

주관적 음질 평가 모델을 이용한 객관적 음질 평가 방법의 개발

김종배, 성호영, 이준현, 장성철
삼성전자 DM연구소 Audio Lab.

Development of Objective Sound Quality Evaluation Method Based on Subjective Sound Quality Evaluation

Jong-Bae Kim, Ho-Young Sung, Joon-Hyun Lee, Seong-Cheol Jang
Samsung Electronics Ltd. jongbee@samsung.com

요약

일반적으로 오디오 시스템 혹은 AV 장치의 음질 평가는 숙련된 음질 평가자(Trained Listeners)의 주관적 평가 기준에 의해 평가가 이루어지고 있다. 그러나 이러한 방법은 평가자의 개인적 선호도(Preference) 및 청취 환경에 따라 음질 평가 결과가 왜곡되는 현상이 쉽게 발생하게 된다. 이런 이유로 주관적인 음질 평가 방법은 음질 평가자의 체감 음질과 직접적인 관계가 있음에도 불구하고 정확성 및 시불변성에 취약한 문제점을 내포하고 있다.

본 논문에서는 오디오 시스템 혹은 AV 장치에 대한 주관적인 음질 평가 방법을 기본 모델로 이용하여 주관적 음질 평가 항목과 계량화가 가능한 객관적 음질 평가 항목과의 상관 관계를 규명하여 기존의 주관적 음질 평가를 대체할 수 있는 객관적 음질 평가 방법을 새로이 제시한다.

1. 서론

본 논문은 마이크로폰과 주파수 분석기 등의 장비로 정량적인 측정이 가능한 오디오 및 AV 시스템의 객관적인 음질 평가 데이터를 입력 받아 인간이 평가하는 것과 같은 주관적인 음질 평가를 수행 하는 객관적 음질평가의 구현에 대하여 논하였다. 특히 다수로 구성된 음질 평가자들의 주관적 음질 평가 항목의 평가 특성을

데이터 베이스로 반영하여 다수의 객관적 음질 평가 인자와의 상관성을 규명 그 인자들을 점수화 하고 그 인자에 해당하는 가중치를 부여하여 주관적 음질 평가자가 평가 하지 않은 오디오와 AV 시스템에 대한 음질 평가를 객관적인 음질 평가 방법으로 대신 할 수 있는 방법에 관하여 논하였다.

2. 방법

2.1 System 구축 단계

객관적 음질 평가 시스템을 구현하기 위해서 기본적으로 청취에 의한 비교적 정확한 scoring이 가능한 청취 전문가 집단의 청취 결과를 객관적이며 물리적으로 측정 가능한 음질 평가 인자와 부합시키는 과정이 필요하다. 그러기 위해서 1단계로 진행되어야 될 과정이 음질 평가단을 구성하고 이 집단에 의해서 Audio 와 AV 장치의 주관적인 음질평가를 수행하는 과정이다. 보다 보편성을 기하기 위하여 다수로 구성된 음질 평가단을 구성하고 그 평가단을 바탕으로 평가 대상이 되는 다수의 Audio 및 AV 평가 대상 시스템을 그림 1에서와 같이 정해진 음질 평가 항목에 대해서 평가를 수행하여 이를 데이터 베이스화 하고, 이 결과를 평균 개념에 의해 각 평가 대상 시스템에 대한 음질 평가 항목 별 scoring을 수행한다. 이 과정은 본 논문에서 이용될 점수 폭과 변별력을 결정하는 데이터로 이용된다.

