

윈도우즈 운영체제를 중심으로 한 경고음의 감성공학적 설계

홍승우¹ · 정의승^{1*} · 박성준² · 최동식¹

¹고려대학교 산업시스템정보공학과 / ²남서울대학교 산업환경시스템공학부

Affective Design of Warning Sounds used in Windows Operating Systems

Seung W. Hong¹ · Eui S. Jung¹ · Sungjoon Park² · Dong S. Choi¹

¹Korea University Department of Industrial Systems and Information Engineering, Seoul, 136-701

²NamSeoul University Department of Industrial and Environmental Systems Engineering, Chonan, 330-707

In order to properly design warning sounds that are affectively suitable to computer users, warning sounds used in Windows operating system were analyzed in terms of their sound properties; frequency band, spectral characteristics and physical intensity. A total of 36 warning sounds (3*4*3) were generated and tested with respect to three experimental variables. Among 178 collected affective adjectives that are related to hearing and sounds, seven representative affective adjectives were abstracted by statistical grouping techniques. In the experiment, subjective preference tests were performed for the 36 warning sounds according to the seven affective factors. From the result, the affective factors were again grouped into three major factors and the 60dB boost-type warning sounds at the low frequency band were, in general, the most preferred, followed by the 70dB cut-type sounds at the middle frequency band. These warning sounds have a characteristic of boost power spectrum below 1000Hz frequency band and received good scores on simplicity, clarity and accurateness.

Keywords: windows operating systems, warning sounds, factor analysis, multi-dimensional scaling

1. 서론

현대 사회에서 인간은 다양한 매체를 통하여 정보를 받아들이기 때문에 보다 편리하고 신속한 정보 교환을 가능하게 하는 인간과 컴퓨터 사이의 인터페이스 기술이 중요하게 대두되고 있다. 이러한 필요성의 관점에서 보면 음성은 인간에 있어서 가장 자연스러운 의사전달 수단이며, 편리하고 경제적이라는 우수한 특징을 지니고 있다. 컴퓨터의 발전과 더불어 마이크로소프트(Microsoft[®])사의 Windows가 PC 운영체제로 보급되어 많은 사용자들을 확보하게 되면서, 이제 컴퓨터 사용자들은 시각 및 청각적으로 우수한 인터페이스를 지향하고 있으며, 마우스를 이용한 포인팅/드래깅(pointing and/or dragging) 작업이나, 마우스를 이용하여 아이콘을 움직이는 작업들, 즉

시스템과 상호작용하는 데 친숙한 실정이다.

제품이나 환경에 대한 사용자의 감성을 반영하여 최적의 제품(환경)을 구현하는 감성공학에 대한 관심은 80년대 들어서 일부 선진국을 중심으로 일기 시작하여 우리나라도 이 분야에 대한 본격적인 연구개발이 이루어지고 있다. 이와 같은 노력의 배경에는 특히 자동차와 전자제품 등 대량 소비되는 제품의 기능성 향상에는 한계가 있다는 인식과 함께 사용자의 감성을 반영하여 제품을 차별화하려는 시도가 작용하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 노력의 연장선에서 청각적인 신호, 즉 음성적인 정보를 감성적으로 접근하려고 하는 시도가 일부 시작되었다. 청각에 대한 인간의 감성반응은 사람마다 다르며, 동일인일지라도 주어진 분위기에 따라 다를 수 있기 때문에 이를 객관적으로 평가하는 것이 용이하지는 않다. 전통적으로 음

* 연락저자 : 정의승 교수, 136-701 서울특별시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 산업시스템정보공학과, Fax : 02-929-5888, E-mail : ejung@korea.ac.kr

2003년 9월 접수; 2003년 10월 수정본 접수; 2003년 10월 게재 확정.

에 대한 인간 반응의 특징은 심리적 반응 측정에 주로 의존하였다. 청각에 의하여 감지된 음은 뇌에서 인지되고 처리되는 일차적인 과정을 거치며, 이 과정에서 음에 포함된 정보가 추출되고, 좋아하는 음과 싫어하는 음, 아름다운 음과 시끄러운 음 등을 판단하게 된다. 이 같은 심리 활동이 궁극적으로 생리 현상에 영향을 주기 때문에 음에 대한 생리적 반응에 대한 관심이 근래 일고 있는 것이 사실이나 아직까지도 음에 대한 인체 반응은 그 일차 현상인 심리적 반응을 중심으로 많은 연구가 이루어지고 있다(Cho, 2002).

기존 연구를 살펴보면, 생활공간음에 대한 사람들의 감성적인 반응을 반영하여 다차원분석 및 군집분석을 시행하고 3가지 차원, 즉, 쾌-불쾌, 민감-둔감 및 지각된 크기를 추출한 연구가 있으며(Min *et al.*, 1999), 듣기 좋은 음성 합성음과 감성 이미지와와의 관계를 파악하여 듣기 좋은 음성 합성음의 속도 및 기본 주파수를 제시한 연구도 있다(Park *et al.*, 2002).

하지만 기존의 연구는 생활 속에서 들을 수 있는 일반적인 소리를 대상으로 한 반면, 컴퓨터 작업시 많이 접하게 되는 윈도우 운영체제의 경고음(warning sounds) 등에 대한 연구는 부족한 상태이다. 본 연구에서는 한국인의 감성에 부합하는 새로운 경고음을 제안, 설계하기 위하여 경고음의 물리적인 변수에 대한 감성평가를 실시하고자 하였다.

본 연구에서 실행한 실험은 윈도우 운영체제에 있어서 경고음과 관련이 있다. 일반적으로 대부분의 경고음은 시끄럽고, 깜짝 놀라게 하기 때문에 응급한 상황에서는 흥분 및 망설임을 유발한다(Wickens, 1998). 즉, 경고음은 응급한 상황에서 빠르게 반응하도록 심리적인 상태를 유지시키는 것이 필요하다. 또한 경고음은 작업조건에 따라 의도된 경고음과 우연히 발생하는 경고음 간에 중요한 차이를 보인다. 이러한 경우에는 청각수준, 작업자의 나이, 보호장비에 영향을 받기 때문이다(Wilkins, 1984). 전형적인 경고음에는 자동차 경적소리 버저, 벨, 기계적인 사운드가 있다. 청각적 경고(auditory warning)는 시각적인 warning 및 cue와 동시에 제공될 때 바람직하기 때문에 경고음은 상황에 맞게 적절히 제공되어야 하며(Edworthy *et al.*, 1999), 컴퓨터를 사용하는 사무실 환경에서의 소음 노출 수준은 일반적으로 50dB~70dB이다. 사람들은 70dB이 넘으면 소음으로 인식하게 되며, 60dB부근에서 민감한 반응을 보이게 된다(Kjellberg *et al.*, 1996). 본 연구에서 경고음이란 윈도우 운영체제에서의 경고 메시지, 오류, 프로그램 닫기 및 종료, 휴지통 비우기 등과 같이 컴퓨터 사용자가 중요한 의사결정을 내려야 할 때 사용되며, 현재, '경고 메시지', '오류' 및 '일반 메시지'의 경우에 동일한 유형의 사운드가 제공되고 있다.

