

잡음이음 발생위치 추적장비 (노이즈 옵저버)

김영기*, 목무균**

(*에스엠인스트루먼트, **현대자동차 차량시험팀)

1. 머리말

차량의 소음진동 제어기술이 발달하여 실내소음 레벨이 감소하면서 차량에서 발생하는 잡음이음의 중요성이 매우 커지고 있다. 각종 내장재 및 차량 부품의 마찰과 떨림에 의한 잡음 이음이 차량 내부에서 이전보다 명확히 인지됨에 따라 소비자들의 개선 요구가 커지고 있다. 특히 고급 차량의 잡음이음은 전체적인 차량 성능 평가에 매우 중요한 인자로 자리잡아가고 있다.

잡음이음의 개선을 위한 측정 및 분석 기술은 초기 개발 단계에 있어서 용어의 정립 및 정량적인 계측방법에 관한 연구가 본격적으로 시작되는 단계이다. 측정 분석을 위한 전문 계측장비도 마련되어 있지 않다. 잡음이음의 개선에 가장 중요한 정보인 잡음이음의 발생 위치 분석에 대한 방법도 또한 알려져 있지 않다. 따라서, 잡음이음의 측정 및 평가를 위한 기본적이고 효율적인 장비의 개발이

요구된다.

노이즈 옵저버(noise observer)는 잡음이음의 기초적인 특징을 이용하여 발생위치를 추적하고, 그 크기를 정량화하는 장비이다. 잡음이음은 대부분 순간적으로 발생하고 매우 짧은 시간 동안 존재한다. 기존의 NVH 장비는 대부분 엔진소음 및 노면소음 등의 개선을 목적으로 개발되어 순간적으로 발생하는 소음의 분석에 손쉬운 적용이 어렵다. 예를 들어, 소음진동의 분석 방법에 많이 쓰이는 주파수 분석 등은 기본적으로 정상신호를 가정한다. 따라

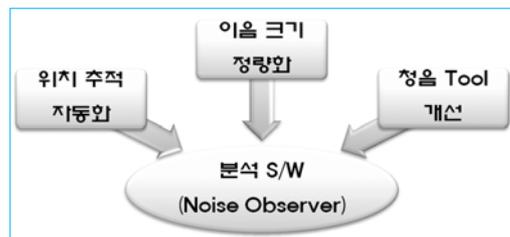


그림 1 노이즈 옵저버의 개발 목적

* E-mail : youngkey@smins.co.kr / (042) 861-7004

계측기/소프트웨어 소개

서, 순간적으로 발생하는 잡음이음의 분석을 위해서는 단순하면서도 매우 감각적인 측정 장비가 필요하다.

노이즈 오퍼터는 잡음이음의 녹음 및 청음을 기본으로 하는 감각적인 장비이다. 잡음이음의 도달시간을 매우 정교히 분석하여 잡음이음의 발생위치를 분석한다. 또한, 잡음이음의 크기에 대한 매우 논리적인 정보를 제공한다.

2. 시간지연 분석을 통한 위치추적

잡음이음의 발생이 의심되는 위치의 가속도 신호에 대한 시간지연을 분석하면 잡음이음의 발생 위치를 추적할 수 있다. 잡음이음은 대부분 임펄스 형태이므로 측정된 가속도 신호에서 발생 시간을 비교적 정확히 분석할 수 있다. 따라서 측정위치가 다른 여러 개의 가속도 신호에서 발생시간의 상대적인 시간지연을 분석하면 잡음이음의 발생위치를 파악할 수 있다. 여러 곳에서 측정한 지진파를 이용해 진앙지를 추정하는 방법과 유사하다. 물론, 차량에서 발생한 잡음이음은 전달 매

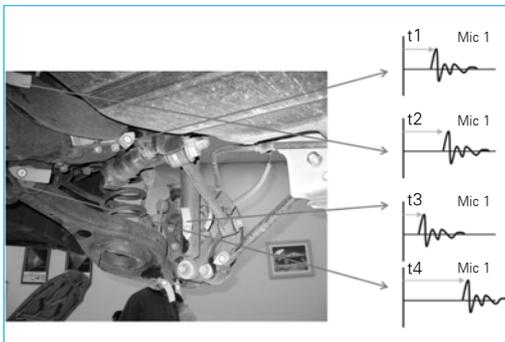


그림 2 시간지연을 이용한 잡음이음 발생위치 추적 방법

질이 다양하여 지진파와 같이 진앙지의 위치를 정확하게 계산해 내는 것은 불가능하다. 하지만, 잡음이음 발생위치에 가장 근접한 센서는 발생위치 정보를 찾아낼 수 있으며, 센서의 부착 범위를 조절해 가며 시험을 반복하면 매우 정확한 발생 위치를 추적할 수 있다.

