

자동차 실내음질 평가에 관한 연구

오 양 기* 두 세 진** 한 명 호*** 주 현 경****

* ****목포대학교 건축공학과 ** 동아방송대학 방송기술과 ***서남대학교 건축공학과

A Study on the Acoustic Assessment of Car Audio Sound Quality

Yangki Oh* Sejin Doo** Myungho Han*** Hyunkyung Ju****

* ****Department of Architectural Engineering, Mokpo National University

**Department of Architectural Engineering, Seonam University

***Department of Broadcasting Technology, Dong-ah Broadcasting College

* ohyangki@mokpo.ac.kr

** sjdoo@dab-c.ac.kr

I 서 론

삶의 질이 향상되고 생활패턴상 자동차 안에서 보내는 시간이 길어짐에 따라 자동차 실내소리의 품질에 대한 요구가 증가하고 있다. 하지만 점차 증가하고 있는 자동차 음질의 요구에도 불구하고 소비자들이 원하는 "좋은 소리"의 본질에 대한 정량적인 이해나 이를 자동차의 실내에 구현하기 위한 공학적 방법론은 아직 개발되어 있지 않다. 다만 자동차용 헤드유닛이나 스피커 등 오디오 기기들의 특성으로부터 출발하는 기계적이며 물리적인 접근, 또는 개인적인 청취감각에 의존하는 평가방법만이 있을 뿐이다.

음향적인 품질에 대한 판단은 주로 청취감각의 주관적이며 감성적인 특징에 의해 좌우된다. 지금까지 실내 공간의 청취감각에 대한 주관적 속성을 파악하여 물리적이며 객관적인 음향적 가치로 다루고자하는 연구는 있었지만, 1)2) 자동차 실내를 대상으로 실시한 연구는 전무한 상태이다. 따라서 본 연구는 자동차 실내에서

"좋은 소리"의 가치를 정량적으로 평가할 수 있도록 하는 방법으로서 다양한 조사와 청취시험방법을 통하여 자동차 실내음질 평가에 관여하는 독립적인 인자를 밝혀내는데 주목적이 있다.

II 음질 평가의 표현방법에 관한 조사

음질 표현어휘 수집을 위한 사전 조사는 다음과 같이 실시되었다. 먼저 Installer와 자동차 오디오 청취 모임에 참여하는 동호인을 대상으로 변접 조사를 실시하고, 일반적인 실내음향분야에서 사용되는 음질평가의 어휘를 대상으로 한 문헌조사, 그리고 국내 카 오디오 전문잡지에서 자동차 음질평가와 표현에 사용되는 어휘 조사 등을 수행하였다. 총 31개 어휘를 자동차용 실내 음질 평가의 기본어휘로 선택하였다.

자동차용 음질평가에 적합한 용어를 추출하기 위하여 2차예에 걸친 설문조사를 실시하였다. 설문은 우편과 IC통신 e-mail을 이용하여 배포·회수한 후, 최종 26개의 어휘를 자동차용 실내음질 평가용 표현어휘로 추출하였다. 자동차 실내의 음질표현의 "느낌"에 관한 표현어휘에 대한 조사의 내용과 대상은 [표1]과 같다.

1) Leo Beranek, "How They Sound - Concert and Opera Halls", Acoustical Society of America, 1996
2) 오양기, "음악당의 음향평가에 관한 연구", 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1984

[표1] 음질 평가의 표현방법 조사내용 및 방법

목적	대상	방법	기간
음질표현이 취수작 Survey	Installer	면담조사	97.5
	Audio장착점 광주, 부동지역 20곳	면담조사	97.5
	Room Acoustical 평가어휘	문헌조사	
	CarAudio전문잡지	문헌조사	
청취시험 응답지 작성 Survey	1차	CarAudio Mania Group의견	면담조사 97.5
		CarAudio Installer Group (200)	우편설문 97.6.18 97.7.3
		CarAudio Mania Group(50)	PC통신 e mail 97.6.8 7.14
	2차	CarAudio Serious Group (10)	면담조사 97.6.20
		CarAudio Installer Group 추가발송 (200)	우편설문 97.7.3 97.7.14
		CarAudio Mania Group 추가발송	PC통신 e mail 97.7.3 97.7.14

III 청취시험

3-1 청취시험용 음원 제작

3-1-1 원음샘플 만들기

청취시험용 음원의 제작에 있어서 중요한 것은 자실 내부의 음향적 조건에 따라 민감하게 변화할 수 있는 곡들을 선택하는 것이 중요하다. 이러한 이유에서 청취 그룹의 선호도와 판별능력, 음악의 장르가 갖는 성격, 원음의 재현성 등을 고려하여 다양한 종류의 음원을 분류·선택하였다. 청취시험용 음원의 세부 구성내용은 다음과 같이 음원의 속성에 따라 분류하였다.