본 연구에서는 컴퓨터 사용자에게 감성적으로 부합이 되는 경고음을 개발하는 것이 목적이며 이를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 윈도우 운영체제에서 들을 수 있는 경고음을 속성별로 정의하고 둘째, 경고음과 관련된 감성 형용사를 선정하고 셋째, 청각속성 변수를 달리하여 제작된 경고음을 감성적

으로 평가하여 컴퓨터 사용자의 감성에 부합되는 새로운 경고음을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서 실행하는 실험은 경고음의 감성 선호도 평가 실험이다. 본 실험은 경고음과 관련된 감성을 도출해 내고 음의 속성과 감성 형용사와의 관계를 파악하기 위한 실험이다.

2.1 경고음의 속성 분석

윈도우 운영체제에서 들을 수 있는 음(sounds)은 총 32개이다. 그러나 설정을 하기 전에는 들을 수 없는 음과 빈도수가 적다고 판단되는 음, 경고음과 관련이 없다고 판단되는 음을 제외하면 13개의 음이 선별된다. 최종적으로 선정된 13개의 사운드를 대상으로 기본 속성을 분석하였다. 13개의 사운드는 16비트의 22,050Hz 이내의 사운드로 모노 또는 스테레오 사운드로 이루어져 있다. 경고 메시지(warning), 기본음(basic), 오류(error), 일반 메시지(general), 질문(question), 휴지통 비우기(recycle-alternate)에 사용되는 사운드는 모노로 구성되어 있으며, chime, chord, ding, notify, recycle, ringin, ringout과 같은 사운드는 스테레오로 구성되어 있다. 사운드의 분석을 위하여 사용된 소프트웨어는 Cool Edit Pro 2.1, WaveLab 4.0, Visual Sound Instrument이다. Table 1은 13개의 사운드에 대한 기본 속성을 보여주고 있으며, Figure 1은 '휴지통 비우기'와 관련된 사운드의 스펙트럼을 표현한 것이다.

Table 1. 13 Sound characteristics

Sound Name	Frequency (Hz)	Intensity (dB)	Duration (sec)
Chime	1427.125	67.09	0.631
Chord	1015.815	45.01	1.098
Ding	789.88	63.26	0.915
Notify	917.41	57.66	1.352
Recycle	3016.09	50.83	0.574
Ringin	1662.79	77.43	0.905
Ringout	440.05	80.58	0.468
Warning	771.92	83.06	0.24775
Basic	786.55	72.08	0.177914
Error	78.81	77.23	0.510113
General	588.50	66.46	2.122721
Question	1464.75	74.97	0.249161
Recycle-Alternate	3000.86	58.72	2.182177

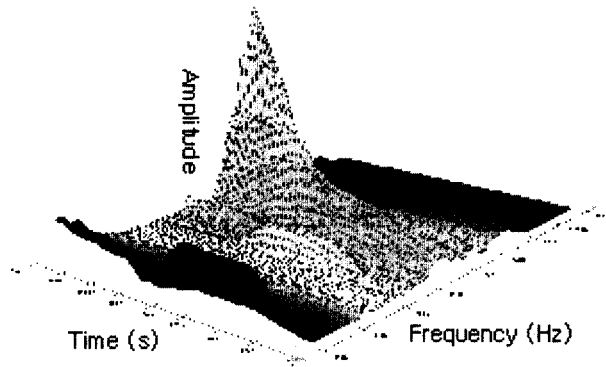


Figure 1. Time-frequency distribution of recycle-alternate warning sounds.

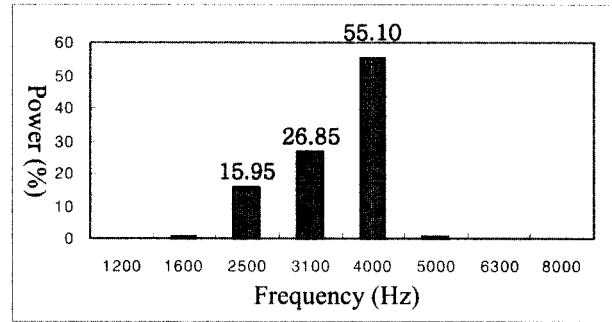


Figure 2. power spectrum of recycle-alternate warning sounds.

또한 13개의 사운드에 대해서 음의 속성을 파악하기 위하여 각 음의 파워 스펙트럼(power spectrum)을 분석하였다. 파워 스펙트럼 분석이란 주파수 분석을 통하여 음을 구성하고 있는 개개의 주파수 성분별로 분해하여 힘의 강도와 함께 표현하는 방법으로 파형이나 신호의 분석을 위해 가장 널리 사용되는 방법이다(Kim *et al.*, 1992).

Figure 2는 '휴지통 비우기' 사운드의 파워 스펙트럼을 분석한 결과이다. 파워는 상대적인 개념으로서 백분율로 표현하기도 한다(Jung *et al.*, 1988). '휴지통 비우기' 사운드는 2,500Hz에서 4,000Hz의 주파수 대역에서 전체의 97.9%를 차지하는 것을 볼 수 있다. 즉, 2,500Hz, 3,100Hz, 4,500Hz의 주파수 대역에서 상대적으로 다른 주파수 대역보다 강도가 크다고 할 수 있다.