3. 시간지연의 측정 - 트리거링

도달시간 및 상대적인 시간지연의 정확한 측정을 위하여 정확한 트리거링 기술이 요구된다. 충격신호가 발생하면 그림 3과 같이 거리에 따라 시간지연을 갖는 가속도 신호가 측정된다. 하지만, 다양한 신호 전달 경로에 따라 신호가 왜곡되기 때문에 정확한 시간지연을 구하기 위해서는 보다 확실한 트리거링 기술이 필요하다.

노이즈 오퍼터는 신호의 특성에 따라 사용할 수 있는 세 가지의 트리거 옵션을 가지고

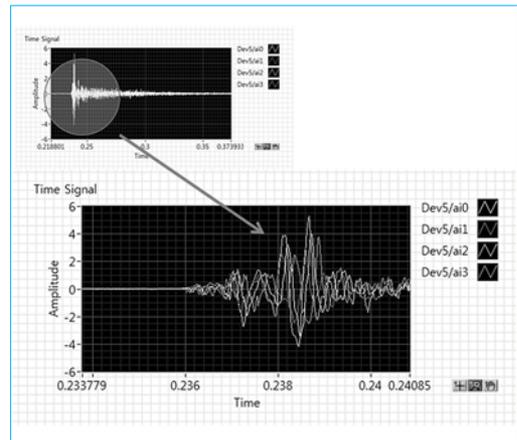


그림 3 거리가 다른 가속도계에서 측정된 충격의 가속도 신호 (정확한 시간지연을 측정하기 위해서는 정확한 트리거링 기법이 요구된다.)

있다. 일반적인 단순레벨트리거(simple trigger), 시간에 따라 전파되는 에너지를 비교하여 트리거 시점을 결정하는 피킹윈도우 트리거(picking window trigger), 그리고 신호의 모양으로 트리거시점을 파악하는 상호상관 트리거(cross correlation trigger)를 사용한다. 각각의 특성 및 적용 분야를 정리하면 표 1과 같다.

4. 위치 분해능

노이즈 업저버의 위치 분해능은 데이터 측정장비의 샘플링 속도에 의해서도 크게 좌우된다. 시간지연을 측정하기 위해서는 기본적으로 높은 샘플링 속도로 데이터를 측정해야 한다. 매질에서 진동의 전달 속도를 가정하면, 샘플링 속도에 따른 최대 위치 분해능을 추정할 수 있다. 표 2는 진동의 전파속도를 2700 m/s (알루미늄내의 종파속도)로 가정하였을 경우, 샘플링 주파수에 따른 최대 분해능을 나타낸 것이다.

표 1 노이즈 업저버의 트리거 방법

방법	단순레벨트리거	피킹윈도우 트리거	상호상관 트리거
원리	단순레벨트리거	신호 에너지 비교	신호 모양비교
장점	구현 및 이해가 간단함	서로 다른 파형의 시간지연 계산 가능	정확한 시간 지연 계산
단점	신호가 복잡할 경우 부정확함	신호가 복잡할 경우 부정확함	채널간 신호가 유사한 모양 이어야함
적용 분야	일반	차량허부진동	공기와 같은 비교적 매질이 일정한 대상

5. 정량적 평가

잡음이음 제어는 잡음이음이 완전히 사라지는 것을 목표로 하기 때문에 NVH와는 달리 정확한 크기지표 보다는 신호의 특성을 나타내 주는 정성적인 지표가 필요하다. 특히 신호의 주파수 성분은 신호의 지속시간과 더불어 잡음이음의 특성을 좌우하는 주요한 요소이다. 따라서, 매우 짧은 시간 동안 발생하는 잡음이음의 주파수 성분을 구하고, 주파수 별 크기를 정량화하는 작업이 필요하다.

