

흡음재 성능에 따른 진공청소기의 음향파워 평가 및 음질인덱스 개발

The evaluation of Sound Power Level and development of index for Sound Quality of Vacuum Cleaner according to performances of Sound Absorbption Materials

권혁제†·이상권*·구진회**이현호**

Hyuk-Je Kwon, Sang-Kwon Lee, Jin-Hoi Gu, Hyun-Ho Lee

Key Words : Vacuum Cleaner Sound Quality (진공청소기 음질), Sound Power Level (음향파워레벨), Sound Absorption Coefficient(흡음률), Impedance Tube Method (관내법)), Semi-Anechoic Room Method (반무향실법), 비교법 (Comparison Method), Multiple Regression Analysis (다중회귀분석), Sound Metric (음질 요소)

ABSTRACT

Today, the use of a vacuum cleaner gave us the higher quality of life than past time, but sometimes made us uncomfortable in the house because of the specific noise that is annoying. So we need to study how sound absorbption materials affect sound power level and sound quality with sound metrics. In this paper, we will measure and calculate sound power level for vacuum cleaner and analyze characteristics of the noise for 10 Signals according to materials positioned in vacuum cleaner. The multiple regression analysis can estimate the nonlinear characteristics of relation between subjective evaluation and sound metrics. So we will develop sound quality index for vacuum sound.

1. 서론

생활필수품으로써 진공청소기가 정착됨에 따라 소비자들의 요구가 다양해지고 있다. 가전제품 중에서 가장 시끄러운 소음을 발생시키는 진공청소기의 음향에 대한 연구는 소음의 저감이라는 측면과 음질 향상이라는 측면에 대하여 고려 되어왔다.⁽¹⁾

종래의 우리나라에서는 가전제품의 소음도 측정 시 A특성 음압도를 사용하였는데, 이것은 음원으로부터 공간으로 방사된 소리를 어느 한 시점에서 측정된 값으로 음원의 성상 뿐만 아니라 측정환경과 측정위치에 따라 값이 변화한다. 이에 반해 음향파워레벨은 음원으로부터 방사되는 모든 방향의 총 에너지로 주위 환경의 영향을 거의 받지 않는다. 따라서 기계의 발주 및 검수를 위한 시방, 기계의 소음저감

효과의 평가, 소음을 예측하기 위한 기초 자료로 사용되고 있다.⁽²⁾

신호 제작과정은 기계내부에 음향 개선을 위하여 흡음재를 사용하였다. 흡음재를 사용하기 전에 가장 고려되어야 할 사항이 흡음특성을 시험하게 되는데 그 중에서 흡음률은 흡음 성능을 좌우하는 가장 중요한 특성이므로 관내법이란 측정방법을 이용하여 시료에 대한 진공청소기를 측정하고 녹음하였다.

음질이라는 측면에서는 회귀분석을 기초로 하여 진공청소기의 음질에 대한 표현을 나타내고자 한다. 본 연구의 최종 목적은 모든 방향으로 소리가 방사되는 기계 자체의 음향 에너지를 나타내는 음향파워와 음질의 정도를 나타내는 음질 인덱스 개발에 있다.

2. 시험 및 신호 제작 방법

2.1 관내법에 의한 흡음률 시험방법

관내법을 이용한 측정방법은 임피던스관에 의한 흡음률과 임피던스 결정방법 정재파비법 (KS F 2814-1, 2001) 과 전달함수법 (KS F2814-2, 2002)⁽³⁾ 으로 나뉘는데 이 연구에서는 일반적으로 많이 사용되고 시간이 적게 걸리는 전달

† 교신저자: 인하대학교

E-mail : lucil@naver.com

Tel : (032) 560-7671, Fax : (032) 560-7678

* 인하대학교 기계공학과 교수

** 국립환경과학원, 인하대학교

함수법으로 측정하였다.

전달함수법은 한 개나 혹은 두 개의 마이크로폰을 이용하여 측정된 음압을 푸리에 변환을 통해 주파수 성분별로 분리한 후 두 개의 마이크로폰간의 복소 음압비인 전달 함수를 이용하는 방법이다.

측정은 Fig. 1에서와 같이 마이크로폰 부정합의 보정을 위하여 마이크로폰 두 개를 사용하였는데 채널을 교환하면서 반복 측정하였다. 임피던스관 (B&K Power Amplifier Type 2706)에 연결된 음 발생기에서 백색잡음을 내고 흡음재를 통과 시킨 후 다시 뒷면에서 반사되어 나오는 반사파의 중첩에 의해 관내에 정재파가 형성되는데, 임피던스관 윗부분에 설치된 두 개의 마이크로폰 (B&K Type 2670)으로 이를 수음하고 전달함수를 이용하여 흡음률을 구하였다.

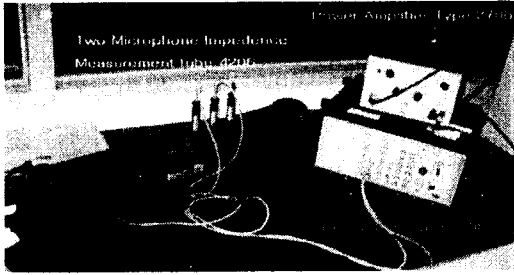


Fig. 1 Measurement picture for impedance tube method

2.2 반무향실에서 음향파워 시험방법

측정은 한국산업규격 (KS A ISO 3745)⁽⁴⁾에 따라 반구면상의 10개 지점에서 반무향실내의 배경소음을 측정한 후, 측정 대상기기는 진동 절연을 위해 카펫 위에 위치시켰고 대상기기의 소음도를 측정하여 음향파워레벨을 산출하였다.