Table 2. result of the factor analysis for 13 warning sounds

Warning Sound	Factor					
	1	2	3	4	5	6
Chime	-.032	.958	-.040	.046	-.139	.006
Chord	-.029	.101	.026	.012	.959	-.035
Ding	.996	-.036	.020	-.034	-.013	-.016
Notify	.997	-.034	.021	-.031	-.009	-.011
Recycle	-.129	-.125	-.028	.382	-.088	-.523
Ringin	-.034	.541	-.036	.721	.278	-.017
Ringout	-.063	-.101	-.125	-.007	-.108	.859
Warning	-.124	-.210	.577	-.014	.111	.455
Basic	.997	-.034	.023	-.035	-.011	-.013
Error	-.077	.011	.717	-.098	-.248	-.071
General	-.073	.794	-.123	.014	.375	-.132
Question	.224	-.082	.838	-.023	.225	-.024
Recycle-Alternate	-.037	-.044	-.064	.944	-.075	-.091

첫번째 분석은 Figure 2와 같이 13개의 사운드에 대해서 파워 스펙트럼 분석을 하여 형태가 유사한 음을 그룹핑하였다. 이를 위해서 13개의 사운드에 대해서 요인 분석(factor analysis)을 실시하였으며, 요인추출 방법(extraction method)으로는 주성분 분석(principal component analysis)을 이용하였고 요인의 회전방법(rotation method)은 직각회전(orthogonal)방식으로 varimax회전의 일반적인 방법을 선택하였다. Table 2는 각 음에 대한 요인분석의 결과이며, 분석결과 고유치가 1이상인 요인의 수가 6개로서 6그룹으로 나눌 수 있다. 전체에서 각 요인이 차지하는 비율은 요인 1이 24.81%, 요인 2는 19.11%, 요인 3은 13.10%, 요인 4는 10.17%, 요인 5는 8.12%, 요인 6은 7.89%로 나타났으며, 전체의 83.21%를 설명하고 있다. 각 요인별로 음을 그룹핑하면 Table 3과 같다.

Table 3. Grouping of 13 warning sounds

Group1	Basic, Ding, Notify
Group2	General, Chime
Group3	Warning, Error, Question
Group4	Recycle-Alternate, Recycle, Ringin
Group5	Chord
Group6	Ringout

그룹 1은 음의 대부분이 1000Hz의 주파수 대역에서 집중적으로 존재한다. 그룹 2는 1,000Hz에서 2,000Hz까지의 주파수 영역에서 고르게 분포하며, 그룹 3은 1,000Hz 이하의 주파수 대역에서 존재한다. 그룹 4는 2,000Hz에서 5,000Hz까지의 주파수 영역에서 다양하게 존재한다. 그룹 5와 그룹 6은 형태적으로 유사하나 집중된 주파수 영역에 차이를 보이고 있다. 그룹별 음의 전형적인 파워 스펙트럼을 도식적으로 표현하면 Figure 3과 같다.

2.2 감성형용사 선정

경고음에 대한 사용자의 감성을 도출하기 위하여 음의 감성적인 표현과 관련된 어휘를 추출하고 단계별로 축약하여 대표적 감성요인을 추출하였다.

(1) 1단계 : 감성형용사 추출

경고음의 감성 선호도 평가를 위해 음성과 관련된 형용사와 청각과 관련된 형용사를 수집하였다. 음성과 관련된 형용사 76개(Park et al., 2002)와 청각과 관련된 형용사 16개(Son, 1992) 등 총 178개의 감성형용사가 수집되었다(Park et al., 1998).

(2) 2단계 : 감성형용사 1차 축약

1단계에서 선정된 178개의 감성형용사로부터 Table 4의 기준을 적용하여 감성형용사를 축소하였다. 이를 통하여 178개의 감성형용사가 104개로 축약되었다.

Table 4. The first-round abstraction criteria to reduce the number of affective adjectives.

Criteria	Example
Identical meaning	Outcrying-Noisy
Meaning representing scale	Light-Dark
Negative implication	Uncomfortable-Arrogant
Opposite meaning	Good-Bad

(3) 3단계 : 감성형용사 2차 축약

2단계 절차로부터 추출된 104개의 감성형용사에 대하여 본 설문문의 효율성을 높이기 위해서 설문을 실시하였다. 설문문에 참가한 피설문자는 10명이며 이들의 평균나이는 28.6세이다. 또한 컴퓨터 사용경험은 평균 15.6년이다. 설문방식은 피설문자에게 경고음과 관련된 감성형용사만을 선택하고 나머지 형용사는 제거하도록 하였다. 3단계 설문을 통하여 29개의 감성형용사를 선정하였다.

기존의 감성요소에 대한 연구를 살펴보면, 음의 심리평가를 위한 감성기준 48개(Kim et al., 1993), 음환경의 쾌적성에 관한 감성형용사 36개(Han et al., 1997), 감성 평가를 이용한 듣기 좋은 음성 합성음에 대한 감성 형용사 76개(Park et al., 2002)가 사용되었다.

(4) 4단계 : 감성형용사 최종 선정

3단계에서 선정된 29개의 감성형용사를 기반으로 2차설문을 실시하였다. 설문문에 참가한 피설문자는 25명이며 이들의 평균 나이는 21.24세이다. 또한 컴퓨터 사용경험은 평균 8.7년이다. 설문은 경고음과 감성 간의 관련도를 파악하기 위하여 9점 척도 SD(Semantic Difference Method)법을 이용하였다. 설문에서 감성형용사를 변수로 각 변수들간의 의미공간을 파악하고 주요 변수군을 추출하기 위하여 요인 분석을 하였다. 요인추출 방법은 주성분분석을 이용하였고, 요인의 회전방법은 직각회전방식으로 varimax 회전의 일반적인 방법을 선택하였다. 또한 설문 데이터에 이상치를 보이거나 근접도의 일관성이 저하되는 피설문자는 존재하지 않았다. 분석결과 고유치가 1이상인 요인의 수가 7개이므로 경고음과 관련된 감성형용사의 요인은 7요인으로 나눌 수 있다. 분석결과 요인 1은 22.64%,

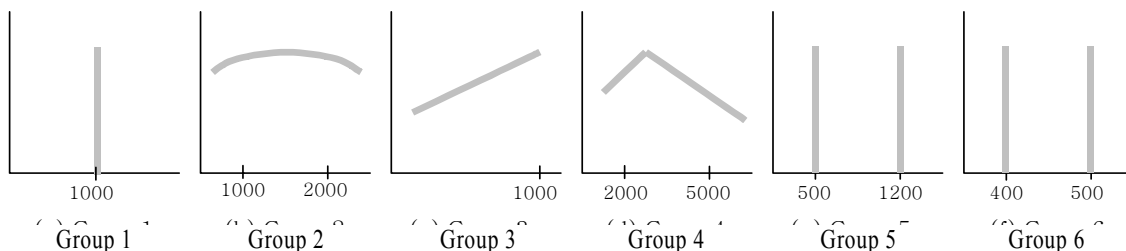


Figure 3. Power spectrum pattern of six distinct sound grouping.

