

기여도를 이용한 차량용 오디오의 수신 품질 평가 방법

Assessment of radio reception performance using both coherence analysis and jury test of the received signal

이태웅† · 유명현* · 신재은* · 김주영** · 장기호***

Tae Woong LEE, Myung Hyun YOO, Jae Eun SHIN, Joo Young KIM and Ki Ho JANG

1. 서 론

차량용 오디오에 수신되는 신호는 터널을 통과하는 등 외란에 의해 잡음이 유입되어 성능이 저하되기도 한다. 이는 차량에서 오디오를 듣는 사람에게 불쾌함을 주기 때문에, 문제가 될 수 있다. 현재 차량용 오디오의 수신 성능은 전문 평가자를 통해 평가되고 있다. 이것은 전문 평가자의 양성에 소요되는 시간과 비용, 시험 반복성이 보장되지 않는 문제가 있다. 이러한 잡음 유입에 의해 저하되는 수신 성능을 정량 할 수 있다면, 차량용 오디오에서 발생하는 잡음을 분석하는 방법이 될 수 있다. 아울러, 기존의 평가 방법에서 발생하는 문제점들을 보완할 수 있는 역할도 할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 차량용 오디오 수신 성능을 정량화하는 알고리즘을 제안하고, 전문 평가자에 의한 평가 결과와의 상관 관계를 검증한다.

2. 차량용 오디오 수신 성능

2.1 시스템의 구성

Figure 1과 같이 시스템이 구성된다. DUT (Device Under Test)를 통과하기 전 신호를 기준 신호 $r(t)$, DUT를 통과한 신호를 측정 신호 $m(t)$ 라고 한다. $r(t)$ 대비 $m(t)$ 의 주파수 특성 변화를 수신 성능으로 정의한다.

차량용 오디오의 경우, 사용자가 잡음이라고 느끼는 소음은 혼신(interference), 백색 잡음(White



Figure 1. Configuration of system (noise)이 대부분이다. 본 논문에서는 차량용 오디오에서 재생될 수 있는 주파수 범위 내에서 주파수 특성이 일정한 백색 잡음을 유입되는 잡음으로 하여 차량용 오디오의 수신 성능을 정량화한다.

2.2 수신 성능의 정량화

기여도(coherence)는 입력과 출력 신호간의 주파수 특성을 알 수 있는 방법 중 하나이다⁽¹⁾. 이를 사용하여 두 신호 간의 주파수 특성을 평균하여 스칼라 값으로 표현할 수 있다. $r(t) = m(t)$ 의 경우에는 수신 성능이 100이고, 신호 대 잡음비(SNR)가 나쁠수록 이 값은 감소한다.

본 논문에서 차량용 오디오에서 재생되는 신호이므로 음성 혹은 음악 신호를 다루게 된다. 즉, 정상 신호(stationary signal)의 특성이 가지지 않으므로, 기여도는 일정한 시간 구간으로 나누어 계산한다.

Figure 2는 임의의 신호에 백색 잡음을 단계적으로 추가하여 수신 성능을 평가한 결과로, SNR에 따른 수신 성능을 나타내고 있다. SNR이 낮아질수록 정량값이 감소하는 것을 확인할 수 있다.

2.3 감성 평가와 정량 평가간의 상관관계

차량용 오디오는 오랜 기간과 경험을 통해 숙련된 감성 평가자가 평가해 오고 있다. 수신 성능의 정량화가 가능하다면, 감성 평가의 신뢰성 확보와 결과 공유 등 가능할 것이다. 그렇다면 먼저 제안

† 교신저자; (주) 에스엠인스트루먼트

E-mail : twlee@smins.co.kr

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

* 현대모비스 ** 현대자동차

*** (주) 에스엠인스트루먼트

Objective Index distribution w.r.t. noise condition

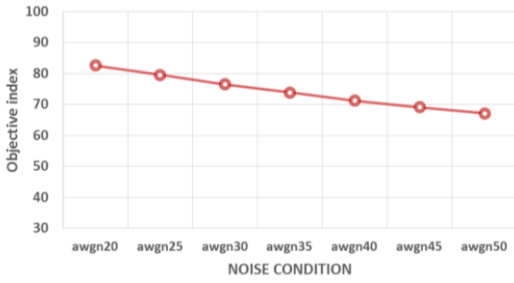
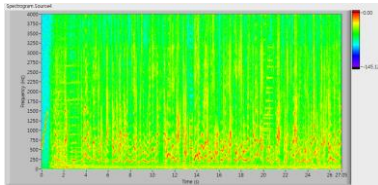