첫째, Car Audio 청취 그룹과 Home Audio 청취 그룹으로 분리·제작하였다. Car Audio 그룹은 표2와 같이 Heavy Metal, Easy Listening, Classic 등 다양한 장르로 구성하였다. 청취 그룹의 성향(설문 및 면담결과)을 고려하여 하여 음원 한 곡당의 지속시간은 2분으로 8곡을 수록하여 총 16분으로 구성하였다.

둘째, 다양한 음반회사의 Test CD를 추출하여 평가 전문가 및 청취전문가의 자문을 얻어 차 실내 공간의 음향적 특성을 쉽게 판별할 수 있는 곡들을 선별하고, 특히 음질악화를 방지하는 등의 원음의 재현성을 고려하여 원음샘플의 편집은 CD to CD Digital 녹음·편집하였다.

[표2] Car Audio 청취그룹의 청취시험용 원음디스크

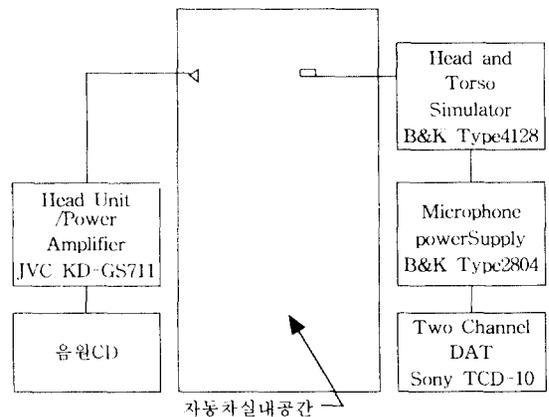
곡명	장르	선정이유
Sweet Sixteen		Mid-Range, 여운, 보컬
Spanish Halem	Easy L.	공간감, 울림, 명확성
Dance of the Knights	Classic	해상도, 음폭, 확장감
Correnteza	Easy L.	고음, 맑음, 사분함
Sweet Georgia Brown		생생함, 음색조화, 분리
Song for Africa	Easy L.	심재함, 중음+중고음
Target		해곡간, 대역음이기
Enter Sandman	Metal	역동감, 저음,

3-1-2 자동차 실내 재생

자동차 실내 재생은 실내공간의 음향적 조건과 실제 그대로의 청취상태를 확보하기 위해서 다양한 차종을 선별하고, 청취상태시의 운전조건 등을 반영하여 재생하였다. 차량내부의 음을 재생하기 위해서 한 제품의 Head Unit(JVC KD-GS 711)을 사용하여 원음CD를 실내 재생하였다. 운전조건은 엔진 공회전, 에어컨 1단 On의 상태로 하였다. 차종은 15종으로써 대상차량은 순정 차량과 재장착 차량으로 분류하여 구성하였다.

3-1-3 자동차 실내 녹음

위에서 언급한 15종의 차량에 대해서 원음CD를 재생하고 운전자의 위치에서 녹음하였다. 자동차 실내 녹음은 운전자의 청취상태 그대로를 반영 원음의 재현성을 확보하기 위해서 Torso Simulator와 Digital Audio Tape Recorder를 이용하였다. 녹음에 사용된 기기 및 시스템 구성도는 (그림 1)과 같다



[그림1] 실내녹음장치 구성도

3-2 청취시험

3-2-1 Pilot Test

청취시험 Design의 타당성을 점검하기 위한 예비시험을 수행하였다. 음질평가의 표현방법 조사에서 나온 청취응답용지와 관련된 사항, 음원의 장르별·청취시간(음원길이) 등 음원과 관련된 사항, 실 차내 청취시험 및 재생 음의 헤드폰 청취시험 절차와 방법, 그리고 청취시험의 시스템으로써 DAT, Headphone Amplifier 등 청취시험용 기기의 타당성 등을 점검하고 수정하였다. 이 예비시험은 1997년 7월 25일 - 7월 26일까지 수행하였다.