잡음이음의 신호는 충격 신호에 가깝기 때문에 노이즈 업저버는 SRS(shock response spectrum) 기법을 통해 신호의 크기 및 주파수 성분을 평가한다. SRS 기법은 모든 주파수에 공진을 갖는 이상적인 시스템에 충격신호를 가해 그 응답을 비교 평가하는 방법이

표 2 샘플링 속도에 따른 위치 분해능

샘플링 (kHz)	인터벌 (ms)	분해능 (mm)
10	0.1	270
50	0.02	54
204.8	0.005	13.2

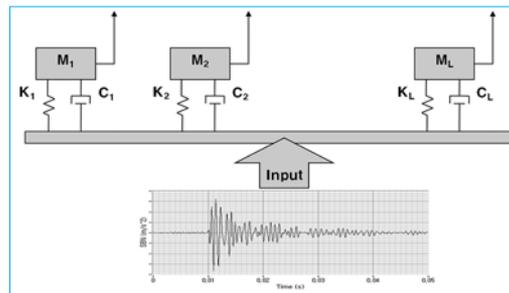


그림 4 SRS의 개념

계측기/소프트웨어 소개

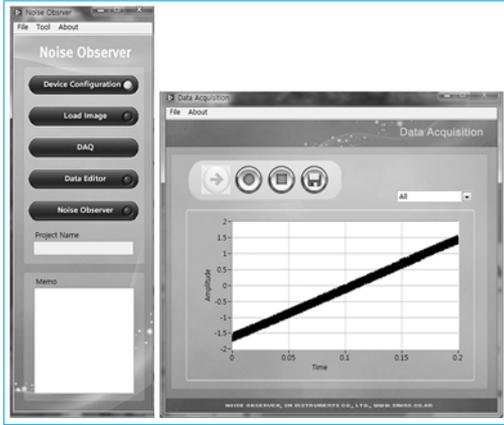


그림 5 노이즈 옵저버의 메인화면 및 측정화면

다. 이 방법은 짧은 충격신호에 대해 안정적으로 주파수 특성을 구할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

6. 소프트웨어의 구성

노이즈 옵저버는 측정 데이터를 분석하는 소프트웨어를 강점으로 하는 제품이다. 측정 기기 자체를 구동하는 데이터 측정 모듈을 내재하고 있지만, 외부기기로 측정한 측정데이터도 불러들여 분석할 수 있는 기능을 가지고 있다.

노이즈 옵저버는 데이터를 녹음하고 이를 청음 분석하는 감각적인 방법에 기초하여 설계되었다. 노이즈 옵저버는 이러한 개념에 기초하여 그림 5와 같이 총 5단계의 스텝으로 구동된다.

잡음의 음은 순간적으로 발생하고 사라지는 특성이 있으므로, 녹음된 신호를 재생하여 판독하고 이를 심층 분석하는 과정을 거치는 것이 합리적이다. 노이즈 옵저버는 녹음된 전체 신호에서 분석하고자 하는 구간을

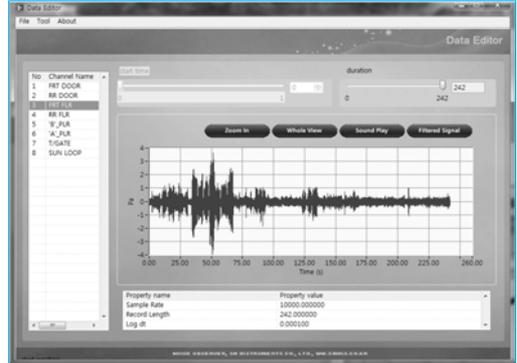


그림 6 노이즈 옵저버의 데이터 뷰어(하이라이트 구간만 선별하여 청음 및 분석할 수 있다.)



그림 7 노이즈 옵저버의 센서 위치 입력기능

선택하여 청음 및 분석할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 보다 감각적인 청음을 위하여 다양한 필터를 직접 설계하여 적용할 수 있도록 구성되어 있으며, 필터의 구성은 별도로 저장할 수 있다.

