Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.19, No.3, pp. 51-60, December 2000

휴대용 디지털 전자제품의 사용성 향상을 위한 청각적 피드백의 고려

Design Considerations of Auditory Feedback for Enhancing The Usability of Portable Digital Electronic Products

김 형 석*, 박 민 용*

ABSTRACT

Non-verbal sound feedback, called earcon, has been used for portable digital electronic products to give appropriate information for the selected function. This study evaluated usability based on user cognition time, error rate, and subjective satisfaction using 20 male and female subjects. The study compared five major user functions from a portable digital electronic product with currently available earcons and the same functions from the product with the new earcons (suggested by this study) which considered user cognitive characteristics, such as loudness, pitch, melody, and length. For subjective evaluation, the study assessed various earcons by subjective impression of sounds using the seven-point rating scales. Major statistical results indicated that the new earcons significantly reduced user error rates and generally improved user performance functions, such as 'play, off, stop, fast forward, and rewind.'

Keywords: Auditory feedback, earcon, usability.

* 한양대학교 산업공학과
주 소 : 133-791 서울시 성동구 행당동 17
전 화 : 02-2290-0477
E-mail : mypark@ergo.hanyang.ac.kr

1. 서 론

현대인들은 수많은 소리 환경 속에서 살아가고 있고, 의식적이던 무의식적이던 간에 여러 가지 소리에 적응되어 왔다(Brewster, 1998). 일반적으로 작업장에서 경고용으로 사용되어지던 소리에 관한 연구는 꾸준히 수행되어 왔으며, 최근 들어 작업장에서 경고용으로 사용되는 소리뿐 만 아니라, 다른 분야에서도 소리에 대한 관심이 높아지게 되었고 연구가 진행되기 시작했다. 한 예를 들자면, 2000년 4월부터 도시철도공사가 운영중인 5, 7, 8호선 모든 역에서 열차가 지하철역으로 들어올 때 발생하는 경보음에 대해서 선호도를 조사한 뒤 상, 하행선으로 구분해서 이용함으로서 승객들이 무작정 승강장으로 뛰어가는 경우가 줄어들었다고 하였다(매일경제신문, 2000). 이는 특정 정보를 위해 소리를 사용한 실례라고 할 수 있다. 비음성 소리(non-verbal sound)의 경우, 인간-컴퓨터 인터페이스(human-computer interface)분야에서 수행도를 향상시킬 수 있고 사용성을 향상시킬 수 있다는 연구가 수행되어 왔다 (Blattner, et al., 1992; Brewster, 1994; Gaver, et al., 1991).

우리는 현재 실생활에서 여러 가지 전자 제품 홍수 속에서 살아가고 있고 이런 전자제품에 제약적인 공간 안에서 많은 정보를 시각적으로 나타낼 수 없기 때문에 여러 가지 소리의 피드백(sound feedback)을 사용하고 있는 추세이다(Brewster, 1997; Sikora, et al., 2000). 뿐만 아니라, 대다수의 사용자들이 전자제품의 인터페이스가 어느 정도 익숙해지면 인터페이스를 조작할 때 매 번 확인하지 않고 느낌으로 조작을 하거나 아니면 사운드 피드백으로 확인하는 경향을 종종 볼 수 있다. 하지만 전자 제품에 사용되는 여러 종류의 사운드 피드백인 경우, 필요성을 느끼고 있지만 실제로 사용자의 심리적 혹은 인지적 측면을 체계적으로 고려한 연구는 현재까지도 드물다.

본 연구는 소형 휴대용 전자제품에 대하여, 사용자의 인지적 특성을 고려한 새로운 사운드 피드백을 이용하여 사용성에 대한 실험을 수행한 후, 주요 결과를 고려하여 소형 전자제품의 사운드 피드백 설계 시 유용한 기초자료를 제시하고, 사운드 피드백의 적절성을 검증하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구는 총 20명의 피실험자를 대상으로 기존에 사용되었던 소리와 새로 제안된 소리에 대해 실험을 실시하여 주요 사용성 지표인 인지시간, 비효율성, 사용자의 만족도 및 주요 주관적 감성을 측정하여 통계분석 하였다.