요인 2는 10.15%, 요인 3은 11.49%, 요인 4는 8.78%, 요인 5는 7.62%, 요인 6은 6.10%, 요인 7은 4.54%로 나타났으며, 전체 81.31%의 설명을 하고 있다. 다음 Table 5는 요인분석을 한 결과이다.

Table 6은 요인별 감성요소를 그룹핑한 결과이며, 요인분석 결과 경고음의 감성요소 간에 공통점이 있다는 것을 파악할 수 있었고, 감성요소의 상관분석을 통해 감성요소 간에 상관도가 높은 감성들을 파악할 수 있었다. 상관분석 결과, 경악스러운과 날카로운, 경악스러운과 심각한, 또렷한과 확실한, 분명한과 정확한, 분명한과 확실한, 안정적인과 침착한, 정확한과 확실한 등이 높은 상관관계(0.7 이상)를 나타냄으로써

Table 6의 감성설명과 대표 감성에 반영하였다. 예를 들어 경악스러운, 날카로운, 심각한, 급한 등은 하나의 그룹(요인 1)으로 분류되었으며, 또렷한, 분명한, 정확한, 확실한 등이 또 다른 그룹(요인 2)으로 분류되었다. Table 6에서 최종적으로 선정된 감성요소를 대상으로 경고음의 감성 선호도 평가를 실시하였다.

2.3 경고음 설계

본 연구에 사용한 경고음은 음향 전문가에 의해 설계되었다. 경고음의 변수는 3개로서 frequency band, spectral charac-

Table 5. Result of the factor analysis for 29 affective adjectives

Affective Adjective	Factor						
	1	2	3	4	5	6	7
Short	.044	-.091	.043	.179	.099	-.019	.854
Healthy	-.104	-.359	.213	.398	-.013	-.711	.006
Urgent	.841	-.011	-.031	.086	-.264	-.052	.121
Long	-.076	-.071	.085	.324	.186	.809	-.118
Deep	-.071	-.170	.216	.316	.163	.620	-.318
Clean	-.479	-.386	.124	.625	-.035	.157	.089
Surprising	.875	-.053	.037	-.205	-.005	.000	.025
Sharp	.779	.172	.101	-.104	-.125	.372	.053
Masculine	.381	-.047	.784	.008	.158	.260	.086
Simple	-.291	.074	-.341	-.010	.223	-.083	.805
Bold	.180	.526	.580	.001	-.136	-.223	.257
Frightening	.730	-.123	.293	.196	-.230	-.334	-.071
Precise	-.024	.839	.161	-.017	-.045	-.225	.124
Clear	-.267	.169	.011	.870	.044	.061	.036
Heavy	.025	.081	.566	.029	.043	-.025	-.179
Scary	.626	-.257	.439	-.003	-.072	-.089	-.181
Punctual	-.138	.863	-.125	.125	.173	.176	.119
Fast	.358	.361	.097	.185	-.540	.010	.510
Elegant	.078	.260	-.071	.829	.245	.074	.180
Serious	.803	.095	.242	-.291	.203	-.043	-.200
Stable	-.368	.205	.307	.112	.686	.249	.212
Stringent	.485	.107	.547	-.154	-.056	.006	-.199
Proper	.188	.260	-.180	.365	.742	.036	.033
Accurate	-.194	.857	.004	.212	.218	.154	-.032
Importance	.348	.663	.343	.116	.296	.046	-.134
Abundant	-.174	.438	-.098	-.200	.584	.161	.298
Calm	-.320	.162	.327	.302	.691	.202	.116
Needy	.227	.474	-.276	.425	.297	.278	-.043
Definite	.070	.907	.039	-.024	.072	-.027	-.108

Table 6. Further classification of affective adjectives into affective dimensions by the factor analysis

Group	Description	Affective Dimension
1	Surprising, Sharp and Serious	Sharpness
2	Precise, Punctual, Accurate and Definite	Accurateness
3	Masculine and Heavy	Heaviness
4	Clean, Clear and Elegant	Clarity
5	Stable and Calm	Calmness
6	Deep	Deepness
7	Simple and Short	Simplicity

teristics, physical intensity이며, 실험에 사용된 경고음은 3 * 4 * 3의 조합으로 36개가 제작되었다. 모든 경고음은 16비트의 스테레오로서 최대 44,100Hz내에서 설계되었다.

(1) Frequency Band

frequency band는 500Hz 미만의 low frequency band(l), 500~1,000Hz의 middle frequency band(m), 1,000Hz 이상의 high frequency band(h)로 나누었으며(lee, 2001), 각각의 critical band center frequency는 250Hz, 570Hz, 1,600Hz이다(Ishiyama et a.l, 2000).

(2) Spectral Characteristics

경고음의 스펙트럼 상의 특징을 파악하기 위해 파워 스펙트럼을 분석해본 결과, 몇 가지 패턴으로 분류가 가능하기 때문에 변수로 선정하게 되었다. spectral characteristics는 focused, flat, cut, boost의 네 가지 형태로 나눌 수 있다.

focused sound(Fo)는 어떤 주파수 대역에서 파워가 집중적으로 존재하는 형태 Figure 4(a)이며, Flat(FI)은 넓은 주파수 대역에서 다양하게 파워가 존재하는 형태 Figure 4(b)이다. 또한 cut(C)은 flat한 형태에서 고주파 대역으로 점점 파워가 감소하는 형태 Figure 4(c)이며, boost(B)는 flat한 형태에서 고주파 대역으로 점점 파워가 증가하는 형태 Figure 4(d)를 가지고 있다.

(3) Physical Intensity

작업장의 형태에 따라서 음압(sound level)의 범위가 결정되며, 컴퓨터를 다루는 사무실 환경은 음압의 노출수준이 일반적으로 50dB이상, 최대 70dB을 초과하지 않으므로 본 연구에서는 physical intensity를 50dB, 60dB, 70dB로 나누어서 고려하였다(Kjellberg et al., 1996).

한편, 정확한 50dB, 60dB, 70dB의 음을 제작하기 위해서 오실로스코프를 사용하였다.

