

가전 제품의 음질 향상을 위한 음설계 연구

⁰주재만*, 이제원*, 오상경*, 이나경

Sound Design to Improve the Quality of Noise from Home Appliances

Jaeman Joo, Jeawon Lee, Sangkyoung Oh, and Nakyoung Lee

ABSTRACT

For many years, engineers in the field of acoustics have used the A-weighted sound pressure level (SPL). Since they were interested just in a reduction of noise, the A-weighted SPL was considered good enough to quantify noise problems. This is reasonable because loudness is usually the most important parameter for most noise problems and A-weighted SPL is often reasonably well correlated with loudness. As the overall noise levels drop, however, other parameters become more important and must be considered. Advent of sound quality came from an understanding that A-weighted SPL only reflects the loudness of a sound. It is obviously impossible to characterize a complex sound with a single number. Although product mostly has revealed physical quantities created by the standpoint of engineers, consumers perceive and evaluate products on the non-physical characteristics, such as feelings, emotions, and experiences in different social and cultural situations. Especially, for the household appliances for instance air-conditioner or refrigerator, the sound is heavily related to the satisfaction of a customer who is a real user of the product and is very important factor to decide purchasing as well as visual design. Therefore, in this research, the general tendency of consumer's psychology was investigated for the appliances. And also, in order to obtain clear guidelines for sound manipulation, the characteristics of the sound of air-conditioning systems and refrigerators were compared with competitors'. since it is important to overcome the discrepancy between engineering and marketing, the relevance of sound manipulation must be documented from the consumer's perspective. That is the reason why we conducted a consumer and marketing oriented study.

1. 서 론

오랫동안 소음 분야에 종사하는 많은 연구자들은 단순히 A-weighted 음압을 이용하여 소음 분석을 수행하여 왔다. 당시에는 단순히 소음량을 저감한다는 데에만 관심이 맞추어져 있었으므로 A-weighted 음압만을 이용하는 경우에도 연구에 큰 무리가 없었다. 그러나 전체적인 음압 수준이 점점 내려가면서 더 이상 A-weighted 음압만으로는 원하는 소음의 특성을 나타낼 수가 없게 되었다.

음질에 대한 관심이 높아지기 시작한 것도 이 즈음이다. 초기에 음질 분석을 처음으로 산업 현장에서 이용한 것은 선진 자동차 회사들이었다. 그들은 일부 제품들이 분명히 더 높은 음압을 가지고 있으면서도 소비자로부터 좋은 평가를 받고 있는 이유를 알아내기 위해 처음으로 음질의 개념을 도입하기 시작하였다. 다시 말해서, 단순한 A-weighted 음압 수준 평가를 넘어 Jury test 등을 통한 음질의 분석을 시작한 것이다. 그러나 초기에는 단순히 소음에 관련된 분야에 종사하는 연구자들을 대상으로 실험을 하였으므로, 오히려 좋은 결과를 얻을 수가 없었다. 그 이유는 실제로

* 삼성전자 DA 연구소 요소기술그룹
E-mail : jman.joo@samsung.com
Tel : (031) 218-5040, Fax : (031) 218-5195

제품을 평가하고 구입하는 소비자들은 오히려 소음에 대한 지식이 매우 적기 때문이었다. 즉 생산자의 입장에서 제품의 기술적인 부분만을 고려하여 개발 및 생산의 과정을 거치게 되면, 그 제품은 시장에서 소비자들에 의해 외면 당하게 된다는 것이다. 특히, 근래에는 각 경쟁 기업간의 기능성이나 기술력의 차이가 많이 평준화 되었다. 물론 어느 정도의 차이는 현재까지 잔존하고 있지만, 최소한 소비자가 시장에서 요구하는 기술적 측면은 기본적으로 모두 만족하고 있는 상황이다. 이러한 상황에서 새로운 경쟁력으로 떠오르는 것이 바로 제품이 주는 감성적 느낌이다. 특히 소음의 경우에는 제품이 작동되는 한 무소음을 실현하기는 현실적으로 불가능하다고 하겠다. 따라서 이제는 그 동안의 수치적인 저소음 설

계에서 벗어나 소비자가 느끼는 소리라는 개념에서 제품의 설계를 수행해야 할 필요가 제기되고 있다. 결국 아무리 소리가 크게 발생하더라도 소비자가 듣기 싫다고 느끼지 않는다면 그것은 아무런 문제가 되지 않는다는 관점이다. 음질해석이란 계측기의 기계적 수치가 아니라 사람이 소리를 듣고 느끼게 되는 느낌에 의해서 소리를 분석하는 기술이다. 본 연구에서는 냉장고의 소리에 대해 실제 소비자들이 느끼는 느낌을 연구하고 해석함으로써, 각 제품의 음질이 가지는 장단점을 분석하고 이를 실제 제품 개발에 반영할 수 있도록 하고자 한다. 이렇게 함으로써 소비자가 해당 제품을 사용하면서 느끼게 되는 만족감을 증대 시키고, 이를 통해 제품의 경쟁력도 함께 향상시킬 수 있을 것이다.