2.1 피실험자

20대의 남,여 각각 10명으로 구성된 총 20명의 피실험자가 실험에 참여하였고, 평균 연령은 24.2세였다. 본 실험은 컴퓨터 모니터에서 구현되는 프로토타입과 마우스를 사용하는 실험이기 때문에 컴퓨터 사용 경력이 최소 1년 이상이고 마우스를 이용하는 작업에 불편

함이 없는 사람을 피실험자로 선정하였다. 또한 본 실험은 청각에 관련된 실험이므로 좌우 청력이 정상인 사람을 피실험자로 선정하였다.

2.2 실험 장비

실험에 사용된 소리의 녹음 및 수정을 위해 Sonic Foundry, Inc.에서 제작된 소리 편집 프로그램인 Sound Forge 4.5를 사용하였고, 새로운 소리를 만들기 위해 Twelve Ton Systems, Inc.에서 제작된 MIDI 프로그램인 Cakewalk Pro Audio 9를 사용하였다. 음원은 YAMAHA Electron HS-8에서 Electronic Piano 음색을 사용하였다. 소리의 디지털 녹음을 위해 Sony사의 Portable MiniDisc Recorder를 사용하여 소리를 컴퓨터로 전송하였다. 그리고, 실험에 사용된 프로토타입과 설문프로그램은 Visual Basic 6를 이용하여 제작하였으며 피실험자들의 평가값을 Excel화일로 손쉽게 얻을 수 있도록 하였다. 프로토타입을 컴퓨터 모니터로 출력시키기 위해 IBM Pentium II Computer와 15″ Monitor, 마우스 및 키보드를 사용하였다. 실험실내의 조명은 국제조명학회(CIE)와 KS 조도기준의 단순 시각작업 권장 조도 범위인 200-500lux에서 중간인 350lux를 모의 실험실내의 조도(엄기수 외, 1998)로 사용하였으며, 외부소음을 제어한 실내(평균소음도=40dBA)에서 실험을 실시하였다. 청력검사는 IAC Sound Chamber안에서 Beltone사의 Audiometer(Model 110)를 사용하여 측정하였다.

2.3 실험 계획

2.3.1. 실험 변수

본 실험은 '기능,' '소리(sound feedback)의 유형'(즉, earcon을 말함), '소리의 크기'의 3가지 독립변수를 갖는 5×2×2 within-subjects factorial design으로 구성하였다. 본 실험에서 사용된 실험계획도를 그림 1에 나타내었다.

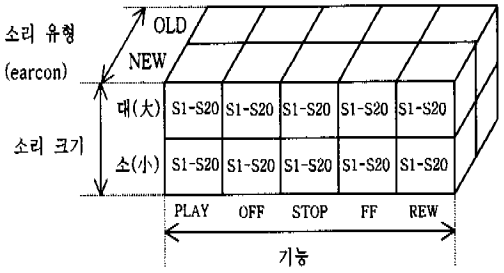

그림 1. 실험 계획도

독립변수 '기능'은 Play/On, Off, Stop, FF, REW의 5수준으로 구성하였고, '소리의 유형' 변수는 기능에 대한 비-멜로디로 구성된 기존 소리(그림 2)와 각 기능을 멜로디로 표시하는 새로운 소리(그림 3)의 2수준으로 구성하였으며, '소리의 크기' 변수는 소리의 크기가 큰(85dBA) 대(大), 소리의 크기가 작은(65dBA) 소(小)의 2수준으로 구성하였다.

