

자동차 주행 시 발생하는 임펄스성 이음(異音) 추적 기법 Estimating Vehicle's Squeak and Rattle Position

강준구† · 김한규* · 목무균** · 최성욱**

Jun-goo Kang, Han-kyoo Kim, Mu-gyun Mog and Seong-wook Choi

1. 서 론

임펄스성 이음(異音, Squeak & Rattle)은 맞대어 진 부품간의 표면 사이 미끄러짐(Slipstick) 현상으로 인한 마찰 소음(Squeak)과 부품간의 충격에서 발생하는 소음(Rattle)으로 구분 할 수 있다. 임펄스성 이음은 거친 도로나 과속 방지턱과 같은 둔턱을 주행하다 보면 부품 간의 간섭과 부품의 노화로 인해 발생한다.⁽¹⁾ 최근 소음/진동(NVH) 기술의 발달과 전기자동차 개발로 인해 NVH 소음 레벨이 저감되었기 때문에 임펄스성 이음은 운전자에게 불쾌감을 주고 있다. 그러므로 자동차 개발 단계부터 정비 단계에 이르기까지 임펄스성 이음의 원인을 찾고 해결하는 것이 중요한 이슈가 되고 있다. 하지만 임펄스성 이음은 신호가 매우 짧고 복잡한 구조물로 전달되기 때문에 정확한 위치를 추적하기에는 어려움이 있다. 본 논문에서는 주행 혹은 가진 시험에서 발생하는 임펄스성 이음의 원인을 효과적으로 추적하는 측정 기술을 소개하고자 한다. 또한 본 논문에서 제안한 추적 기술을 적용한 측정 장비(노이즈 업저버)를 통해 원인을 찾은 사례를 소개하도록 하였다.

2. 임펄스성 이음 추적 기법

2.1 시간 지연 분석을 통한 위치 추적

같은 매질일 경우 도달시간 및 상대적인 시간 지연으로 계산하여 정확한 위치를 추적할 수 있다. 하지만 차량은 다양한 재질의 부품들이 연결되어 있기 때문에 시간 지연으로 발생 위치를 추적하기

에 한계가 있다. 발생 원인이 될 수 있는 후보 부품에 진동센서를 부착하여 진동 신호를 계측한다. 계측된 신호간의 시간 지연과 신호 특성을 파악하여 구조물로 전파되는 임펄스성 이음의 원인이 되는 부품을 비교적 정확히 추적할 수 있다.⁽²⁾

(1) Simple Triggering Method

Simple Triggering 기법은 일정 값을 기준으로 측정 신호크기가 도달하였을 시점을 찾아주는 방법이다. 비교적 단순한 신호에 대하여 정확하며 구현 및 이해가 쉬워 일반적으로 널리 사용되고 있는 장점을 가지고 있다. 반면 자동차에 발생하는 전달되어 오는 신호처럼 복잡한 신호에 대해서는 정확한 위치를 찾기에 한계가 있다.

(2) Picking Window Method

Picking Window 기법은 지진이 발생하였을 때 P 파와 S 파 도달시간을 분석하기 위해 개발되었다. 시간에 따라 전파되는 에너지를 비교하여 트리거 시점을 결정한다.⁽³⁾ 이 기법은 SNR 낮을 경우에도 효과적으로 도달 시간을 찾아 낸다.

(3) Cross Correlation Method

Cross Correlation 기법은 신호의 모양으로 트리거 시점을 파악한다.⁽⁴⁾ 정확한 시간 도달 시간을 계산할 수 있지만 채널 간 신호 모양이 같아야 한다는 단점이 있다.