다음 Fig. 2와 같이 반무향실에서 진공청소기를 노즐과 본체 사이에 거리 2cm를 두고 손잡이를 나무로 고정하여 사람이 진공청소기를 잡는 손 위치를 재연하여 최대 출력으로 3회 측정하였다.

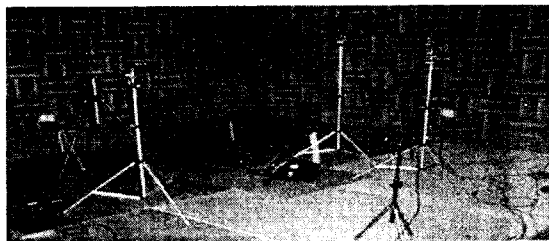


Fig. 2 Measurement of the sound power level in the semi-anechoic room

2.3 잔향실에서 음향파워 시험방법

잔향실법⁽⁵⁾은 공간 및 시간으로 평균한 평균 제곱음압 ($\overline{p^2}$)이 그 음향파워에 비례하고, 그 외에는 잔향실의 음향특성과 기하학적 형상 및 공기의 물리 정수에만 의존한다는 사실에 근거하고 있다. 따라서 잔향실에서 측정된 음향파워레벨은 잔향실의 고유 모드와 실내에서의 음원 위치에 따라 그 크기가 크게 영향을 받는 특성이 있다. 잔향실법에서의 음향파워레벨 측정은 잔향실의 기준음압을 이용해 산출하는 비교법이 있다. 이번 시험에서는 비교법으로 진공청소기의 음향파워레벨을 측정하였다.

배경소음을 측정하고 기준 음원 (B&K 4204, 94 dB)을 진동절연체 위에서 음압도를 측정하였으며 마지막으로 반무향실에서와 마찬가지로 다음 Fig. 4와 같이 진공청소기 진동절연체 위에 사람의 위치를 재연시켰으며 마이크로폰 6개를 이용하여 진공청소기를 최대출력에서 3회 측정하였다.

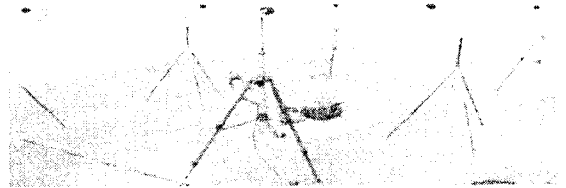


Fig. 4 Measurement of the sound power level in the reverberation room

잔향실에서 비교법에 의한 음향파워 산출식은 다음과 같다.

$$L_w = L_{wr} + (L_p - L_{pr}) \dots \dots \dots (1)$$

음향파워레벨은 대기압의 조건하에 측정된 기준 음향파워레벨, 대상 측정 음압도 그리고 기준 음압도를 고려하여 계산할 수 있다.

2.4 진공청소기 녹음 및 신호 제작

(1) 진공청소기 소음 녹음

먼저 진공청소기 소음 신호를 만들기 위하여 사무실에서 흡음재를 진공청소기 내부에 Table 1.과 Table 2에 의해 신호 10개를 녹음하였다. 신호 녹음은 Head Acoustics사의 Dummy Head를 이용하여 녹음하였다. Dummy Head를 이용하여 청소기 운전소음을 녹음한 위치는 Fig 5.과 같다.

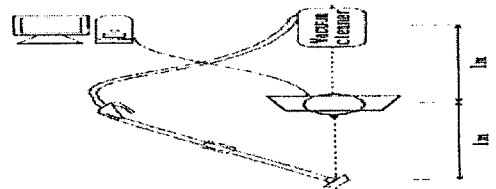


Fig. 5 Set-up of dummy head for the noise recording

일반 가정집에서 사용되는 청소기는 어느 정도의 잔향효과와 흡음효과를 동시에 가지고 소음이 발생하기 때문에 청소기 신호는 무향실과 잔향실이 아닌 일반사무실에서 녹음하였다. 청소기 신호에 대한 녹음은 Dummy Head를 이용하여 두 채널로 녹음하였으며 측정 높이는 1.5m 와 노즐과 본체 사이에 1m 씩 거리를 둔 것은 인간이 실제 청소기를 운전할 때 유사하게 들리게 하기 위해서이다.

(2) 진공청소기 신호 제작

CODE	A	B	C	D	E
흡음재	신술레이터	EPDM	폴리에틸렌	계란판형	폴리우레탄

Table 2 The name of Sound Absorption Material matching the Code

위치 신호	모터	전면부	상층부	후면부
Signal 1	F	F	F	F
Signal 2	F	A	A	A
Signal 3	F	B	B	B
Signal 4	F	C	C	F
Signal 5	D	F	D	F
Signal 6	E	F	E	E
Signal 7	A (15mm)	A (15mm)	A (15mm)	A (15mm)
Signal 8	A (8mm)	A (8mm)	A (8mm)	A (8mm)
Signal 9	B (20mm)	B (20mm)	B (20mm)	B (20mm)
Signal 10	B (10mm)	B (10mm)	B (10mm)	B (10mm)

Table 3 Explanation of Signals according to Sound Absorption materials positioned in vacuum cleaner

아래의 그림들은 흡음재 A의 두께를 달리하여 주파수별 흡음률의 경향을 보여주는 그래프들이다. 두께는 각각 8mm와 15mm를 하였으며 8mm는 1.4kHz에서 흡음성능이 가장 우수하고 15mm는 약 1 kHz 에 가장 흡음 효과가 우수하다. 다음과 같이 Fig. 6과 Fig. 7의 그래프들이 보여주고 있다.