그림 2. 기존 소리의 유형

그림 3. 새로운 소리의 유형

기존 소리의 경우 국내 제품에는 사운드 피드백이 없는 경우가 대부분이었고, 있는 제품은 대부분이 일본제품과 유사하였으므로, 본 연구에서는 일본 디지털 제품을 토대로 소리를 추출하였다.

새로운 소리는 작곡관련 전문가와 상의하여 화성법에 의한 진행에 의해 각 기능에 적합한 느낌을 주도록 설계했으며, PLAY와 OFF의 경우는 Fade in/out effect를 사용하고, FF와 REW는 패턴의 반복사용을 하였으며, STOP은 가장 짧게 설계하였다. 각 버튼의 소리는 해당 기능이 수행되기 전에 소리가 종료되어야 하므로 1 ~ 2초를 넘지 않도록 설계하였다.

2.3.2. 종속 변수

종속변수는 인지시간, 비효율성 및 주관적 만족도 및 사용자 감성 평가치를 측정하였다. 인지시간은 피실험자가 기능을 나타내는 소리를 듣고, 그 소리에 가장 적합한 기능을 찾아내는 데 걸리는 시간으로 정의하였고, 비효율성은 주어진 소리에 해당되는 적합한 기능을 바르게 인지하지 못해서 발생하는 버튼의 에러수로 정의하였다. 주관적 사용자 만족도 및 주요 감성 평가치는 실험을 한 후, 피실험자가 느끼는 주관적인 느낌으로 정의하였다. 인지시간, 비효율성, 사용자 만족도 및 주요 감성 평가치는 Microsoft의 Excel과 연동되어 자동으로 결과가 기록되어지도록 프로그램을 작성하였다.

2.3.3. 실험 조건

본 실험에 사용된 프로토타입은 각 실험조건에 해당되는 '소리의 유형'과 '소리의 크기' 그리고 '각 기능에 해당하는 소리'의 3가지 변수의 조합(총 20가지)으로 구성되었다. Visual Basic 6으로 제작된 프로토타입은 그림 4와 같이 화면에 출력되어 사용할 수 있도록 설계하였다.

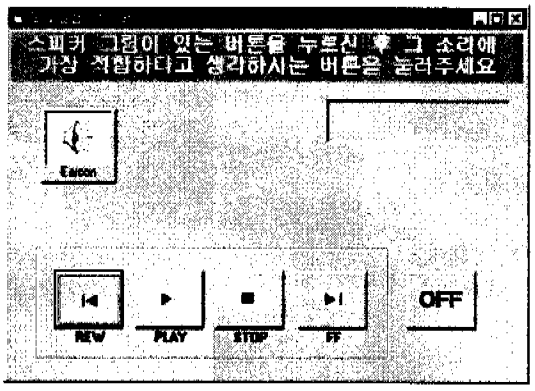

그림 4. 제작된 프로토타입의 형태

본 실험에 사용된 3가지 독립변수인 '소리의 유형' 및 '크기' 그리고 '기능'이 총 20명의 피실험자가 한 실험조건에서 실험을 반복 수행하는 within-subject 변수이므로, 실험조건별 피실험자의 실험순서는 20×20 Latin Square를 이용하여 Counterbalancing을 함으로서 순서로 인한 효과(예: 학습효과)를 최소화하였다.

2.4 실험 절차

본 실험은 첫째 청력검사, 둘째 실험에 대한 설명 및 예비실험, 셋째 본 실험중과 후의 설문지 작성, 세 부분으로 구성하였다. 우선, 청력검사는 Sound Chamber안에서 Beltone사의 Audiometer를 사용하여 실행하였고, 청력

측정은 순음(pure-tone)을 이용하여 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 1000, 500Hz의 주파수 순서로 실시하였다.