Table 1 Compare Estimating S&R Position

방법	Simple Triggering	Picking Window	Cross Correlation
원리	레벨 트리거	신호 에너지 비교	신호 모양 비교
장점	구현 및 이해가 간단함	서로 다른 파형의 시간지연 계산 가능	정확한 시간 지연 계산
단점	신호가 복잡한 경우 부정확함	신호가 발생하였는지 판정하지 못함	채널간 신호가 유사한 모양이어야 함
적용분야	일반	차량하부진동 지진파	매질이 일정할 경우

† 교신저자: 정희원, (주)에스엠 인스트루먼트

E-mail : jgkang@smins.co.kr

Tel : (042) 861-7004, Fax : (042) 861-7008

* (주)에스엠 인스트루먼트

** 현대기아자동차 차량시험 2 팀

2.2 위치 추적 분해능

시간 지연을 통한 위치 추적의 분해능은 데이터 측정장치의 샘플링 속도와 부품의 진동의 전파속도에 의해서 크게 좌우된다. 시간 지연을 측정하기 위해서는 기본적으로 센서 간의 사이를 측정할 수 있는 분해능보다 멀리 거리를 유지하여 부착하여 측정하여야 한다. 가정하면 샘플링 속도와 재질에 따른 최대 위치 분해능을 추정할 수 있다. 표 2는 알루미늄과 철, 고무(딱딱한)에 최대 분해능을 샘플링 주파수에 따라 나타낸 것이다.

Table 2 Resolution of Estimating Position

	알루미늄	철	고무(딱딱한)
종파속도 ⁽⁵⁾	3145 m/s	3160 m/s	867 m/s
10k S/s	314.5 mm	316 mm	86.7 mm
51.2k S/s	61.4 mm	61.6 mm	16.9 mm
204.8k S/s	15.3 mm	15.4 mm	4.2 mm

2.3 위치 추적 사례

본 논문에서 제안한 이음 추적장비를 적용하여 성공적으로 이음의 위치를 추적한 사례를 소개하고자 한다. 그림1은 전면 유리 모서리 헨다판넬과 A필러 판넬 사이에서 발생하는 임펄스성 이음을 측정된 결과이다. 시험 환경은 주행과 유사한 상태를 모사한 가진 시험 장치에서 이루어졌다. 그림2와 같이 Simple Trigger 방법으로 시간지연을 구분할 수 없지만 Picking Window 기법으로 시간지연을 계산하여 위치를 추적한 결과 몰딩에서 원인을 찾을 수 있었다. 문제 부품을 교체 후 이음이 현저하게 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

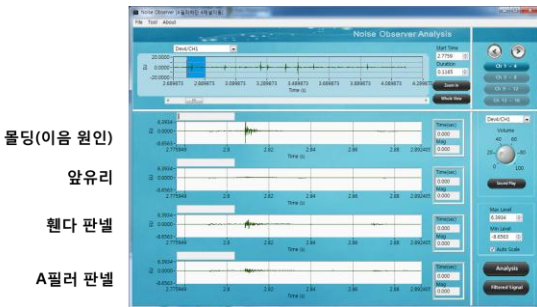


Figure 1 Time Signal of Accelerometer

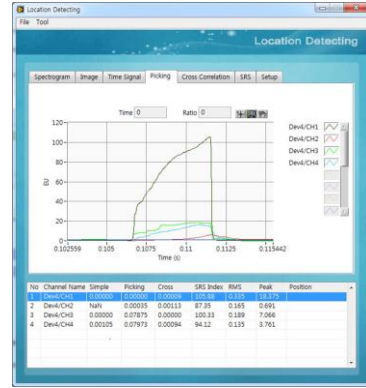


Figure 2 Picking Window Ratio

3. 결 론

시간지연을 통한 임펄스성 이음 추적 기법은 매우 간단한 측정법으로 개발 단계에서뿐만 아니라 정비단계에서 활용될 수 있다. 또한 임펄스성 이음이 발생하는 분야에서 보다 효과적으로 원인 파악에 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

- (1) F.Kavarana, B. Rediers, 1999, "Squeak and Rattle – State of the Art and Beyond", SAE paper. 1999-01-1728.
- (2) 김영기, 목무균, 2011, "시간지연을 이용한 잡음이음 위치추적 방법", 한국음향학회 2011 춘계학술대회논문집
- (3) Coppens, F. 1985, "First arrivals picking on common-offset trace collections for automatic estimation of static corrections," Geophysical Prospecting, 33. pp. 1212-1231
- (4) S.M. Ziola and M.R. Gorman, 1991, "Source location in thin plates using cross-correlation," J. Acoust. Soc. Am 90(5), pp. 2551-2556.
- (5) Frank Fahy, *Sound and Structural Vibration*, Academic Press, Chapter 1.