3-2-2 청취자 선정

일반적으로 청취자는 전문가 및 비전문가를 뒤섞어 20~50명 정도 청취시험을 하는 것이 일반적이다. 이 조사에서는 다양한 청취자를 대상으로 하되, 차량 실내 공간의 감각을 표현하는 용어를 잘 이해해야 하며 공간의 음향적 특성의 미소한 차이를 분별할 수 있는 전문가를 그 주 대상으로 하였다. 전문가 집단으로서, Car Audio Sound에 대한 판단기준이 있는 청취자로서 Car Audio 그룹 16명, 전반적인 소리의 품질평가에 익숙한 청취자로서 Home Audio Group 2명 등 총 18명을 청취대상자로 선정하였다.

3-2-3 청취시험 방법

통계적 유의성을 확보하기 위하여 다양한 청취그룹을 대상으로 청취시험을 실시하였다. 이를 위하여 녹음-재생 청취방법인 Headphone 청취시험을 우선으로 실시하였다. Headphone 청취시험은 각 청취대상 그룹별로 15종의 차량에서 원음샘플CD를 이용하여 녹음한 DAT Tape를 이용하였다. 다만 공간적 청취감각이 Headphone을 통하여 충분히 재생되지 못할 경우를 대비하여 실차에서의 청취시험도 병행하였다. 실차 청취시험 역시 원음샘플CD를 이용하여 운전석에서 실시하였다. 그리고 녹음된 음악의 장르별로 평정용어의 느낌을 기록하도록 하였다. Headphone 청취시험은 개인별로 볼륨 조절이 가능하도록 하였다. 그리고 청취시험시간은 각각 Car Audio Group 16명 x 240분, Home Audio Group 2명 x 270분으로 하였다. 병행하여 실시한 Car

Audio Group대상의 실차 청취시험은 12명 x 90분으로 하였다. Headphone 청취시험에 사용된 기기, 그리고 청취시험의 일자 및 장소는 다음과 같다.



[그림2] Headphone 재생구성도

[표3] 청취시험 일자 및 청취장소

시험일자	청취장소	청취시험방법	청취자수
1997.8.16	교육문화회관 Suite Room	헤드폰청취시험	5
1997.8.16	교육문화회관 주차장	실차청취시험	5
1997.8.17	교육문화회관 Suite Room	헤드폰청취시험	3
1997.8.30	교육문화회관 Suite Room	헤드폰청취시험	4
1997.8.30	교육문화회관 주차장	실차청취시험	4
1997.8.31	교육문화회관 Suite Room	헤드폰청취시험	3
1997.8.31	교육문화회관 주차장	실차청취시험	3
1997.9.9	Audio Listening Room	헤드폰청취시험	2

수집된 26종류의 청취용어를 대상으로 응답지는 의미분별척도(Semantic Differential Scale)에 의해 '매우 좋은-좋은-보통-나쁜-매우 나쁜'의 5단계로 구성하였다. 청취대상자들은 청취감각이 숙련된 사람들이지만 헤드폰 청취실험에 의한 어의차이가 미묘하기 때문에 5점 척도를 사용하였다.

IV 평가단위의 선형성 및 독립성에 관한 조사

변수들 사이의 상관관계에 의하여 그 독립성의 여부를 판별하고, 같은 인자를 공유하는 그룹으로 분류하는 작업을 수행하였다. 통계프로그램은 SPSSWIN 7.5

Package를 이용하였다. 요인분석의 기법중 주성분분석(Principal Factor Method) 방법을 적용하고, 변수들 간의 상호관계나 변수 속에 내포되어 있는 속성을 파악할 수 있는 베리맥스(Varimax Technique) 방법을 적용하여 인자분석을 실시하였다. Bartlett의 단위행렬, 상관관계계수, Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)의 표본 적합도의 점검³⁾을 실시하였다. 그 결과 요인분석의 신빙성 및 타당성이 좋은 결과를 나타내었고, 요인분석 결과로부터 5개의 주요 요인을 추출하였다. 추출된 인자는 [표4]와 같다.

