

자동차 가속음 음질향상을 위한 부가음 파형 생성 연구

Waveform Generation of Added Sound for Improved Sound Quality in an Accelerated Vehicle

유석훈* · 이민호* · 김제관* · 김성현** · 박동철** · 이영섭*†

Seokhoon Ryu, Minho Lee, Jeakwan Kim, Seonhyeon Kim, Dong Chul Park, Young-Sup Lee

1. 서 론

주행중인 자동차 음질은 운전자 또는 탑승자의 주관적인 감성적 판단에 기초를 둔다. 특히 자동차의 가속음은 그 자동차의 고유한 음향적 특성으로 이것의 개선은 브랜드에 가치를 부여하는 요소로 작용하기도 한다. 일반적인 개선 방법으로 엔진과 차체, 기타 장치들의 음향 특성을 개선하는 하드웨어적인 필터가 주로 사용되고 있다. 본 논문에서는 최근의 더욱 디지털화된 차량들의 음질 개선을 위하여 실시간으로 동작되는 부가음 생성 시스템을 구현하고 이를 차량에 적용시킨 후, 2가지의 부가음 파형을 만들고 이를 적용시켜 다수의 피실험자들에게 의한 청음평가를 통해 부가음의 효과를 분석하고자 하였다.

특히, 경쾌한 느낌을 주는 부가음을 만드는 파형에 대한 검토가 이루어 졌다. 검토된 두 가지 파형은 사인파형과 삼각파형으로서 엔진의 rpm에 맞추어 파장과 주기가 조절되도록 설계되었다.

2. 부가음 생성

고려된 두 가지의 파형인 사인파형 (sine wave)과 삼각파형 (triangular wave)을 Fig. 1에 나타내었다. 부가음은 실시간으로 제공되어야 하므로 실시간의 파형 생성을 위하여 고속의 디지털 신호처리 보드에 파형생성기 (waveform generator)를 구현하였고, 이때 샘플링 주파수 (sampling frequency) 를 12 kHz로 설정하여 충분한 rpm 범위와 다양한 엔진 오더 성분들을 고려하였다.

Fig. 1은 엔진 회전수가 300 rpm일때 생성된 부가음 파형으로서 위쪽 그림은 사인파형이고 아래쪽은 삼각파형이다. 오더 성분을 고려한다면 더욱 복잡한 형태의 파형이 생성될 것이다.

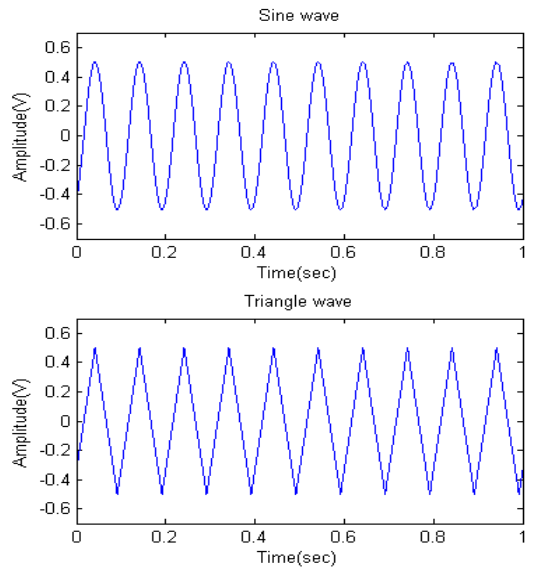


Fig. 1 Generated added sounds of the sine wave (top) and triangular wave (bottom).

3. 부가음 평가 실험

앞 절에서 생성된 2 종류의 파형에 대해 실제 시험차량에 적용시켜 보았다. 시험차량은 5인승 가솔린 RV이었으며, 부가음은 차량에 기본적으로 설치된 오디오 앰프 대신 새로운 오디오 앰프를 별도로 설치하고 이를 통해 차량의 기본 스피커에 연결하였다. 즉, FR, FL, RR, RL에 위치한 도어 스피커 4개 및 서브우퍼 (트렁크위치) 1개를 포함해서 모두 5개의 스피커를 구동시켰다.