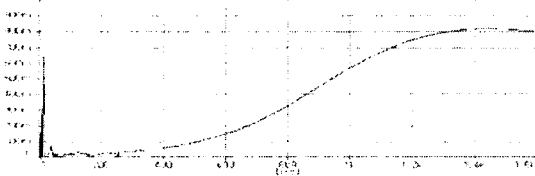


Fig. 6 Absorption coefficient of material (A, 8mm)

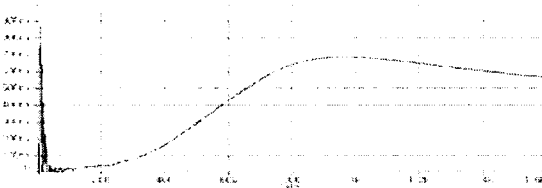


Fig. 7 Absorption coefficient of material (A, 15mm)

아래의 두 그림들은 흡음재 B의 두께를 달리하며 주파수 영역별로 다른 흡음특성을 나타낸다. 다음과 같이 Fig. 8과 Fig. 9의 그래프들이 보여주고 있다.

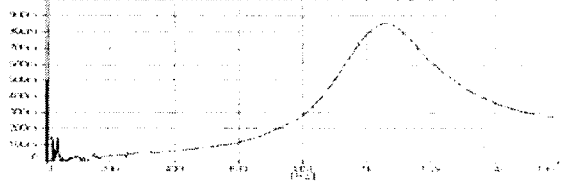


Fig. 8 Absorption coefficient of material (B, 10mm)

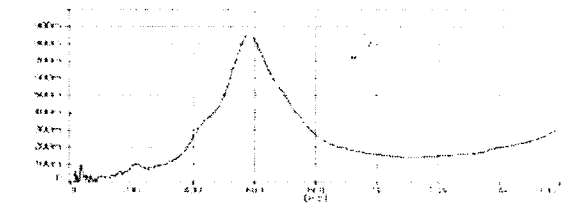


Fig. 9 Absorption coefficient of material (B, 20mm)

흡음재 C의 흡음 성능은 전체적으로 낮으며 고주파 영역으로 갈수록 흡음 성능이 다소 좋아진다.

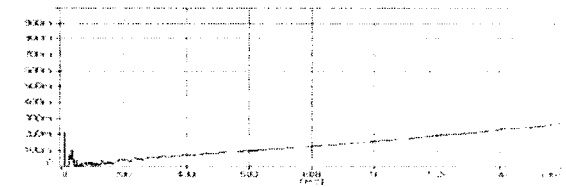


Fig. 10 Absorption coefficient of material (C)

흡음재 C와 거의 비슷한 흡음 특성을 나타낸다.

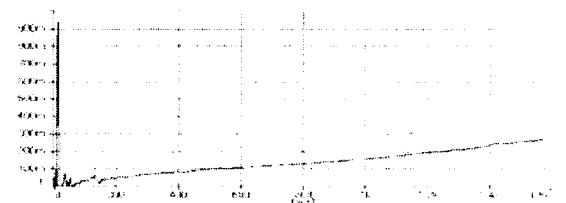


Fig. 11 Absorption coefficient of material (D)

흡음재 C와 D같이 저주파 영역에서 고주파 영역으로 흡음 성능이 좋아지고 전체적인 흡음 성능은 C와 D 보다 우수하다.

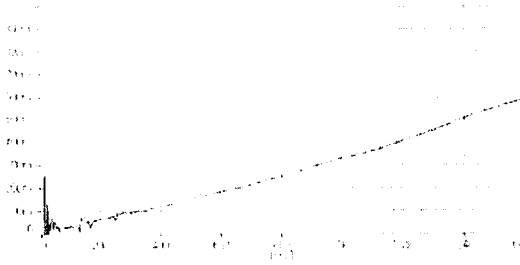


Fig. 12 Absorption coefficient of material (E)

Fig. 6 ~ Fig. 12 들은 흡음재 종류에 따라서 주파수 별로 흡음률의 경향을 보여주고 있고 또한 시료의 두께에 따라서 흡음률이 다르게 변화하는 것을 보여준다. 흡음재 A와 B의 흡음 성능이 좋게 나타나므로 그것들을 중심으로 신호를 Table 2 와 Table 3과 같이 제작하였다.

3. 음향파워 결과 및 소음특성 고찰

3.1 반무향실 측정법과 잔향실 비교법 의한 소음 특성

(1) 신호 1의 소음 특성

아래의 두 그림들은 평균 음향파워레벨 81.2 dBA를 나타내며 반무향실 측정법에 의한 Signal 1 진공청소기의 음향파워레벨은 아래 그림 Fig. 13과 주파수별 시간에 따른 소음 특성의 변화는 Fig. 14과 같다. 500Hz에서 음향 파워가 급격히 오르면서 고주파 영역에서 소음이 주로 발생하는데 이것은 30,000 rpm 이상의 고속으로 회전하면서 이 때 발생하는 공력소음이 주소음원으로써 작용하기 때문이다. 기존 흡음재 시료의 진공청소기의 소음 특성이다.