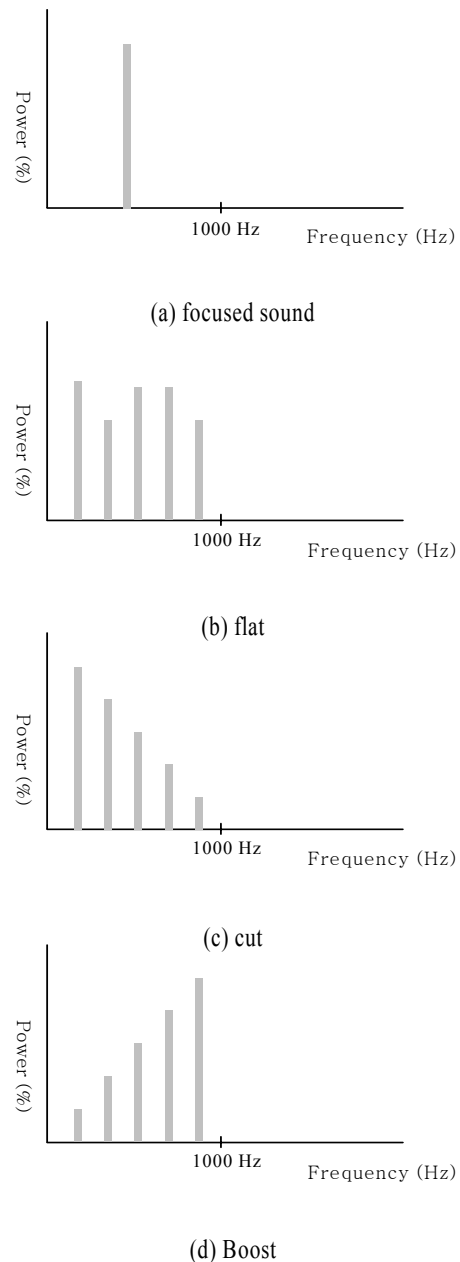


Figure 4. Spectral characteristics of designed warning sounds.

2.4 경고음 감성 선호도 평가 실험

본 실험에서는 36개의 경고음을 피실험자에게 들려주고 피실험자가 설문지에 체크하는 방식으로 진행하였다. 설문지는 경고음과 관련된 7개의 대표 감성을 대상으로 감성 선호도 평가를 실시하였다. 실험에 참여한 피실험자는 36명, 이들의 평균 나이는 23.9세, 컴퓨터 사용경험은 7.8년이다. 실험은 과거 또는 현재의 청력에 이상이 없는자를 대상으로 하였으며, 설문은 감성요소 7개와 감성설명을 부가적으로 제시하여 피실험자에게 이해를 도왔다.

일반적으로 설문의 방식은 5점 척도 및 9점 척도를 이용하나, 본 연구와 같이 청각 및 음성을 대상으로 한 실험에서는 피실험자에게 기준의 용이성을 위해 주로 7점 척도 SD법을 이용하였으므로 본 실험에서도 7점 척도 SD법을 이용하였다(Han, 1998; Min, 1999).

본 연구에서는 실험시 경고음을 들려주기 위하여 컴퓨터(Pentium III 640)와 컴퓨터 전용 스피커를 사용하였다. 그리고 경고음의 크기를 청취 위치별로 정확히 측정하기 위하여 오실로스코프를 사용하였으며, 크기는 시작부터 끝까지의 평균으로 측정하였다. 실험장소는 소음을 배제하기 위해 실험실을 이용하였다. 실험은 Cool Edit Pro 2.1의 소프트웨어로 Wav파일의 경고음을 들려주었고, 실험시 피실험자가 충분히 인지하고 평가할 수 있도록 경고음을 3번씩 반복하여 들려주었으며, 경고음 간의 영향을 배제하기 위해서 15초의 휴식을 두었다.

본 연구에서의 실험계획은 three factor within-subject design을 실시하였다. 또한, 실험의 순서로 인한 감성평가치에 대한 전이 효과를 제거하기 위해 counter balanced design을 하였다.

3. 연구결과 및 분석

3.1 경고음의 감성 선호도 분석

경고음에 대한 감성선호도를 분석하기 위해 요인분석을 통해 각 요인으로 그룹핑된 감성요소의 특징을 분석하여 요인을 해석할 수 있는 감성요소를 찾아내었다.

3.1.1 신뢰도 분석

결과분석은 피실험자의 설문 데이터를 분석하여 이상치를 보이거나, 선호도의 일관성이 저하되는 9명에 대한 데이터를 제거한 27명의 데이터로 실시하였고, 신뢰도 분석을 통해 설문결과의 신뢰 여부를 확인하였다.

신뢰도는 크로바하 알파(Cronbach's Alpha)계수를 이용하였으며, 본 실험에서의 신뢰도 계수는 0.8904로 신뢰할 수 있는 결과로 판단된다.

3.2 감성요소별 경고음 Type의 선호도 분석

감성요소별 경고음 Type(고려변수의 조합)의 선호도를 분석하기 위해서 본 설문에서 얻어진 데이터를 이용하여 다차원 척도분석을 실시하였다. 다차원 척도법(multi-dimensional scaling)은 개체에 대해 개체간 유사성 또는 비유사성을 바탕으로 낮은 차원의 가시적 공간에 위치시키는 다변량 분석기법이다(Heo, 2000; Rungtai Lin *et al.*, 1996). 요인분석을 통해 7개의 감성요소는 3개의 감성요인으로 선정이 되었으며, 감성요소별 경고음 Type의 그룹핑을 위해 다차원 척도법의 Mdpref 분석 방법을 적용하였고, 이를 위해 평가요인별로 산출된 감성요소의 요인적재와 경고음Type의 요인점수를 활용하였다.

요인을 3개로 하고 요인별 감성요인의 요인적재와 경고음 Type의 요인점수를 정리하면 Table 7과 같다.

요인적재는 요인별 감성요소의 설명 정도를 의미하며, 더 높은 적재값을 가진 변수가 요인 해석의 단계에서는 더 중요하게 여겨진다(Won *et al.*, 2000). 예를 들어, 요인 1은 단순감, 청량감, 정확감이 0.8이상으로 설명하는 정도가 매우 높으며, 요인 2는 심오감, 중량감, 안정감과 관련되고, 요인 3은 주로 경악감을 설명하고 있다. 감성요소별 요인적재는 요인별 감성요소에 대한 설명정도를 의미하는 것으로 일종의 회귀계수라 할 수 있다(Lee, 2000). 따라서 Table 7의 감성요소는 요인에 의해 형성되는 3차원 공간에서 요인적재를 성분으로 하는 벡터로 표시될 수 있다. 따라서 경고음의 Type에 관한 요인점수들을 점으로 표시하여, 요인 1과 요인 2에 의해 형성되는 감성요소의 좌표와 Type의 벡터 위치를 나타내면 Figure 5와 같다.