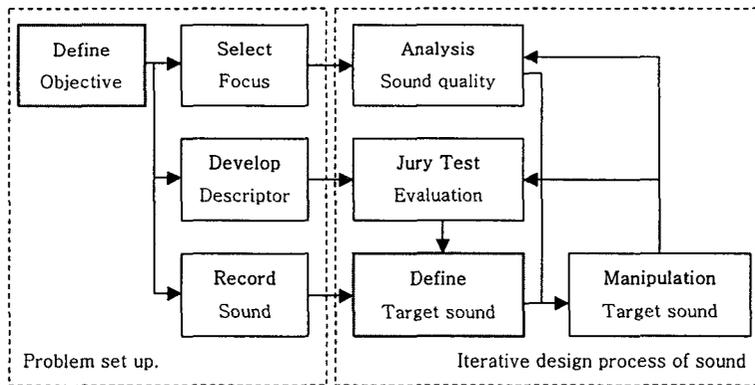


Figure 1. Overview of the research procedures

2. 연구 방법

그림 1은 본 연구의 기본적인 연구절차를 보이고 있다. 연구 목적에 적합한 평가 대상으로 냉장고의 소음으로 선택하였으며, 평가 집단은 한국과 독일에서 선정하였다. 평가자들은 가능한 한 가전 제품을 가장 많이 사용하는 주부들 중에서 선정하였다.

평가 집단 선정과 동시에 이들에게 들려줄 소리를 녹음하는 과정을 거쳤는데, 이렇게 녹음된 소리는 여러 음향 심리학 전문가들과 음향 기술자들로부터 추출된, 소리에 대한 형용사를 통해 평가 집단으로부터 평가된다. 평가에 사용된 심리 분석 질문서는 서로 반대 의미를 가지는 형용사의 쌍으로 구성되어 있으며, 각각의 쌍에 대해 7단계의 선택안이 마련되어 있다. 평가자가 자신의

느낌을 가장 잘 표현할 수 있는 형용사의 정도를 질문서에서 선택하게 되면, 이 자료를 통계적 방법을 통해 처리 분석 함으로써 제품의 음질에 대한 해석을 수행하게 된다.

이 실험을 통해 대상 제품의 음질을 분석한 후에 제품의 음질 향상을 위한 목표 소리를 선정하고 이를 설계하게 된다. 여기에서 말하는 설계란 기존의 소음 관리를 위한 저소음화 설계와 달리 소리의 특성을 설계한다는 의미에서 소리 설계 (Sound Design)라고 불리게 된다. 이렇게 설계된 제품은 다시 녹음과 실험을 거쳐 음질을 분석함으로써 목표 소리를 만족할 때까지 반복적으로 소리 설계 과정을 거치게 된다.

2. 음질 분석

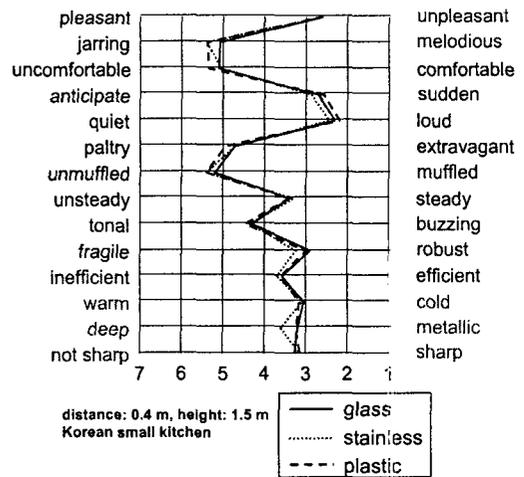
2.1 냉장고 소음의 음질 분석

냉장고의 경우에는 우선 크게 2 가지 종류의 소음에 대해 음질 분석을 수행하였다. 첫 번째는 Ice maker 의 소리가 소비자에게 주는 느낌을 분석하였으며, 두 번째에는 냉장고의 기본적인 소음원으로 알려져 있는 압축기 소음에 관점을 맞추고 실험을 수행하였다.