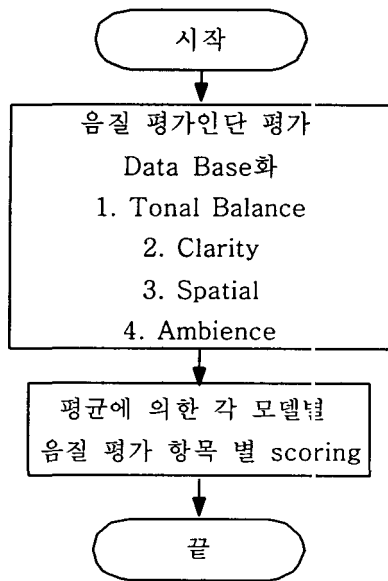


그림 1. 음질 평가단 평가 결과 Data Base

2.2 물리적 음질 평가 항목 계속

음질 평가단의 평가 대상이 되었던 Audio 및 AV 시스템의 물리적 음향 특성을 얻는 과정을 수행한다. 이 과정은 그림 2와 같이 음질 평가 대상이 되는 Loudspeaker에 가청대역의 신호를 전대역 가진 할 수 있는 MLS(maximum Length Sequences) 혹은 Unit Impulse 신호를 발생 시킨 뒤 그 신호를 Loudspeaker를 일정거리에서 일정 음압이 재생되도록 Amp의 Gain 조절을 한다. 이때 측정 환경은 Loudspeaker만의 특성을 얻기 위하여 자유 음장 조건이 보장 되는 완전 무향실에서 진행한다. 측정 항목은 다음과 같다.

Loudspeaker 의 Impulse Response Function

- 1) Stereo 의 경우 : 좌 우 스피커 시스템 각각
- 2) 2.1 채널의 경우 : 좌 우 스피커 그리고 subwoofer 각각과 subwoofer와 조합된 좌우 스피커 응답특성
- 3) 5.1 채널의 경우 : 각 satellite 스피커와 subwoofer 각각과 subwoofer와 조합된 satellite 스피커의 응답 특성

Horizontal Off-Axis Loudspeaker의 Impulse Response Function

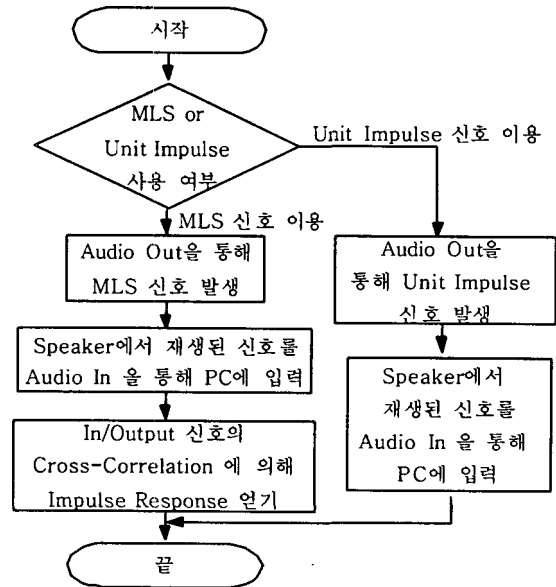


그림 2. Impulse Response 측정법

2.3 객관적 음질 평가 인자 도출

앞 단계에서 측정된 기초적인 물리적 음향 데이터는 신호처리 이론에 입각하여 여러 음질 평가 후보 인자로 변환하는 과정이다. 본 논문에 이용된 물리적으로 측정되어 계산된 음질 평가 인자(Metric)는 다음과 같다.

- 1) Spectral Deviation
- 2) Normalized Area of Peak/Dip
- 3) Bass Level, Mid Level, Treble Level
- 4) Crossover 주파수의 level 과 평균 level과의 차이
- 5) Midrange 의 Spectral Deviation
- 6) High Treble과 Treble level과의 차이
- 7) Volume에 따른 주파수 대역별 레벨 변화량
- 8) Bass, Midrange and Treble 영역의 Time Decay 량
- 9) Bass, Midrange and Treble 각 영역별 주파수 응답 특성의 출력거리의 정도
- 10) 30° off-axis 에서 주파수 특성상 0° 대비 -3dB 이상 dip의 개수
- 11) 30° 각도에서 주파수 응답특성의 추세선 대비 출력거리의 정도

2.4 객관적 음질 평가 인자별 Scoring

객관적 음질 평가 인자들에 대하여 점수를 할당하는 다

차 방정식($y = ax^n + bx^{n-1} + \dots + qx + r$)을 구한다. 이때 y 값은 음질 평가단의 각 평가 항목별 점수가 되며, 다항식의 x 값은 물리적으로 측정되어 변환된 음질 평가 인자(Metric)가 된다. 이 과정을 거치면서 구해진 다항식의 계수(a,b,...,q,r)를 데이터 베이스화 한다.