Figure 5에서 보는 바와 같이, 중량감, 심오감, 안정감이 하나의 그룹으로, 단순감, 청량감, 정확감이 다른 하나의 그룹을 형성하고 있다. 하지만, 경악감은 이들과는 다른 독자적인 그룹을 형성하며 감성 선호도도 낮아 경악감을 제외한 나머지 감성을 대상으로 분석을 하였다.

이와 같이 요인적재와 요인점수에 대한 선호 평정치를 산출하게 되면, 경고음의 Type과 감성요소의 관련 정도를 구할 수 있는 정량화된 값으로 이용할 수 있다.

선호 평정치는 원점을 기준으로 요인적재나 요인점수의 방향이 동일할 경우 항상 양의 값을 갖게 되지만 방향이 다를 경우에는 요인별 요인점수와 요인적재의 크기에 따라 양의 값 또는 음의 값을 갖게 된다. 특히, 선호평정치가 음의 값을 갖는 경우에는 경고음의 Type이 적어도 한 요인에서 감성요소의 반대방향에 위치하는 것을 나타내며, 이는 양자간에 관련성이 적다는 것을 의미한다.

선호 평정치의 분석결과, 감성요소별로 좋은 특성치를 알 수 있었으며, 감성요소별로 경고음의 Type을 정리하면 Table 8과 같이 나타낼 수 있다.

Table 7. Factor loadings and scores

Factor Loading				Factor Score			
Affective Dimension	Factor1	Factor2	Factor3	Type	Factor1	Factor2	Factor3
Deepness	-0.224	0.944	-0.134	H_B_7	-0.936	1.098	0.744
Sharpness	-0.077	-0.026	0.986	H_B_6	-1.310	0.268	0.468
Simplicity	0.934	-0.023	-0.196	H_B_5	-0.824	-1.039	1.302
Clarity	0.897	-0.312	-0.173	H_C_7	-1.215	0.946	0.073
Heaviness	-0.394	0.895	0.109	H_C_6	-1.010	0.200	0.582
Calmness	0.137	0.742	-0.628	H_C_5	-0.799	-0.362	1.627
Accurateness	0.828	-0.316	0.430	H_FI_7	-1.320	0.595	-0.556
				H_FI_6	-1.610	-0.298	-0.472
				H_FI_5	-1.197	-0.732	0.004
				H_Fo_7	-1.217	0.993	-0.472
				H_Fo_6	-1.397	-0.016	-0.132
				H_Fo_5	-1.080	-1.121	0.173
				L_B_7	1.425	1.148	-0.090
				L_B_6	1.884	-0.132	0.041
				L_B_5	1.597	-0.682	1.316
				L_C_7	1.053	1.155	-0.570
				L_C_6	1.619	0.607	-0.119
				L_C_5	1.838	-0.164	1.259
				L_FI_7	0.286	0.331	-0.953
				L_FI_6	1.712	-0.367	0.115
				L_FI_5	0.677	-0.805	0.599
				L_Fo_7	1.937	0.385	-0.340
				L_Fo_6	1.822	0.232	-0.0354
				L_Fo_5	1.797	-0.173	0.899
				M_B_7	-0.884	1.285	0.152
				M_B_6	-0.746	0.757	0.563
				M_B_5	-0.162	-0.931	0.958
				M_C_7	-0.575	1.706	0.695
				M_C_6	-0.854	0.856	0.383
				M_C_5	-0.626	-0.156	1.000
				M_FI_7	-0.501	0.424	-0.652
				M_FI_6	-1.034	-0.456	-0.897
				M_FI_5	-1.065	-1.215	-0.048
				M_Fo_7	0.242	0.069	-0.367
				M_Fo_6	-0.099	-1.118	-0.564
				M_Fo_5	-0.084	-1.343	0.557

Note: H_B_7 is for example, the abbreviation of a boost-type 70dB warning sound in the high-frequency band.

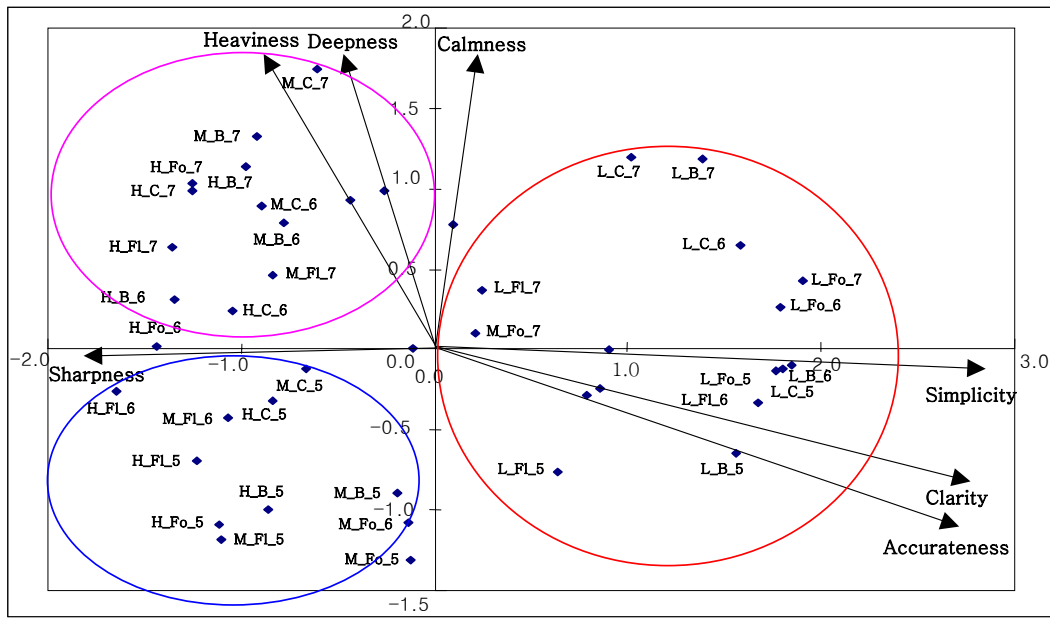


Figure 5. Positioning of warning sounds and mapping of affective dimensions.

Table 8. Sound characteristics being affectively favored

Affective Dimension	Frequency Band	Spectral Characteristics	Physical Intensity
Simplicity	low	Focused	60dB
Clarity	low	Boost	60dB
Accurateness	low	Boost	60dB
Deepness	middle	cut	70dB
Heaviness	middle	cut	70dB
Calmness	middle	cut	70dB

Table 8의 분석결과, 단순, 청량, 정확감은 low frequency band, boost, 60dB의 경고음이 선호평정치상에서 좋은 감성 선호도를 보이고 있고, 심오, 중량, 안정감은 middle frequency band, cut, 70dB의 경고음이 감성선호도가 높았다.