Figure 2. Proposed index w.r.t. SNR

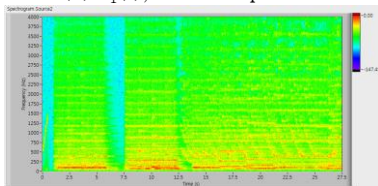
알고리즘이 감성 평가와 상관성이 있는지를 파악할 필요가 있다. 이는 두 인자간의 선형적인 상관 관계를 확인하는 목적으로 널리 쓰이는 Pearson계수⁽²⁾로 평가할 수 있다.

본 검증을 위해 차량용 오디오에서 자주 들을 수 있으며 각각의 주파수 분포가 다른 3개의 기준 신호 $r_1(t)$, $r_2(t)$, $r_3(t)$ 를 선정하고, 6가지 경우의 노이즈 유입 상황을 설정한다. 총 18가지의 샘플에 대해 정량 평가 및 감성 평가를 수행하여 두 평가 간의 상관 관계를 확인하였다.

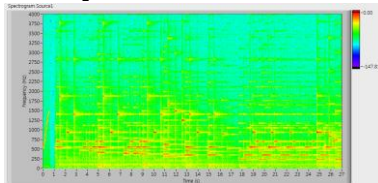
Figure 2에는 각 기준 신호의 스펙트로그램을 나타내고 있다. 일반적으로 차량용 오디오에서 수신할 수 있는 신호의 종류 중에서 $r_1(t)$ 는 여자 강사 강의, $r_2(t)$ 는 교향곡 연주, $r_3(t)$ 는 피아노 독주곡을 기준 신호로 선정하였다.



(a) $r_1(t)$, female speaker



(b) $r_2(t)$, orchestra symphony



(c) $r_3(t)$, piano sonata

Figure 3. various spectrograms

Table 1 Pearson coefficients of 3 models with 18 samples

Noise	$m_1(t)$		$m_2(t)$		$m_3(t)$	
	Obj.	Sub.	Obj.	Sub.	Obj.	Sub.
fine	97.9	7.15	94.6	7.15	64.0	7.25
strong1	54.2	6.00	52.7	6.00	30.1	5.00
strong2	65.7	6.00	63.2	6.00	42.1	6.00
weak1	74.6	6.00	74.7	6.00	38.6	6.00
weak2	98.5	7.15	93.6	7.15	72.3	7.15
weak3	98.0	7.25	92.9	7.15	71.1	7.15
Pearson	0.94		0.92		0.96	

감성 평가는 4 ~ 8점으로 평가 되었고, 높은 점수 일수록 오디오 품질이 좋음을 나타낸다. Table 1은 총 15가지 샘플에 대해 5명의 전문 평가자가 매긴 점수(Sub.)의 평균값과 각 샘플에 대해 수행된 정량 평가(Obj.)의 결과값이 나타나 있다.

감성 평가와 정량 평가 간의 Pearson 계수는 모든 신호에서 0.9이상의 값을 얻을 수 있고, 이는 두 평가 간에 강한 양적 상관관계가 있다고 해석할 수 있다. 이를 이용하면 전문 평가자의 해석 결과에 대해 객관적인 보조 자료로 활용이 가능함을 예상할 수 있다.

본 정량 평가 방법은 감성 평가 전문가를 교육하거나, 평가자들간 평가 결과에 대해 의견을 공유하는 등의 경우에 활용될 것으로 예상된다.

3. 결 론

본 논문에서는 차량용 오디오에 백색 잡음이 유입 되는 경우에 대해 수신 성능을 정량화하는 방법에 대해 제안하고 있다. 기여도를 활용해 수신 성능을 정량화 하였고, 전문 평가자의 감성 평가 결과와의 상관관계를 밝히어, 두 평가 간에 강한 양적 상관 관계가 있음을 확인하였다.

향후에는 차량용 오디오의 또 다른 유입 잡음인 혼신에 대하여 지속적인 연구가 진행될 필요가 있다.

1. Bendat, J. S., and Piersol, A. G. (2011). *Random Data: Analysis and Measurement Procedures* (Wiley, New Jersey).
2. Pearson, K. (1895). "Notes on regression and inheritance in the case of two parents," in *Proceedings of the Royal Society of London*, pp. 240-242.