

덕트에서의 능동음질제어를 위한 피드백 제어 시스템 구현

Implementation of a Feedback Control System for Active Sound Quality Control in a Duct

후해봉* · 이영섭*†
Hai-Feng Hou, and Young-Sup Lee

1. 서 론

ANC 피드포워드 제어시스템은 소음신호를 최소화시키도록 비용함수를 설정한 알고리즘으로 구현된다. 즉, 일반적으로 소음을 줄이는 것이 그 목적이므로, 경우에 따라서는 능동소음제어를 동작시키면 uncomfortable quiet이 발생하여 작은 잔류소음을 유지하거나 다른 원하는 형태로 소음을 강제로 발생시켜야 할 때도 있다. 이것을 피드백 제어를 통해 구현하는 것은 ANC 시스템 개념의 새로운 확대로서 다양한 효과를 가져 올 수 있다.

ANC에서 피드백 제어는 피드포워드 제어 보다 매우 조심스럽게 접근해야 한다. 탑승자가 비교적 움직임이 제한된 주행중인 차량 내부와 같이 플랜트가 비교적 덜 교란되는 경우를 설정하여 internal model control을 이용한 피드백 제어를 구현해 FXLMS 피드포워드제어 결과와 비교 분석하였다. 이에 본 연구에서는 아크릴로 구성된 원통형 덕트를 이용한 피드백 ASQC 시스템을 구현에 목표를 두었다.

2. 피드백 ASQC 시스템

2.1 피드백 ASQC 시스템의 개념

피드포워드 FxLMS 알고리즘을 사용한 ANC 시스템에는 음질제어요소 β 를 이용하여 출력 단의 제2경로 스피커로 전달되는 신호의 크기를 조절하여 능동음질제어를 적용한다.

피드백 ASQC 시스템에서 Fig. 1의 IMC 기법에 유사한 음질요소 개념을 추가하여 출력 값과 오차

값의 조정을 가능하게 한다.

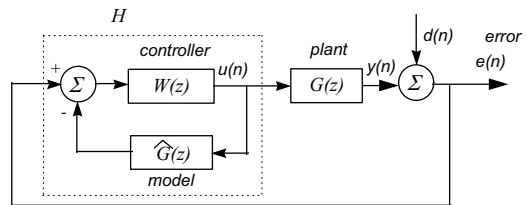


Fig. 1. Block diagram of a feedback ASQC system.

2.2 피드백 ASQC 시스템 구성

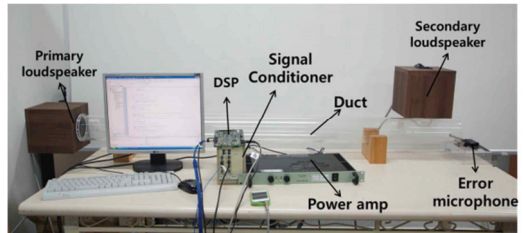


Fig. 2. ASQC system configuration.

Fig. 2는 실제 덕트에서 ASQC 시스템의 구현 및 장비의 구성사진을 Fig. 2에 나타내었다.

먼저 mp3 player에서 전달되는 신호는 제1 스피커로 전달되어 덕트를 통해 소음을 발생하게 된다. 피드포워드 제어와는 달리 참조신호를 사용하지 않으므로, 오차마이크로폰을 통해 얻는 오차신호 $e(n)$ 를 DSP내부에서 피드백 ASQC 시스템의 알고리즘에 따라 처리하고, 출력신호 $y(n)$ 을 생성시켜 제2경로 스피커로 출력한다. 사전에 제2경로에 해당하는 플랜트 모델을 DSP 내에 구현시켜 두고 제어 필터도 플랜트 모델을 기반으로 사전에 설계하여 DSP에 구현해 둔다.

제어 필터의 설계 과정에는 개방루프에서의 6 dB

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

정도의 충분한 제어 안정도를 확보해야 만 한다. 이를 위해 강인 제어 기법을 적용해야 한다.

제어 성능과 제어 안정도는 상충하게 되므로 적절한 범위에서 제어 필터 설계를 해야 한다. 그러므로 충분한 시뮬레이션은 필수적인 과정이다.

위의 일련의 과정들을 반복하여 본 피드백 ASQC 시스템이 구동된다.

2.3 플랜트 분석

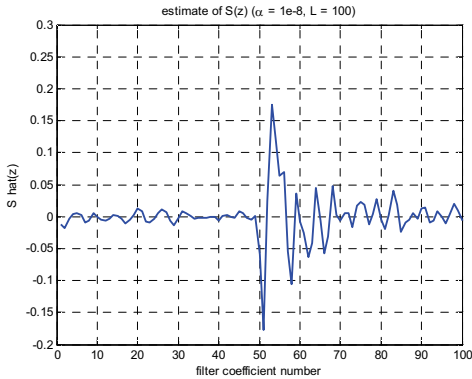


Fig. 3. Estimation of the secondary path for plant analysis.

플랜트 분석을 위하여 제 2경로 전달함수 추정치를 백색소음을 입력신호로 이용한 system identification 과정을 통하여 결정하고 이를 플랜트 모델로 사용하는데 이를 Fig. 3에 나타내었다.

피드백 ASQC 제어는 설계된 플랜트 교란 범위 내에서 안정적으로 수행되었다.

3. 결 론

기존의 ANC 시스템이 일방적인 소음의 저감이 목적이라면 ASQC 시스템은 소음 저감 정도를 조절할 수 있다는 것에 초점을 둔다. ANC에서 피드백 제어는 피드포워드 제어 보다 매우 조심스럽게 접근해야 한다. 탑승자가 비교적 움직임이 제한된 주행 중인 차량 내부와 같이 플랜트가 비교적 덜 교란되는 경우를 설정하여 internal model control을 이용한 피드백 제어를 구현해 FXLMS 피드포워드 제어 결과와 비교 분석하였다. 이에 본 연구에서는 아크릴로 구성된 원통형 덕트를 이용한 피드백 ASQC 시스템을 구현에 목표를 두었다.