3.3 경고음의 변수에 따른 감성 선호도의 ANOVA

36개의 경고음에 대한 감성요소의 평가결과를 Table 9와 같이 실험변수에 대한 분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

Table 9의 분석결과, frequency band와 spectral characteristics가 감성 선호도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났고, frequency band와 spectral characteristics, spectral characteristics와 physical intensity, frequency band, spectral characteristics 및 physical intensity의 교호작용이 감성 선호도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서, 수준간의 차이를 알아보기 위해서 사후분석(post-hoc test)을 실시하였다. 사후분석은

SNK(Student Newman-Keuls) 테스트를 이용하여 분석하였으며, Table 10은 경고음의 변수에 따른 감성 선호도의 사후분석 결과이다.

경고음의 변수 중에 frequency band에서는 low frequency band 및 middle frequency band가 A그룹, high frequency band는 B그룹으로 나와 A그룹과 B그룹간의 유의적인 차이가 존재한다고 판단할 수 있다.

즉, low frequency band 및 middle frequency band가 high frequency band보다 감성선호도가 높다는 것을 알 수 있었다. 또한, spectral characteristics에서는 cut, boost, flat, focused sound 사이의 유의한 수준차는 나타나지 않았다. 하지만 cut과 boost의 형태가 flat과 focused sound의 형태보다 감성선호도가 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 physical intensity에서는 70dB이 평균적으로 감성선호도가 높았으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

Table 9. Result of ANOVA for affective preference

Source+	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
S	26	52.49	2.02		
FB	2	20.32	10.16	25.23	0.0001*
FB*S	52	20.94	0.40		
SC	3	5.47	1.82	2.89	0.0409*
SC*S	78	49.33	0.63		
PI	2	0.33	0.16	0.67	0.5174
PI*S	52	12.67	0.24		
FB*SC	6	54.15	9.02	20.12	0.0001*
FB*SC*S	156	69.97	0.45		
SC*PI	6	12.84	2.14	2.92	0.0101*
SC*PI*S	156	114.52	0.73		
PI*FB	4	2.12	0.53	1.27	0.2877
PI*SC*S	104	43.53	0.42		
FB*SC*PI	12	17.62	1.47	3.11	0.0003*
FB*SC*PI*S	312	147.25	0.47		
Corrected Total	971	623.54			

(*: =0.05)

+S=Subject, FB=Frequency Band, SC=Spectral Characteristics, PI=Physical Intensity

Table 10. Grouping for frequency band and spectral characteristics

SNK Grouping	Mean	Frequency Band	SNK Grouping	Mean	Spectral Characteristics
A	4.24	low	A	4.17	cut
A	4.15	middle	A	4.16	boost
B	3.90	high	A	4.05	flat
			A	4.00	focused sound

4. 토의 및 추후연구

본 연구는 기존의 윈도우 운영체제에 있어서 경고음을 평가하는 데 목적이 있는 것이 아니라 새로 제시한 경고음이 감성요소와 어떠한 연계성을 나타내는지 알아보기로 실시하였다.

본 연구는 frequency band, spectral characteristics, physical intensity를 변수로 하는 36개의 경고음을 제작하여 감성 선호도 분석을 하였다. 감성요인 분석에서는 7개의 감성요소가 3개의 감성요인으로 재그룹핑되었다. 요인 1은 단순감, 청량감, 정확감, 요인 2는 심오감, 중량감, 안정감, 요인 3은 경악감으로 나누어졌으며, 감성요소의 상관분석 결과도 요인분석 결과를 잘 설명하고 있다. 감성요소별로 경고음에 대한 선호도를 알아보기 위해 다차원 척도법을 이용하였다. 종합 감성을 바탕으로 물리적 변수들의 감성 영향도를 알아보기 위하여 분산 분석을 사용하였으며, 각 감성요소별로 사용자가 인지하는 감

성요소간 관련성 및 요소별로 사운드 특성치와의 관련성을 알아보기 위해서 mdpref를 사용하였다. 그 결과, 감성요소별 좋은 특성치의 경고음을 파악할 수 있었다. 경고음의 Type과 감성요소를 맵핑한 결과, 단순감과 청량감, 정확감이 하나의 방향을 형성하고 있었으며, 심오감과 중량감, 안정감이 다른 하나의 방향을 형성하고 있었다. 경악감은 이들과는 다른 독립적인 방향을 형성하고 있었다. 이는 단순감과 청량감, 정확감이 동일한 요인으로 그룹핑할 수 있다는 것을 의미한다 또한, 좋은 특성치를 갖는 경고음은 단순감, 청량감, 정확감의 그룹과 심오감, 중량감, 안정감의 그룹에 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 즉, 경악감은 경고음의 Type에 따라 좋은 특성치를 나타내지 못하고 있다. 일반적으로 단순, 청량, 정확감은 low frequency band, boost, 60db의 경고음이 높은 선호도를 나타내고 있으며, 심오, 중량, 안정감은 middle frequency band, cut, 70db의 경고음이 높은 선호도를 나타내고 있다

한편, 경고음의 Type이 감성 선호도에 영향을 미치는지를 알아보려고 분산 분석을 실시한 결과, frequency band, spectral characteristics가 경고음의 감성 선호도에 유의한 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, frequency band는 low, middle band가 높았으며, spectral characteristics는 SNK 분석에서 구분되지는 않았으나 유의한 변수로서 cut, boost의 형태가 높게 나왔다.

본 연구에서는 기존의 경고음과 유사한 형태를 가진 경고음이 선호도가 높은 것을 알 수 있었다. 즉, 1,000Hz 이하의 주파수 대역에서 파워가 다양하게 존재하면서 고주파 영역에서 점차 감소하는 경고음이 감성요소 선호도가 높다는 것이다. 즉, 이와 같은 경고음은 빈도수가 높기 때문에 컴퓨터 사용경험이 많은 사용자에게 감성선호도 점수를 높게 받은 것으로 판단된다. Figure 6은 감성요소별 선호도가 높은 경고음을 Time-Frequency로 표현한 것이며, Figure 7은 감성요소별 선호도가 높은 경고음으로 파워 스펙트럼을 분석한 결과이다.