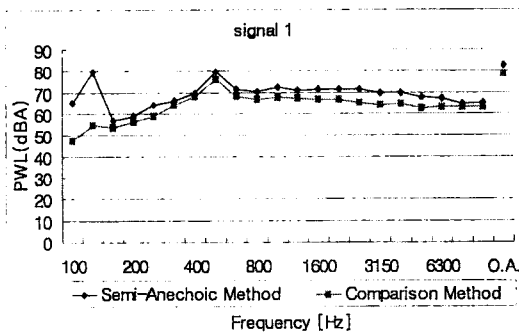


Fig. 13 Sound Power Level of Signal 1 measured by semi-anechoic room method and comparison method

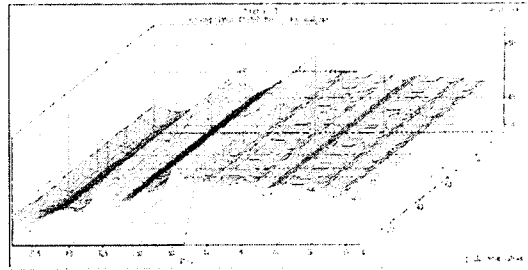


Fig. 14 Noise analysis of Signal 1 by waterfall

(2) 신호 2의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 2의 평균 음향파워레벨 85.7 dBA를 나타내고 저주파 영역에서 소음이 주로 분포하고 있다. 흡음재의 성능에 따라 기존 시료의 진공청소기의 소음인 고주파 성분이 줄어드는 반면 저주파 성분이 늘어 전체 음향파워가 증가하였다.

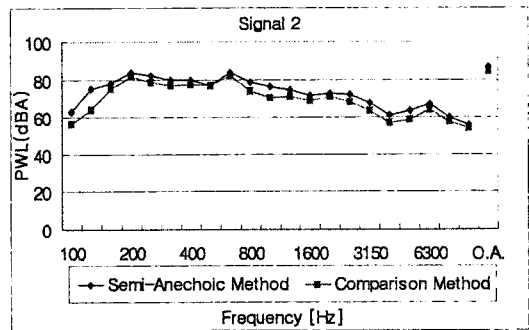


Fig. 15 Sound Power Level of Signal 2 measured by semi-anechoic room method and comparison method

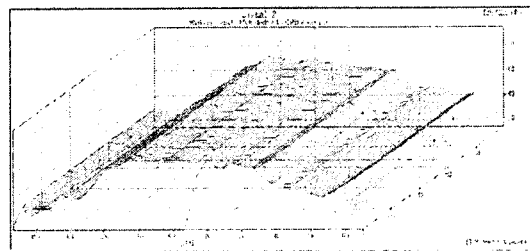


Fig. 16 Noise analysis of Signal 2 by waterfall

(3) 신호 3의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 3의 평균 음향파워레벨 85.5 dBA를 나타내고 저주파 영역에서 소음이 주로 분포하고 있

다. 그러나 전체 음향파워는 기존 시료의 진공청소기 전체 음향에너지 비해 커졌다.

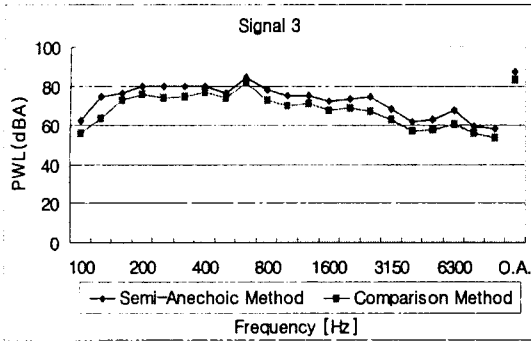


Fig. 17 Sound Power Level of Signal 3 measured by semi-anechoic room method and comparison method

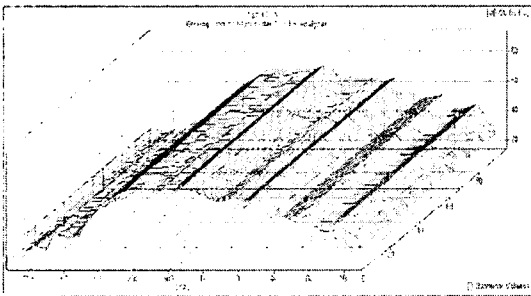


Fig. 18 Noise analysis of Signal 3 by waterfall

(4) 신호 4의 소음특성

아래의 두 그림들은 Signal 4의 평균 음향파워레벨 81.5 dBA를 나타내고 기존 시료의 신호와 비슷한 값을 나타낸다. Signal 1과 비슷하게 500Hz 에서부터 고주파영역에서 주된 소음이 발생한다. 그러므로 흡음성능이 발휘되지 못했다고 평가된다.

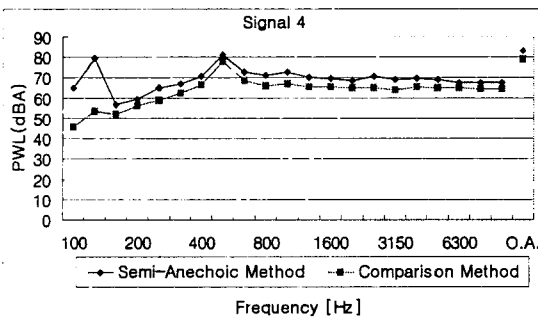


Fig. 19 Sound Power Level of Signal 4 measured by semi-anechoic room method and comparison method

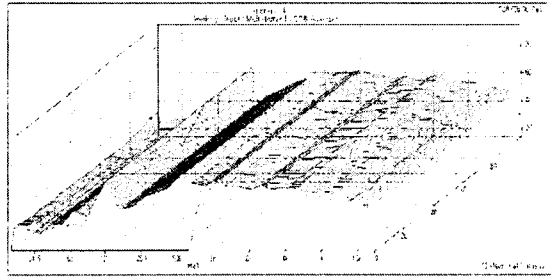


Fig. 20 Noise analysis of Signal 4 by waterfall

(5) 신호 5의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 5의 평균 음향파워레벨 82.3 dBA를 나타내고 기존의 시료의 진공청소기와 비슷한 값을 나타내면서 저주파 성분이 더욱 줄었으므로 고주파 영역에서 더욱 뚜렷하게 소음을 발생시킨다.