2.5 상관도에 의한 객관적 음질 평가 인자 확정

4번째 단계에서 계산된 객관적 음질 평가 인자의 점수와 1단계에서 수행된 음질평가단의 음질 평가 항목의 점수와의 상관도 분석에 의하여 4가지 음질 평가 항목과 관련 있는 항목을 선정한다.

측정 데이터로부터 객관적 음질 평가 인자들과 2.1에 언급된 1단계에서 수행된 각 음질 평가 항목의 평가 결과와의 상관도 분석에 의하여 4가지의 큰 주관적 음질 평가 항목, 예컨대, 1. Tonal Balance, 2. Clarity, 3. Spatial, 4. Ambience 와의 상관도 분석을 수행한다. 그림 3은 상관도 분석의 일례이다. 상관도가 1이라는 것은 주관적 평가자의 음질 평가 결과와 객관적 음질 평가 인자와 매우 관련이 높은 것을 의미하며, 0은 전혀 상관없음을 의미한다.

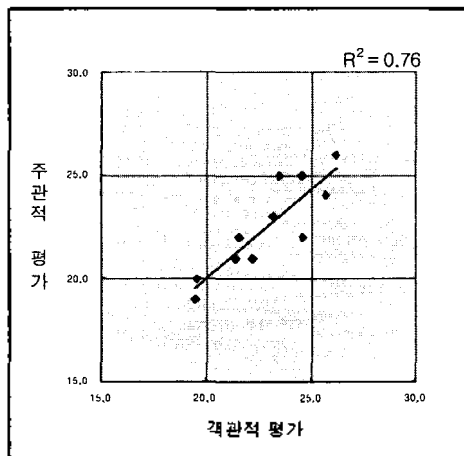


그림 3. 상관도 분석의 예

3. 객관적 음질 평가 시스템

그림 4는 주관적 음질 평가 모델을 이용하여 객관적 음질 평가 시스템이 구축된 다음, 물리적인 측정에 의해 음질 평가가 이루어지는 과정을 표현한 것이다. 그

림과 같이 측정 대상이 되는 Audio Amp와 Speaker 시스템을 마이크로폰으로 on-axis 와 off-axis 측정을 한다. 측정된 임펄스 신호를 이용하여 음질 평가에 필요한 인자로 변환 하기 위한 신호 처리 후 객관적 음질 평가 인자 x 를 구한다. 이때 얻어진 인자들의 x 는 객관적 시스템 구축 단계에서 마련된 다항식으로 구성된 방정식에 대입되어 점수 y 로 표현 된다. 이 과정을 통하여 객관적 음질 평가 결과가 주관적 음질 평가자가 행하는 평가 결과와 동일한 정량적 형태로 표현된다.

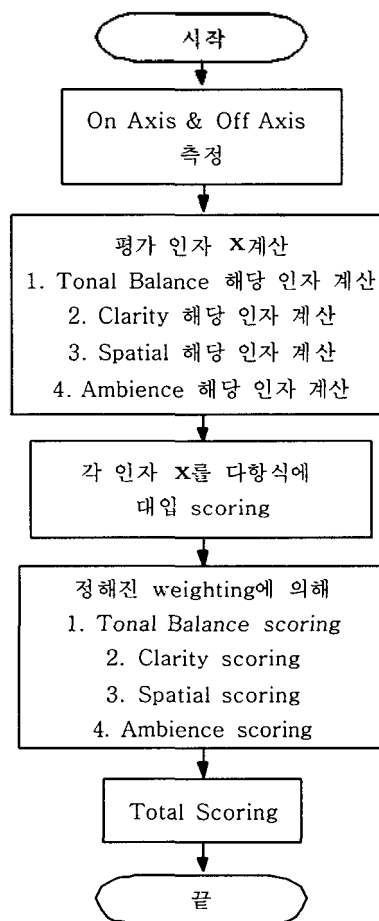


그림 4. 객관적 측정에 의한 음질평가 과정

4. 결과

4.1 상관도 분석

그림 5는 본 논문에서 개발된 주관적 음질 평가 모델을 이용한 객관적 음질 평가 방법에 의해 평

가가 이루어진 결과를 주관적 평가자의 결과와 상관도 분석을 한 것이다.