노이즈 옵저버는 센서의 위치를 시각적으로 표시하는 기능을 가지고 있다(그림 7). 가속도계 센서를 장착하고 이를 일일이 별도의 노트에 기록하는 불편을 없애기 위해 센서 사진 위에 직접 마우스로 센서의 번호를 부여할 수 있도록 설계되었다. 이러한 센서 정보는

계측기/소프트웨어 소개

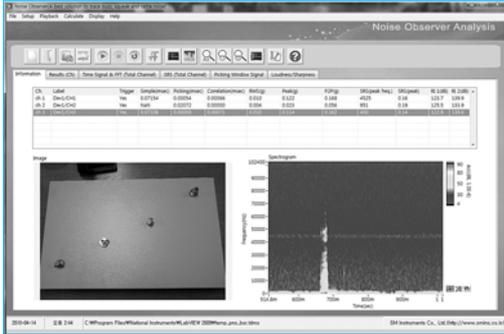


그림 8 노이즈 옵저버의 측정결과 표시화면

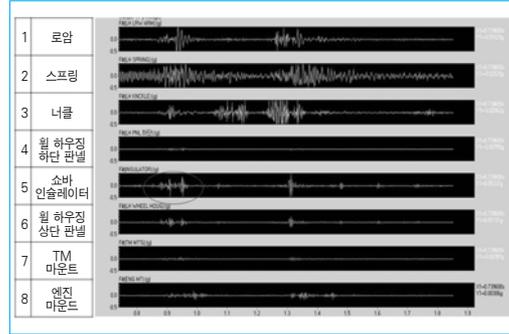


그림 9 차량하부에 설치된 가속도계의 측정 신호

분석결과를 표시할 때도 유용하게 사용된다. 그림 8은 평판 위에서 시험을 수행하고 이 결과를 사진을 통해 표시하는 예를 보여준다.

7. 적용예

실제 차량에서 측정된 신호를 노이즈 옵저버에 적용하여 성공적으로 잡음이음의 위치를 추적한 예를 소개하고자 한다. 그림 9는 차량의 속옵서버 인슐레이터에서 발생한 잡음이음을 추적하기 위해 측정된 가속도계의 신호를 나타낸다. 신호가 다양하여 눈으로는 그 발생 시점 및 시간지연을 구별하기 힘들다.

그림 10은 측정된 데이터를 피킹윈도우 트리거를 사용하여 분석한 결과이다. 5번 채널이 타 채널에 비해 가장 먼저 신호를 발생했음을 알 수 있다. 또한 잡음이음은 5번 및 6번 채널 근처에 있으며, 주된 주파수 성분은 200 Hz 대역이라는 부가적인 정보도 알 수 있다.

8. 요약 및 적용분야

노이즈 옵저버는 잡음이음 추적을 위한 매우 기초적이며 실질적인 정보를 제공한다.

Channel	Trigger	Delay time(msec)	RMS	Peak	P2P	SFS(peak freq.)
ch 1	Yes	30.880	2.881	23.635	43.589	2540
ch 2	Yes	37.520	0.334	1.070	2.628	951
ch 3	Yes	7.680	0.085	0.253	0.438	534
ch 4	Yes	1.920	0.019	0.075	0.169	336
ch 5	Yes	0.000	0.113	0.481	1.095	212
ch 6	Yes	0.400	0.065	0.258	0.619	2016
ch 7	Yes	39.760	0.108	1.163	2.405	2540
ch 8	Yes	10.000	0.035	0.116	0.273	1199

그림 10 노이즈 옵저버의 분석결과

순간적으로 발생하는 잡음이음을 녹음하여 청취하는 기본 기능을 갖추고 있다. 또한 선별된 구간에 대해 발생시점 및 시간지연을 정밀 분석하여 발생위치를 추적하는 핵심적인 기능을 가지고 있다. 분석결과는 사진에 표시된 센서의 위치에 시각적으로 표시된다. 또한 노이즈 옵저버는 SRS방법을 이용해 잡음이음의 주요 주파수 성분 및 크기를 의미 있게 분석한다.

노이즈 옵저버는 차량의 잡음이음 추적을 목적으로 개발되었지만, 잡음이음이 발생하는 여러 분야로 확대 적용할 수 있다. 진동을 타고 소음이 전파되는 건축분야, 박판형으로 발전해 가는 가전 분야의 열팽창 소음(stick slip 소음)등의 측정 및 위치 파악에 사용될 수 있다. **KSNVE**