 되는 것을 확인할 수 있다. ANC1의 40.8 dB 저감에 비해, ANC2는 46.4 dB 저감하였다. 이는 ANC1에 비해 해당주파수에서 더욱 저감이 되지만, 업데이트 시의 불연속점에 의해, 존재하지 않던 100Hz 이상에서 고조파 소음이 발생한다. ANC3의 경우 45.8 dB 으로 기존 알고리즘보다 더 저감이 되었지만, ANC2에 비해서는 성능이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 준주기적인 소음을 줄이기 위한 주파수영역 능동 소음제어 알고리즘을 개발하였다. 기존 알고리즘의 거동 분석결과를 이용하여, 소음의 준주기성에 의한 오차를 보상하였으며, 컴퓨터 모의실험을 통해 저감 성능이 개선됨을 확인하였다.

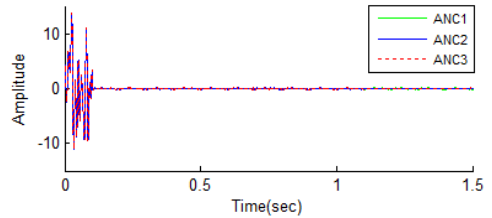


Fig 1. Performance of ANC algorithms (Time domain)

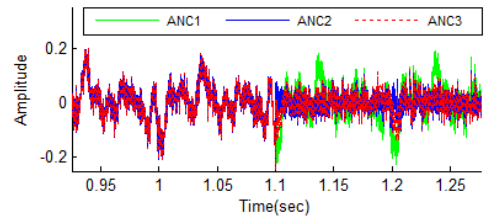


Fig 2. Expanded cut of Fig 1

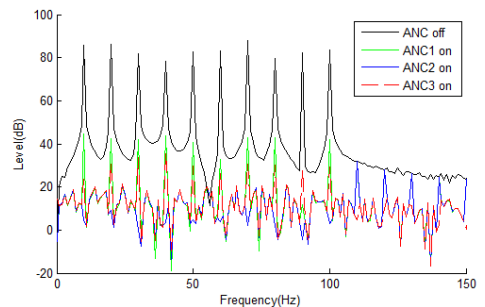


Fig 3. Performance of ANC algorithms (Frequency domain)

### 후 기

이 논문은 정부(지식경제부)의 재원으로 산업융합 기반기술개발사업의 지원(No. 10037244) 및 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0028680).

### 참 고 문 헌

- (1) Lee, N. H. and Park, Y. J., 2014, Multiple-frequency Active Noise Control Algorithm Parallel Form for Reducing MRI Noise, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 702~703.
- (2) Lee, N. H., Park, Y. J and Park, Y. S., 2014, Active Noise Control for Target Point Inside Bore Using Property of MRI Noise, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 24, No. 1, pp. 62~68.