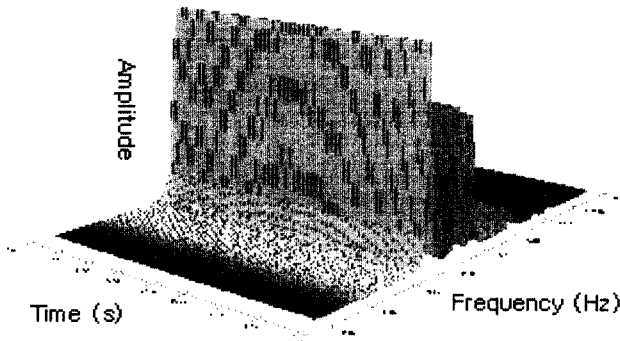


Figure 6. Time-frequency distribution of the warning sound with best affective preference.

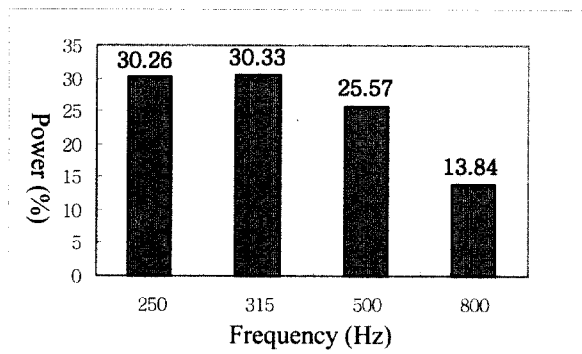


Figure 7. Power spectrum of the warning sound with best affective preference.

본 연구에서는 경고음의 감성요인을 frequency band, spectral characteristics, physical intensity로 나누어서 경고음을 제작하여 실험에 이용하였으나, 실제로 3개의 변수 외에도 심리음향학 변수가 감성요소에 따라 영향을 끼쳤을 것으로 예상된다. 심리음향학 변수로는 소리의 크기를 나타내는 라우드니스

(loudness), 소리의 날카롭거나 무딘 정도를 구분하는 척도인 샤프니스(sharpness), 음의 피치값을 좌우하는 음조(tonality), 음의 거칠기를 평가하는 러프니스(roughness) 등으로 볼 수 있다(Choi, 1997).

따라서, 추후에는 심리음향학 변수를 고려하여 실험에 반영하고자 하며, 피실험자의 경험과 감성요소 간의 연계문제도 한계점으로 꼽을 수 있을 것이다.

또한, 실제 항공기와 같은 경우에도 윈도우즈 운영체제와 같은 개념으로 설계되어 있는데 추후에는 항공기와 같은 특수한 상황에서도 설계에 기초가 되는 실험을 실시하여 본 연구와 비교하여 본다면, 연구로서 가치가 있다고 판단된다. 본 연구는 감성요인을 고려하여 경고음을 설계하는데 기초적인 연구자료로서, 그리고 경고음의 재설계 및 새로운 경고음을 제시하는데 중요한 자료로서 활용될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- Anders, K., Ulf, L., Maria, T., Lena, S. & Elisabeth, A. (1996), The Effect Nonphysical Noise Characteristics, ongoing Task and Noise Sensitivity on Annoyance and Distraction due to Noise at Work, *Journal of Environmental Psychology*, 16, 123-136.
- Cho, M-J. (2002) A Study on the Human Response for Sound in Living Environments with Purpose of Establishing Related DB, *Korea Research Institute of Standards and Science*, 13-14
- Choi, M-J. (1997), Sensitivity Side and Practical Use of Sound, *The Institute of Electronics Engineers of Korea*, 24(11), 1317-1333.
- Christopher, D. Wickens. (1998), *An Introduction to Human Factors Engineering*, Addison-Wisley Educational Publishers, 113-144.
- Han, M-H., & Kim, S-W. (1997), An Analysis on the Structure of Measuring for Amenities of Sound Environment III, *Acoustical Society of Korea*, 17(6), 67-73.
- Heo, M-H. (2000), *Multi-variance Data Analysis*, Free Academy.
- Judy, E. & Rachael H. (1999), Learning Auditory Warning: The Effects of Sound Type, Verbal Labelling and Imagery on the Identification of Alarm Sounds, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 603-618.
- Jung, M-J., Hwang, S-Y., & Choi, K-S. (1988), Power Spectral Estimation of Background EEG with LMS PHD, *Journal of KOSOMBE*, 101-107.
- Kim, H-D., Kim, J-C. & Kim, J-T. (1992), A study on the Changes in the Electromyographic Power Spectrum of the Masticatory Muscles during Orthodontic Treatment of the Class III Malocclusion Children, *Korean Academy of Pediatric Dentistry*, 19(1), 45-62.
- Kim, S-W., Jang, G-S., Jong, K-Y., & Han, M-H. (1993), A Study on the Classification of Adjectives for Psychological Evaluation of Sound, *The Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 3(4), 361-371.
- Lee, K-H., Kim, B-J., & Jeong, I-S. (2001), Effect of Multimodal Stimuli on Human Sensibility, *Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility*, 4(1), 43-51.

- Lee, S-M. (2000), *Basis of Factor Analysis*, Education Technography.
- Min, Y-K., & Son, J-H. (1999), Analysis of Emotional Characteristics on Life Environmental Noise I: Structural Analysis of Noise Adjectives, *Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility*, **2**(1), 69-75.
- Park, M-C., Shin, S-G., Han, K-H., & Whang, S-M. (1998), Measuring Meaning of Korean Adjectives and Colors, *Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility*, **1**(2), 1-11.
- Park, Y-K., Kim, J-K., Jeon, Y-W., & Cho, A. (2002), Evaluation of Synthetic Voice which is Agreeable to the Ear Using Sensibility Ergonomics Method, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, **21**(1), 51-65.
- Rungtai Lin., C. Y. Lin, & Joan, W. (1996), An Application of Multidimensional Scaling in Product Semantics, *International of Industrial Ergonomics*, **18**, 193-204.
- Son, Y-J. (1992), Tributary System of Sense Adjective, *The Institute of Urimalgeul*, **10**(1), 127-154.
- Takeshi, I. & Takeo, H. (2000), The Impact of Sound Quality on Annoyance caused by Road Traffic Noise: an Influence of Frequency Spectra on Annoyance, *Society of Automotive Engineers of Japan, Inc. & Elsevier Science B.V.*, **21**, 225-230.
- Won, T-Y., & Jeong, S-W. (2000), *Korean SPSS 10K Statistical Research Analysis*, SPSS Academy.
- Wilkins, P. A. (1984), A Field Study to Assess the Effects of Wearing Hearing Protectors on the perception of Warning Sounds in an Industrial Environment, *Applied Acoustics*, **17** (6), 413-437.