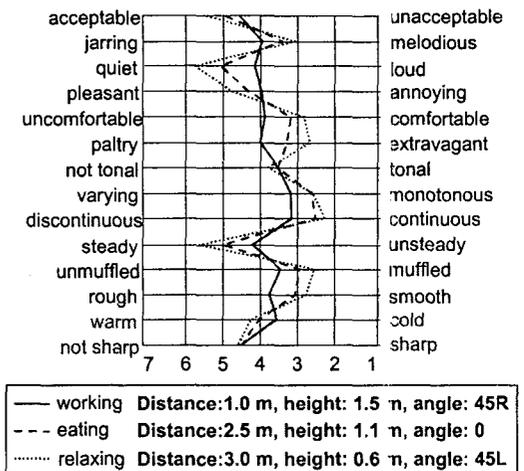
그림 2 에는 Ice maker 와 압축기 소음에 대한 음질 분석 결과를 보였다. Ice maker 의 경우 컵의 종류를 유리, 스테인레스, 플라스틱 등으로 나누어 비교하였으나 그 차이는 거의 없었다. 그러나 한국과 독일의 비교에서는 약간의 차이가 있었는데, 이것은 기본적으로 독일의 주부들이 추운 지방에서 생활하기 때문에 Ice maker 에 대해 생소하기 때문으로 해석된다. 또한 Ice maker 를 사용하는 경우 가장 많이 나타나는 부정적 요소는 갑작스러움이라고 할 수 있겠다. 따라서 사용자가 미리 준비를 할 수 있도록 일종의 동작 시그널을 사용

하는 것이 더욱 바람직하게 보인다. 압축기 소음의 경우에는 각 위치에 따른 문화적 상대성이나 성별에 따른 차이도 비교 하였으나 가장 큰 특징을 나타내는 항목은 바로 청음 위치에 따른 영향이었다.

냉장고 소음에서 가장 비중이 큰 원인은 바로 압축기 소음이므로, 이 소음에 대해 윤설계 과정을 수행하였다.



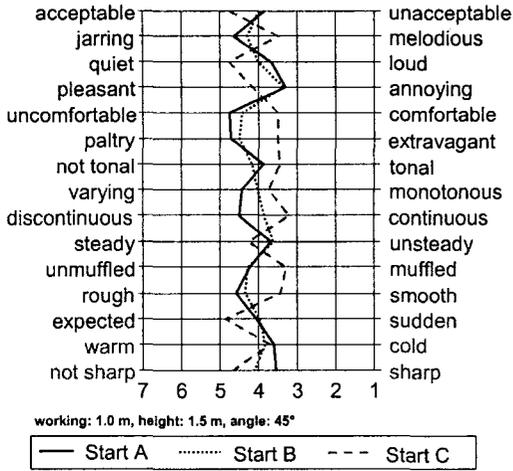
(a) Sound of Ice-maker



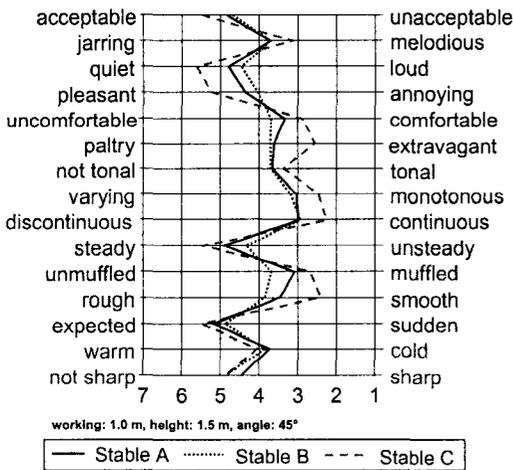
(b) Sound of compressor

Figure 2. Experiment results of the refrigerator

2.2 냉장고 소음의 비교 분석



(a) Start phase



(b) Stable phase

Figure 3. Comparison of the refrigerator; A, B, and C

제품의 음질 분석 결과를 좀 더 실제적인 제품 설계에 응용하기 위하여 동종 제품들과의 비교 연구를 수행하였다. 압축기 소음의 특성에 따라 두 가지로 나누어 비교 분석을 수행하였는데, 우선 압축기가 정지 상태에서 운전을 시작하는 때의 기동음과, 안정된 상태에서의 소음을 의미하는 안정음으로 나누었다. 각 제품의 음질 분석 결과,

그림 3에 보인 바와 같이 기동음과 안정음 두 가지 경우 모두 제품 C가 좀 더 긍정적인 결과를 보이는 것으로 나타났다.