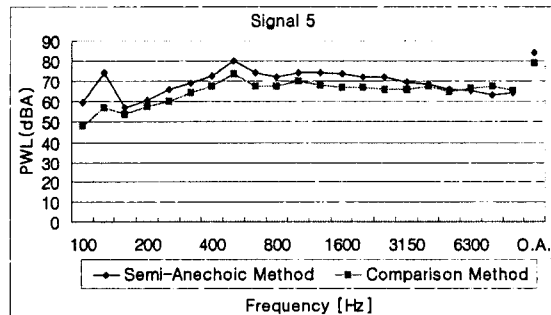


Fig. 21 Sound Power Level of Signal 5 measured by semi-anechoic room method and comparison method

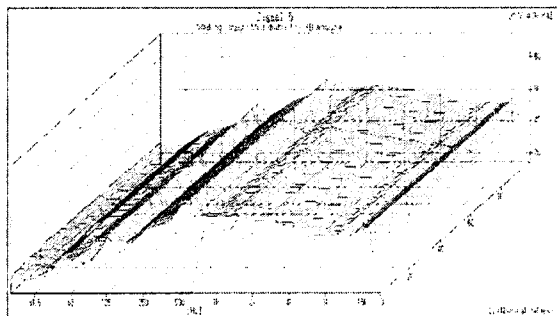


Fig. 22 Noise analysis of Signal 5 by waterfall

(6) 신호 6의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 6의 평균 음향파워레벨 77.5 dBA를 나타내며 기존 시료의 청소기의 전체 음향에너지 보다 상당히 줄어든 것을 확인할 수 있다.

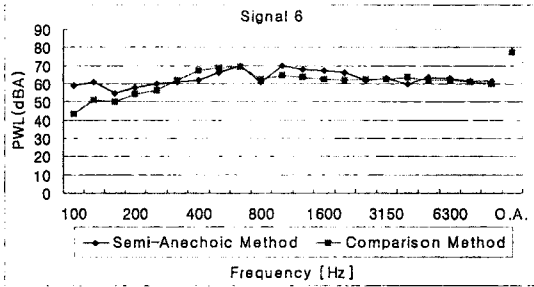


Fig. 23 Sound Power Level of Signal 6 measured by semi-anechoic room method and comparison method

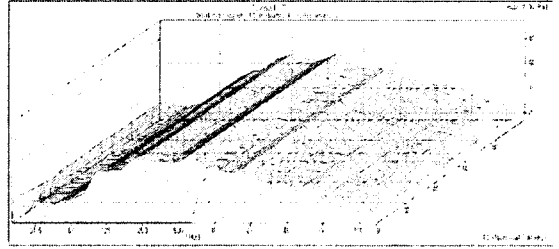


Fig. 26 Noise analysis of Signal 7 by waterfall

(8) 신호 8의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 8 평균 음향파워레벨 84.06 dBA를 나타내며 Signal 7 보다는 전체 음향 에너지가 다소 커졌고 주파수 영역별 소음 특성은 비슷하게 나타났다. 흡음재의 종류는 같고 두께를 달리한 경우이다.

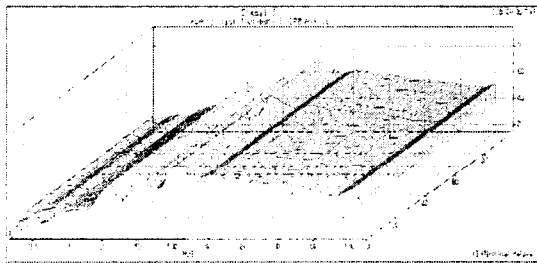


Fig. 24 Noise analysis of Signal 6 by waterfall

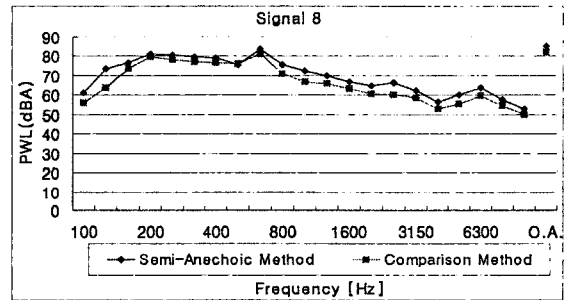


Fig. 27 Sound Power Level of Signal 8 measured by semi-anechoic room method and comparison method

(7) 신호 7의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 7 평균 음향파워레벨 83.2 dBA를 나타내며 흡음재의 영향으로 기존 시료의 전체 음향에너지 보다 커진 반면에 고주파 성분 보다는 저주파 영역의 소음 특성을 나타낸다.

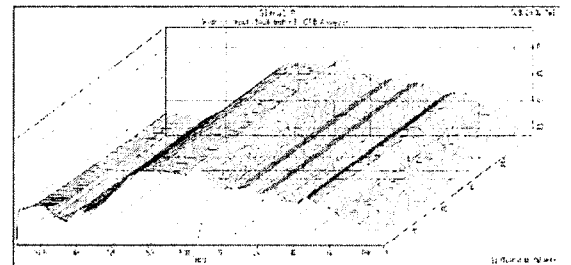


Fig. 28 Noise analysis of Signal 8 by waterfall

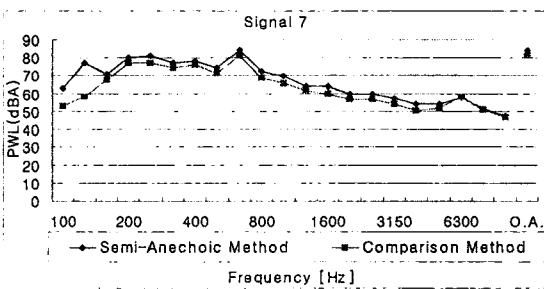


Fig. 25 Sound Power Level of Signal 7 measured by semi-anechoic room method and comparison method

(9) 신호 9의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 9 평균 음향파워레벨 83.2 dBA를 나타내며 흡음재의 영향으로 기존 시료의 진공청소기의 전체 음향 에너지가 커진 반면에 고주파 성분 보다는 저주파 영역의 소음 특성이 나타난다.