청력검사가 정상인 피실험자에 대해 먼저 예비실험을 위해 실험자가 피실험자에게 실험에 대한 목적 및 실험방법을 설명해 주고, 실험자로 하여금 각 기능에 해당되는 소리들을 직접 제작된 프로토타입(그림 4)을 통해 약 2분정도 학습하게 하였다. 실험은 배경소음이 40dBA가 넘지 않는 방음실에서 실시하였다. 본 실험에서는 예비실험을 한 후, 2분의 휴식 후 Countbalancing된 실험조건 순서에 의거 피실험자가 그림 4의 프로토타입에서 스피커 그림이 있는 버튼을 누른 다음, 발생하는 소리를 2번 듣고 그 소리에 맞는 느낌의 기능 버튼을 눌러서 맞으면 인지시간이 화면에 나오며, 동시에 다음으로 넘어가는 버튼이 나타난다. 버튼을 누르면 사용자 만족도/주관적 감성(유쾌성, 명료성, 안정성, 성가심)을 평가할 수 있는 화면이 나오며 이들을 7점 척도(0 - 6)로 평가하였다. '소리의 유형' 또는 '소리의 크기'에 대해 5개의 실험 조건간에는 5분 이상의 충분한 휴식시간이 주어졌고 5개의 실험 조건이 끝난 후 나머지 실험 조건에 대한 실험은 학습효과를 줄이기 위해 5개씩 다른 날에 수행하였다.

3. 결 과

3.1 인지시간

인지시간에 대한 분산분석 결과, 소리(sound feedback) 유형인자만이 유의수준 1%에서 유의한 결과를 나타내었다. 결과에 의하면 기존 소리와 새로운 소리로 인한 인지 시간이 각각 4.11초와 5.07초로 기존 소리에 의한 인지시간이 평균 약 1초 정도 빠름을 알 수 있었다. 이는 기존 소리의 경우 주로 beep음으로 구성된 짧은 소리(평균 1초 정도의 실행시간)이기 때문에 새로운 소리보다 상대적으로 인지시간도 짧게 나타난 것으로 추측되어지며, 반면 멜로디위주의 새로운 소리는 일반적으로 기존 beep음에 비해 실행시간이 평균적으로 1초 정도 더 소요되었으므로 시스템에 의해 측정된 인지시간(인지시간측정은 소리의 실행시간이 포함되어서 측정되었음)에 다소 길게(평균 1초 정도) 영향을 주었으리라고 판단된다. 따라서, 엄밀한 의미에서 실제, 순수 인지시간에는 두 소리 유형이 유의하게 다르다고 얘기 할 수 없을 수도 있다.

3.2 비효율성

에러 수를 가지고 측정한 비효율성에 대한 분산분석 결과 (표 1) 소리의 유형은 유의수준 1%에서 유의한 결과를 나타내었고, 소리의 유형과 기능간의 교호작용은 유의수준 1%에서 유의한 결과를 나타내었다. 하지만, 소리의 크기와는 유의하지 않다는 결과를 나타내었다. 결과를 도시한 그림 5에 의하면, 새로운 소리에 의한 에러 수가 평균 0.675회로 기존 소리에 의한 1.04회보다 효율적임을 알 수 있다.

표 1. 비효율성 (에러 수)에 대한 ANOVA 표

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Subject(S)	19	57.4275	3.0225		
A	4	10.4400	2.6100	1.89	0.1202
S*A	76	104.7600	1.3784		
B	1	13.3225	13.3225	19.14	0.0003**
S*B	19	13.2275	0.6962		
C	1	0.0225	0.0225	0.03	0.8637
S*C	19	14.1275	0.7436		
A*B	4	13.9400	3.4850	3.67	0.0088**
S*A*B	76	72.2600	0.9508		
B*C	1	0.4225	0.4225	0.63	0.4369
S*B*C	19	12.7275	0.6699		
A*C	4	1.3400	0.3350	0.42	0.7969
S*A*C	76	61.2600	0.8061		
A*B*C	4	0.9400	0.2350	0.25	0.9114
S*A*B*C	76	72.6600	0.9561		