3. 음설계

음질 분석 단계에서 사용한 제품 A, B, C는 실제로 거의 비슷한 수준의 A-weighted 음압 수준을 가지고 있었다. 그러나 음질 분석 결과에서는 제품 C가 다른 제품에 비해 좋은 느낌을 주는 것으로 나타났다. 그 이유를 알기 위해, 실제 소음 데이터에 인위적인 조작을 주어 음질을 재평가함으로써 각 조작의 영향을 분석하였다. 음의 조작은 상용 프로그램인 ARTEMIS를 이용하였다.

3.1 시작음 분석

A, B, C 세 제품 각각의 시작음에 대해 아래의 세 가지 조작을 이용하여 가상음을 만들었다.

Cut: "Deleting" of Section with "Crackle"

Mask: Masking with Noise-Ramp

Filter: low pass

우선 최초 기동 시에 나타나는 스위칭 음을 시간 영역에서 없앴으며, 일정 수준을 가지는 소음 성분을 이용하여 마스킹을 해 보았다. 그리고 마지막으로 고주파음을 없앨 수 있는 저주파 대역 통과 필터를 사용하였다. 세 제품 각각에 모두 동일한 조작을 적용하였으므로 결국 원음을 포함하여 모두 12개의 소음데이터(원음 3, 조작음 9)를 얻을 수 있었으며, 이렇게 얻어진 데이터를 이용하여 다시 음질 평가를 실시한 후 상호 비교 분석을 수행하였으며, 그 결과를 그림 4에 보였다.

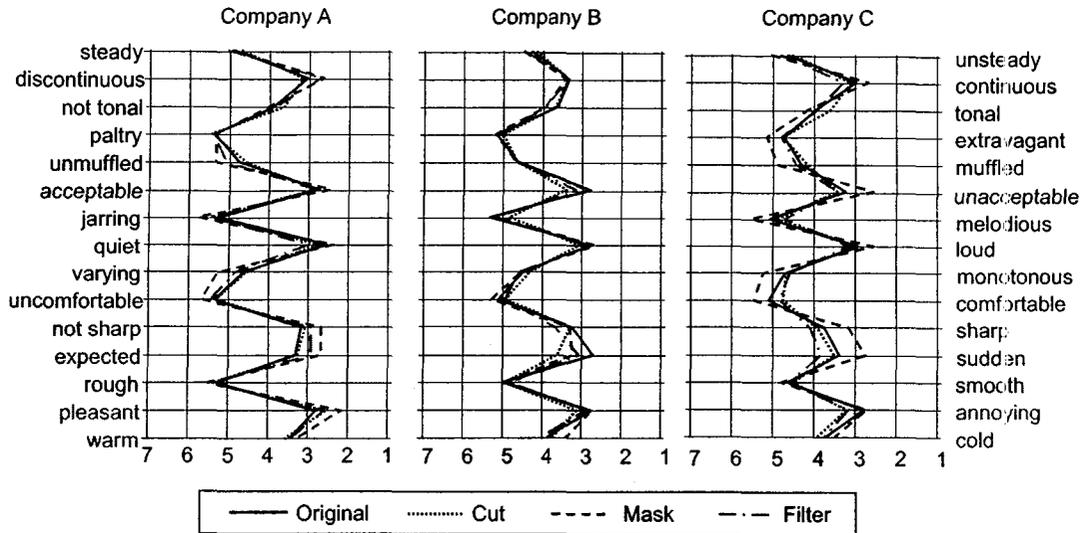


Figure 4. Comparison of the modified sounds in start phase

Table 1. Band cut filters used for the modification of sounds

Type	Cut	Filter
Ref. A	Modification 1	For only two strongest peaks
	Modification 2	For five strongest peaks
	Modification 3	For all peaks
Ref. B	Modification 1	For only three strongest peaks
	Modification 2	For all peaks except three strongest peaks
	Modification 3	For all peaks
Ref. C	Modification 1	For only three strongest peaks
	Modification 2	For only three weakest peaks
	Modification 3	For all peaks