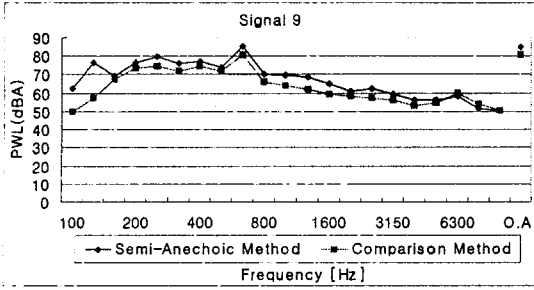


Fig. 29 Sound Power Level of Signal 9 measured by semi-anechoic room method and comparison method

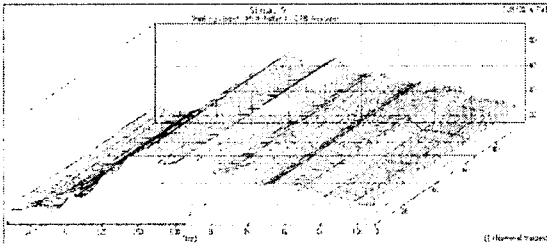


Fig. 30 Noise analysis of Signal 9 by waterfall

(10) 신호 10의 소음 특성

아래의 두 그림들은 Signal 10 평균 음향파워레벨 83.4 dBA 를 나타내며 Signal 9 와 비교하여 비슷한 전체 음향 에너지를 나타냈으며 흡음재 두께의 차이가 다소 주파수 대역별 소음특성을 변화시켰다.

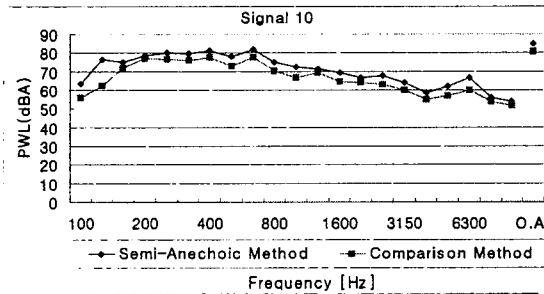


Fig. 31 Sound Power Level of Signal 10 measured by semi-anechoic room method and comparison method

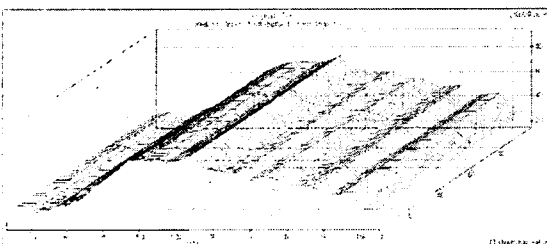


Fig. 32 Noise analysis of Signal 10 by waterfall

4. 주관평가 임상실험

3.1 실험방법

주관평가실험은 남자 14 여자 13명으로 구성되어 실시하였다. 주관평가실험 전에 청력테스트를 실시하여 청력에 이상이 없다고 판단되는 사람에 한하여 실험을 실시하였다. 실험대상자들은 신호를 자신이 원하는 데로 다시 청취할 수 있도록 하였고 또한 기준 신호와 다른 신호들과 비교할 수 있었고 평가점수에 따라서 재배열하여 다시 들을 수 있었다. 평가방식은 레이팅(rating)방식으로 하여 1점에서 5점까지 소비자 평가 방식에 따라 평가점수를 마우스 커서를 이동시켜 소수점 까지 점수를 세밀하게 주도도록 하였다. 표 4.는 각 점수에 따른 소비자 평가를 나타낸다.

평가점수	소비자 평가
1	매우 불만족
2	불편함
3	보통
4	양호
5	매우 만족

Table 4 Reference value for the subjective evaluation

Head Acoustics 사의 Playback System을 이용하여 일반 가정에서 듣는 소리와 가장 유사하게 주관평가 실험을 진행할 수 있도록 하였다. 실험참여자의 평균평가 결과와 상관관계 값을 비교하여 실험결과를 비교하여 소극적으로 참여한 것으로 간주되는 주관평가자 일부를 결과에서 제외시켰으며 청력테스트에서 소리 크기의 구별을 잘 못하거나 똑 같은 소리를 찾아내지 못하는 사람에 한하여 청력에 이상이 있다고 판단하여 실험에서 제외시켰다. 3명의 임상평가 참여자는 상관관계가 60%이하로 나왔고, 2명의 참여자는 같은 소리와 소리 크기를 구별하는데 문제점이 발견이 되어 실험에서 제외시켰다.

3.2 음질 요소와 주관평가 실험 결과와의 상관관계

녹음한 10개의 신호에 대해 각각 약 30번 가량 평가를 받았으며 이들의 평균값은 다중회귀분석의 목표 값(target)으로 사용했다.