[표4] 자동차 실내 음질평가의 인자

명명 인자	신문문항	Factor					
		F1	F2	F3	F4	F5	
1 인자	원음 재현성	맑은 명쾌한	.777	.196	.291	.114	.050
		생생한	.774	.377	.099	.163	.109
		해상도가 좋은	.731	.298	.090	.148	.178
		중음대역이 깨끗한	.722	.359	.166	.111	.307
		고음대역이 깨끗한	.682	.282	.274	.221	.129
		건조한(딱딱한) 원음에 가까운	.678	.258	.214	.237	.218
2 인자	대역별 균형	대역별균형이 좋은	.384	.728	.154	.108	.158
		저음이 풍부한	.236	.700	.322	.170	.088
		울창한	.363	.670	.280	.082	.122
		안정된	.272	.606	.349	.187	.303
		공간적인상이 뛰어난	.233	.586	.253	.316	.113
		음감감이 좋은	.436	.593	.258	.256	.164
3 인자	음색의 질	음색이 따뜻한	.187	.273	.808	.082	.170
		부드러운	.257	.273	.751	.184	.114
		잘 울리는	.301	.433	.560	.161	.137
4 인자	소리의 공간 분포	거칠지 않은	.238	.372	.550	.100	.308
		전후좌우의 소리가 균등있는	.100	.149	.040	.894	.067
		front stage가 잘 짜여진	.114	.149	.105	.832	.089
5 인자	시스템 결함	stereoimage가 좋은	.385	.210	.260	.579	.190
		소음이 적은	.207	.115	.172	.133	.812
		찌그러짐이 없는	.237	.407	.304	.203	.556
		명암이 없는	.364	.488	.190	.057	.471
KMO		= .959					
Bartlett's Test of Sphericity		= 5056.580					
Significance		= .000					

제1인자는 소리의 선명함 또는 깨끗함과 관련이 있는 것으로 예측할 수 있는 이 요인을 원음 재현성(High Fidelity)의 인자라 할 수 있다. 제2인자는 주파수대역

별 균형에 의해서 나타나는 음악의 전체적인 인상과 중·고음성분에 대해서 저음성분이 갖는 비율에 의해서 청취감각의 차이가 구별될 수 있음을 의미한다. 따라서 이 요인을 대역별 균형(Spectral Balance)의 인자라 할 수 있다. 제3인자는 음악 자체의 음색의 부드러움을 재현하기 위한 저음 또는 중간 대역음의 잔향을 성분과 관련된 것으로 음색의 질(Tonal Quality)의 인자라 할 수 있다. 제4인자는 공간에 대한 청각적 인상을 나타내는 실내공간의 이미지로서, 이 요인을 소리의 공간 분포(Spatial Distribution)의 인자라 할 수 있다. 제5인자는 차 실내 공간의 음향적 결함을 공유한다. 차량 튜닝 시스템 자체의 결함에 의해서 나타나는 문제나 공간 내 외부의 소음, level matching에 의해서 나타나는 것으로, 이 요인을 시스템 결함(System Failure)의 인자라 할 수 있다.

V 결론

소규모 실내공간인 자동차 실내 음질평가는 이제 기본적인 특성에 의한 접근이나 어느 개인의 청취감각에 의존하는데서 벗어나 "좋은 소리"에 대한 보다 본질적인 이해가 있어야 할 것이다. 본 연구에서는 주관적인 청취감각을 정량화할 수 있는 평가방법으로서 청취실험 및 그 분석 과정을 통하여 자동차의 실내음질 평가에 관여하는 독립적인 5인자 즉, 원음 이미지의 인자, 대역별 균형의 인자, 음색의 질의 인자, 소리의 공간분포의 인자, 시스템 결함의 인자를 추출하였다.

이 결과를 바탕으로 하여 물리적인 파라메타와의 관련성을 검증함으로써 자동차 음질 평가에 있어서 분석 가능한 정량적 단위로 환산하여 평가할 수 있는 객관적인 가치판단 기준을 성립해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Leo Beranek, "Concert and Opera Halls-how They Sound", Acoustical Society of America, 1996.
- [2] 오양기, "음악당의 음향평가에 관한 연구", 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1984.
- [3] 채서일, "사회과학 조사방법론", 학현사, 1997.

3) 채서일, "사회과학 조사방법론", 학현사, 1997