전체적으로 0.93이라는 높은 상관도를 보여 시스템이 주관적 음질 평가단과 거의 동등한 수준의 평가가 가능 한 것으로 볼 수 있다.

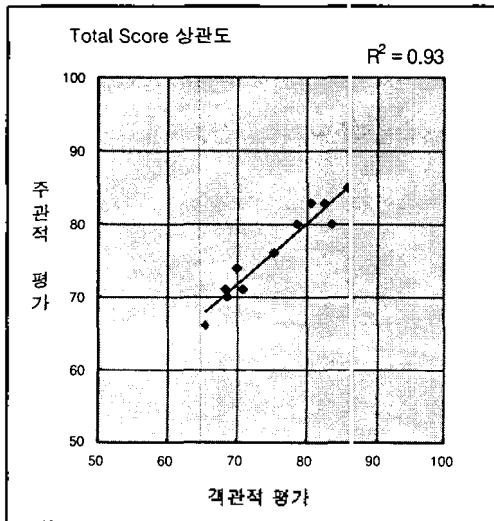


그림 5. 총점에서 상관도 분석

4.2 검증 실험

기존 데이터 베이스를 이용하여 0.93이라는 상관도를 보였으나 새로 이루어지는 음질 평가에 있어서 주관적 평가자와 근접한 평가 결과를 보이는지를 알아보기 위하여 신규 모델 4개에 대한 주관적 평가와 객관적 평가를 별개로 진행하여 그 결과를 표 1이 비교하였다.

그 결과 100점 만점의 경우 작게는 0점 크게는 2.7점 정도의 차이를 보이며 비슷한 평가결과를 보이는 것을 알 수 있었다.

점수	100		
	주관적 평가자	객관적 평가 시스템	절대차이
Model 1	68	68	0
Model 2	73	74.7	1.7
Model 3	72	70.7	1.3
Model 4	77	79.7	2.7

표 1. 검증 실험

특히 주관적 평가자의 평가 순위와 객관적 평가 시스템에 의한 평가 순위가 동일하였다. 이는 주관적 평가자의 평가 변별력과 객관적 평가 시스템의 평가 변별력이 거의 흡사한 것으로 판단할 수 있었다.

5. 결론

기존에 주관적인 사람의 귀와 감각에만 의존했던 평가 방법에는 사람의 심리상태, 청취실의 환경 등에 의해 청취의 기준이 바뀌는 경우가 많이 발생한다. 이는 숙련되지 않은 청취자가 Audio 와 AV시스템의 음질평가를 수행할 경우 더욱 심해지는 경향이 있다. 본 논문에서는 음질 평가단에 의한 음질 평가 대상이 되는 모집단의 평가를 데이터 베이스화 하고 각 음질 평가 인자와의 관계를 다차 방정식화 하여 시스템을 구축하였다. 이 시스템을 이용하여 음질 평가의 대상이 되는 Audio 와 AV시스템의 음질 평가를 청취실 등의 특성을 배제할 수 있는 무향실에서 시스템을 측정하여 현장에서 바로 주관적인 음질 평가와 같은 음질 평가를 수행할 수 있고 이를 주관적인 음질 평가자와 같이 점수화하여 표시할 수 있다. 실제 제품 개발에 적용시 시스템 개발마다 새로 음질 평가단을 구성하여 그들에게 점수를 받는 과정 등이 생략되어 개발 시간과 개발비를 절감할 수 있으며 음질 평가자의 구성과 취향 그리고 청취 환경 등에서 기인하는 평가 결과의 편차를 배제할 수 있어서 음질 평가의 신뢰성을 높일 수 있다.

참고문헌

1. "MLSSA -- Reference Manual", DRA Laboratories, 1987-2002
2. Vance Dickason, "The Loudspeaker Design Cookbook 5th Edition", Audio Amateur Press, 1995
3. Robert Harley, "High-End Audio Complete Guide 3rd Edition", Acapella Pub, 2004