각 음질요소⁽⁶⁾들과 주관평가 실험과의 상관관계⁽⁷⁾는 라우드니스가 66.2%, 샤프니스가 50.1%, 리프니스가 55.3%, 변동강도가 40.3% 토널리티가 80.1% 로 토널리티가 가장 상관관계를 나타내었고 그 다음이 라우드니스였다. Fig. 33은 각 음질 요소들과 주관평가 실험 결과와의 상관관계를 비교한 그래프로서 토널리티는 비례하는 상관관계를 갖고 나머지 요소들은 반비례하는 관계를 나타내고 있다. 그리하여 상관도가 높은 다중회귀분석의 입력 값으로 라우드니스

와 샤프니스 토넨리티를 사용하였다. 개별적인 음질요소들과 주관평가실험 결과와 상관관계는 Fig. 34에 나타내었다.

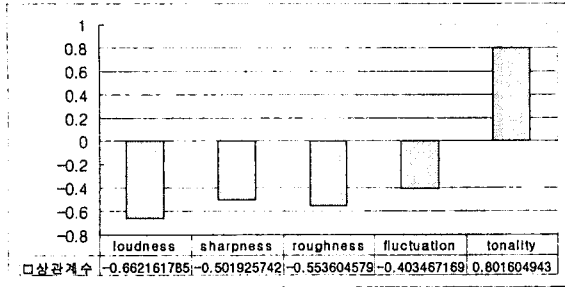


Fig. 33. The correlation between the sound metrics and subjective rating.

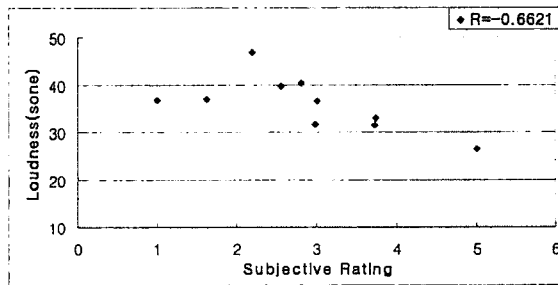


Fig. 34. The correlation between loudness and subjective rating.

5. 다중회귀분석을 이용한 인덱스 개발

5.1 비선형 다중회귀분석 결정 방법

회귀분석⁽⁸⁾은 변수들 중 하나를 종속변수로 나머지를 독립 변수로 하여 이들 변수들이 서로 인과관계를 가질 때 독립 변수가 변화함에 따라 종속변수가 어떻게 변화하는가를 규명하는 통계기법이다. 본 연구에서는 라우드니스, 샤프니스, 토넨리티를 독립변수로 하여 다중회귀분석의 입력 값으로 사용하였다. 독립변수를 선택하는 방법으로 상관도가 낮은 음질요소들은 분석의 입력 값에서 제외시켰다.

다중선형회귀분석의 함수를 다음과 같이 가정한다.

$$E(Y|X) = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i X_i = f(X) \quad \dots\dots\dots(2)$$

최소자승법에 의하여 회귀계수 β 의 최소자승추정량을 다음과 같이 오차자승합의 형태로 계산 할 수 있다

$$SS = y'y - 2\beta'Xy + \beta'X'X\beta \quad \dots\dots\dots(3)$$

오차자승의 합을 β 에 대하여 미분하면 다음과 같은 형태로 유도된다.

$$dSS/d\beta = -2y'X + 2\beta'X'X = 0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

다시 정리하면

$$\beta = (X'X)^{-1} * X'y \quad \dots\dots\dots(5)$$

입력 값을 Loudness, Sharpness, Tonality로 하여 선형회귀 모델과 비선형 회귀모델을 여러 가지 회귀모델 중에서 선정하였다. 두개의 회귀모델과 주관평가 값의 상관도에 따라서 최종 음질인덱스를 내기 위한 모델을 Fig. 39와 Fig. 40과 같이 Matlab Program을 이용하여 구하였다.

$$\text{선형다중회귀모델 } y = \beta_0 + \beta_1 L + \beta_2 S + \beta_3 T \quad \dots\dots\dots(6)$$

L: Loudness, S: Sharpness, T: Tonality, β : 회귀 모수

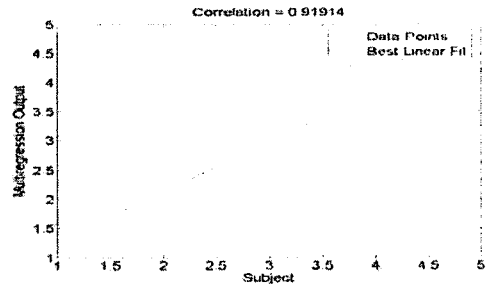


Fig. 39 The correlation between subjective evaluation and linear multiple regression analysis for validation data.

$$\text{비선형다중회귀모델: } y = \beta_0 + \beta_1 \log(L) + \beta_2 \log(S) + \beta_3 \log(T) \quad \dots\dots(7)$$

L: Loudness, S: Sharpness, T: Tonality, β : 회귀모수

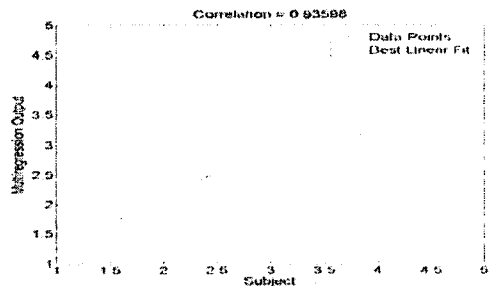


Fig. 40 The correlation between subjective evaluation and non-linear multiple regression analysis for validation data.