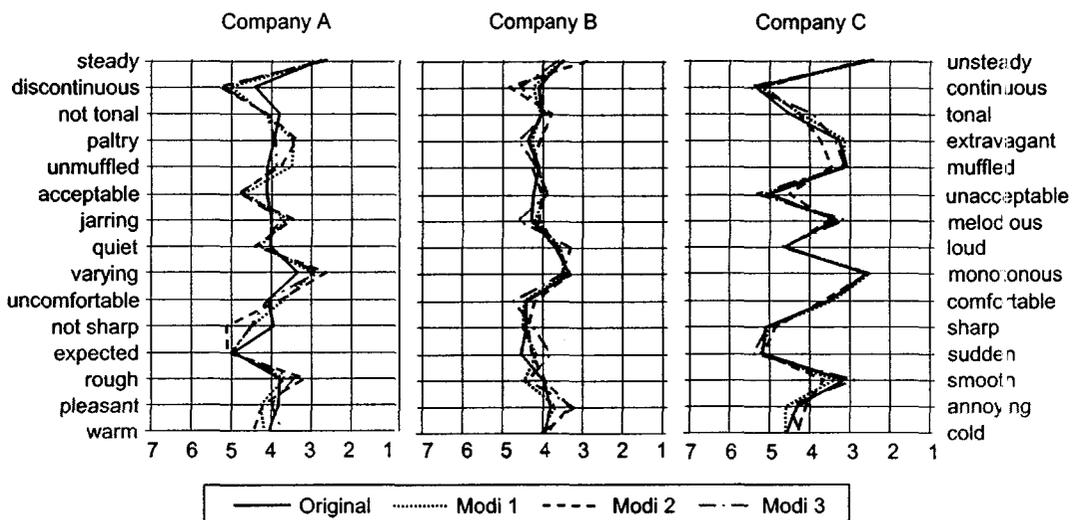


Figure 5. Comparison of the modified sounds in stable phase

3.2 안정음 분석

안정음에 대해서는 표 1에 보인 바와 같이, 주파수 영역에서 각각에 대해 3가지의 조작을 하였다. 이때 A, B, C 세 제품에 대해 동일한 방식으로 가상음을 만들지 않은 것은, 이 연구의 목적이 실제 제품의 소음 음질을 향상시키는 것이기 보다는 음질 향상을 위한 방법을 개발하는 것이었기 때문에 좀 더 많은 경우의 수를 파악하기 위한 것이었다. 주파수 영역에서 해당 성분들을 제거하게 되면 전체적으로 loudness가 내려가게 된다. 일반적으로 loudness는 가전 제품의 음질 분석에 있어서 가장 중요한 인자로 작용하기 때문에 서로 다른 loudness를 가지는 소음끼리의 비교는 단순히 loudness를 비교하는 결과를 보이기 쉽다. 따라서 본 연구에서는 주파수 필터를 사용한 이후에 전체 loudness를 동등 수준으로 보정하여 실험을 수행하였다.

세 종류의 압축기가 가지는 원음과 가상음들의 비교 분석 결과는 그림 5에 나타내었다.

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 냉장고 소음의 음질 분석을 수행하고, 인위적으로 만들어진 가상음과의 상호 분석을 통해 음설계의 기본적인 방향을 설정하고 설계 목표를 얻어내었다.

압축기의 시작음 분석을 통해, 압축기가 기동되면서 나타나는 갑작스러운 소음 현상이 가장 나쁜 영향을 주는 것을 파악하였으며, 안정 소음 분석을 통해 3 ~ 5 차까지의 극치를 제거하는 것이 전체 극치를 모두 없애는 것보다 좋은 반응을 얻을 수 있음을 확인하였다. 본 연구는 loudness를 동일하게 맞춘 상태에서 실험을 수행함으로써, 일반적으로 가전 제품의 소음에서 가장 중요한 인자로 알려진 loudness의 영향을 배제한 상태에서 분석을 수행하였다.

본 연구는 향후 가전 제품의 소음 해석 및 설계에 있어서, 단순한 음압 저감이 아니라 음질을 향상시킨다는 개념으로 음설계를 실제 문제에 적용하기 위한 기초 연구로서, 음질의 해석을 수행하였다. 또한 해석되어진 음질 결과를 이용한 음설계의 기본적인 방법론을 도출하였다.

REFERENCES

1. E. Zwicker, H. Fastl, *Psychoacoustics; Fact and Models*, 2nd edition (Springer, 1999)
2. A. Schick, M. Meis, C. Reckhardt, "Contributions to psychological acoustics", 8th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics (2000)
3. H. Fastl, S. Kuwano, A. Schick, *Recent Trends in Hearing Research*, (1999)