차량의 rpm을 계측하기 위해서 CAN 신호를 실시간으로 인식하고 이 rpm에 맞는 2가지 형태의 파형

† 교신저자; 정회원, 인천대학교
E-mail : YSL@incheon.ac.kr
Tel : 032-835-8656 , Fax : 032-836-8760
* 인천대학교
** 현대자동차 남양연구소

을 실시간으로 생성시켜 스피커로 전달하는 실시간 부가음 생성 시스템을 구성하였다.

주관적 음질 평가를 위해 7명의 20대 피실험자들이 (남자 5명 및 여자 2명) 정지된 차량내의 FR좌석에 탑승하여 가속음에 대한 청음평가를 실시하였다. 특히 경쾌함에 대한 주관적 평가를 주 목적으로 하였다. 청음평가의 순서는 1) 부가음 무적용, 2) 사인파형 부가음 적용, 3) 부가음 무적용, 4) 삼각파형 부가음 적용, 5) 부가음 무적용으로 실험이 진행되었다. 중간중간에 부가음 무적용을 시킨 것은 적용시와 무적용시에 대한 피실험자의 청감을 더욱 분명히 하기 위함이다.

참고로 Fig. 2는 사용된 부가음인 사인파형 및 삼각파형의 스펙트럼 특성을 비교해 보여준다. Fig. 2는 단순한 경우만 보여 주고 있으나, 실제에는 다수의 오더 성분을 고려하여 부가음 생성 시스템에 적용하였다.

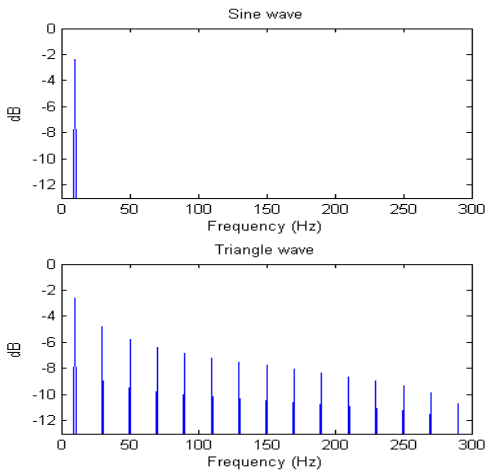


Fig. 2 Spectral characteristics of the sine wave (top) and triangular wave (bottom).

실험 이후 주관적 평가에 대한 분석을 한 결과 대체로 사인파형은 삼각파형에 비해서 낮은 경쾌함과 함께 높은 목직함을 부여하는 것으로 나타났다. 그리고 삼각파형은 중간 수준의 목직함과 높은 경쾌함을 부가한 것으로 평가 되었다.

이것은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 각 부가음 파형 별로 주파수 영역의 스펙트럼 특성이 차이가 나기 때문이다. 다양한 오더 성분이 포함되더라도 삼각파 부가음이 더욱 넓은 주파수 대역에 걸쳐 에너지를 가지고 있으므로 비교적 높은 주파수가 요구되는 경쾌함과 함께 적지 않은 목직함도 제공하는

것으로 판단된다.

특히 낮은 rpm에서 삼각파형은 사인파형에 비해 더욱 확연한 차이의 경쾌함을 제공하였으며, 높은 rpm에서 그 차이가 비교적 적었다.

4. 결 론

본 논문에서는 차량들의 음질 개선을 위하여 실시간으로 동작되는 부가음 생성 시스템을 구현하고 이를 차량에 적용시킨 후, 2가지의 부가음 파형 (사인파형 및 삼각파형)을 만들고 이를 적용시켜 다수의 피실험자들에 의한 청음평가를 통해 부가음의 효과를 분석하고자 하였다.

주관적 평가에 대한 분석을 한 결과 대체로 사인파형은 삼각파형에 비해서 낮은 경쾌함과 함께 높은 목직함을 부여하는 것으로 나타났다. 그리고 삼각파형은 중간 수준의 목직함과 높은 경쾌함을 부가한 것으로 평가 되었다.