Matlab Program을 이용하여 회귀 모수를 계산하고 비선형 다중회귀 모델에 계수 값을 넣으면 최종으로 다음과 같이 나타난다.

$$y = 28.439 - 6.649 \log(L) - 4.332 \log(S) - 0.1939 \log(T) \quad \dots\dots(8)$$

비선형회귀 모델이 선형회귀 모델에 비해 더 높은 상관도를 보임으로 음질인덱스를 비선형 회귀분석 방법에 의해 나

타내었다.

5.2 음질 인덱스 개발

Fig. 41 (a) 검증데이터의 주관평가 실험 결과 값이고 (b)는 검증데이터의 다중회귀분석 출력 값이다. (c)는 (a)와 (b)를 비교한 것이다. 실선이 주관평가실험 결과 값이고 점선이 다중회귀분석 출력 값이다. 비선형 다중회귀분석으로 출력 값과 주관평가실험 결과와 상관도가 93.5%의 상관결과를 나타내었다.

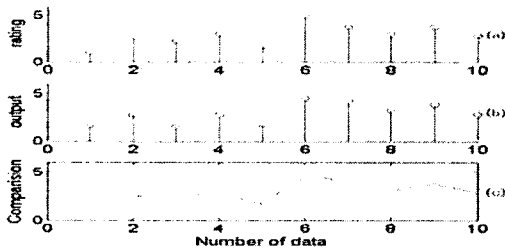


Fig. 41 Comparison between subjective evaluation and multiple regression analysis output.

개발된 음질 인덱스를 이용하여 진공청소기에 대한 사람의 주관평가 패턴이 어떠한 형태로 이루어지는지를 분석하였다. 분석 인자들은 각 인덱스의 입력 값으로 사용된 음질인자들을 사용하여 진공청소기의 라우드니스와 샤프니스, 토널리티를 사용하였다.

진공청소기는 앞서 설명한 바와 같이 라우드니스와 샤프니스의 영향에 의하여 음질 평가가 이루어지며 이들 인자는 반비례 관계를 갖고 진공청소기 음질에 영향을 준다. 아래의 Fig. 42은 라우드니스와 샤프니스가 진공청소기 음질에 미치는 영향을 나타내고 있다. 각 선들은 진공청소기 평가 점수를 나타내며 라우드니스와 샤프니스가 작을수록 평가 점수가 높게 나오는 것을 알 수 있다.

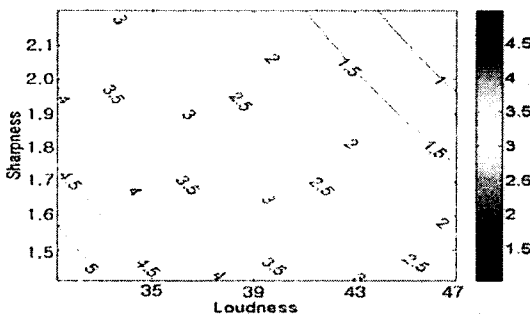


Figure 42. The contour of a vacuum cleaner's sound quality index.

6. 결론

본 연구에서는 라우드니스와 샤프니스, 토널리티를 입력 값으로 하고 주관평가 실험 평균값을 목표 값으로 하는 다중회귀분석을 통해 진공청소기 음질 인덱스를 개발하였다. 진공청소기의 주관평가실험 결과와 다중회귀분석의 출력 값의 상관도가 90%이상의 높은 상관관계를 가졌으므로 음질 평가 인덱스로의 사용 가능 확인과 유용성 검증을 마쳤다.

음향파위를 평가함으로 흡음재에 따른 음향에너지는 Sig 6이 77.5 dBA로 가장 낮게 나왔으며 Sig 2가 85.7 dBA로 가장 높게 나왔다. 음향파위 레벨이 커도 저주파영역에서 집중되는 소음특성을 선호하는 청음평가결과와 다중회귀분석 출력 값이 나왔다.

그러나 주요 음질 요소인 음의 크기 (Loudness)는 음향파위에 큰 영향을 받으므로 음향 파위에 대한 물리적인 특성도 함께 고려되어야 한다.

무향실과 잔향실에서 각각 반무향실법과 잔향실 비교법을 이용하는 소음측정 방법들을 이용하여 데이터의 정확성을 기여하였다.

마지막으로 흡음재의 종류와 두께에 따라 신호 10개를 Table 1과 Table 2에서 제작했고 신호 10개에 따라서 음향파위레벨에 영향을 미쳤고 소음 주파수 특성도 변화시켰다. 그리고 음질에 영향을 미쳐 음질요소들이 변화하여 결국 음질 인덱스에 영향을 주었다.

참고 문헌

- (1) 전완호, 유기완 이덕주 이승갑 "진공청소기 원심팬의 유동과 소음원 해석" 한국소음진동공학회지 제 7 권 제 1호 1977 pp 99~106.
- (2) 구진희, 강대준, 이재원, 김태석, 권혁제 2007 "가전제품 소음 특성"
- (3) KS F 2814-2, 2002, Acoustic - Determination of Sound Absorption Coefficient and Impedance in Impedance Tubes - Part2 : Transfer-function Method.
- (4) KS A ISO 3745, 2002 음압법에 의한 소음원의 음향파위레벨 측정 방법 - 무향실 및 반무향실에서의 정밀 측정 방법.
- (5) KS A ISO 3741, 2002. 음압법에 의한 소음원의 음향파위레벨 측정 방법 - 잔향실에서의 정밀 측정 방법.
- (6) Moore. "Introduction to the psychology of hearing 5/E" Academic Press
- (7) Julius S. Bendat, Allan G. Piersol "Engineering applications of correlation and spectral analysis" A Wiley-Interscience Publication.
- (8) 김희철, 2006, "SPSS와 함께하는 회귀분석의 기초 및 활용".