A: 소리의 기능, B: 소리의 유형, C: 소리의크기
** α=0.01에서 유의

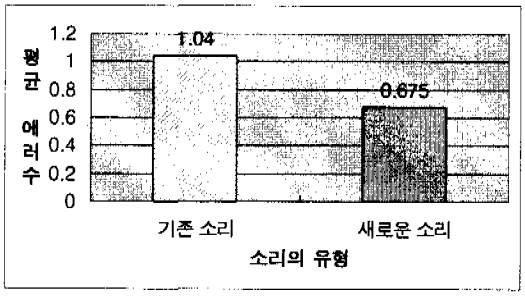

그림 5. 소리의 유형에 따른 에러 수

통계적으로 유의한 소리의 유형과 기능에 의한 교호작용에 대해 더 구체적인 효과를 알아보고자 Simple effect F test (Keppel, 1993)를 실시하였다. 테스트결과 소리의 유형에서 각 기능의 유의성은 아래 표2와 같이 나타났다.

표 2. 소리 유형과 기능의 교호작용 대한 Simple Effect F-Test 결과

Source	DF	SS	MS	F Value
B at PLAY	1	3.2	3.2	3.37*
B at OFF	1	23.11	23.11	24.33**
B at STOP	1	0.45	0.45	0.47
B at FF	1	0.45	0.45	0.47
B at REW	1	0.05	0.05	0.05
S*A*B	76	76	0.95	

A:소리의 기능, B: 소리의 유형
* α=0.10에서 유의, ** α=0.01에서 유의

이 결과를 도시한 그림 6에 의하면, 두가지 소리유형(기존 vs. 새로운 소리)의 경우, PLAY 기능에 대해 유의 수준 10%에서 유의하게 나타났으며, 새로운 소리에 의한 에러 수가 평균 0.425회로 기존 PLAY 사운드 피드백의 평균 에러 수 0.825회보다 효율적임을 알 수 있다. 또한, 가장 큰 차이를 나타낸 OFF 사운드 피드백의 경우, 유의 수준 1%에서 두 소리 유형간 차이가 유의하게 나타났으며, 새로운 소리에 의한 에러 수는 평균 0.425회로 기존 소리에 의한 평균 에러 수 1.500회보다 효율적임을 알 수 있다.

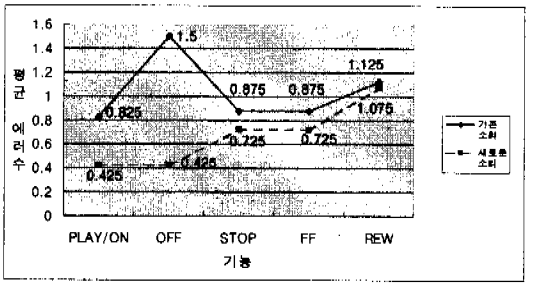

그림 6. 소리 유형과 기능에 따른 에러 수

한편, 비록 STOP, FF, REW의 경우는 두 소

리 유형간에 차이가 통계적으로 유의하게 나오지는 않았지만, 3가지 기능 모두에 대해 새로운 소리를 이용하여 피드백을 했을 때 에러 수가 기존 소리에 비해 조금씩이나마 적게 나타났으므로 더 효율적임을 알 수 있었다. 이러한 결과들은 STOP, FF, REW의 경우 새로운 소리 설계 시 기존의 소리와 결과적으로 비슷한 형태로 설계되었기 때문으로 추측되어진다. 예를 들면, FF와 REW의 경우 기존 소리가 반복을 가지고 설계된 것을 이용하여 새로운 소리도 짧은 멜로디의 반복으로 설계하였기 때문이라고 설명될 수 있다.

3.3 만족도

7점 척도(0 - 6)로 파악한 주관적 만족도에 대해 소리의 유형과 소리의 크기별로 분석한 결과를 그림 7과 그림 8에 나타내었다.

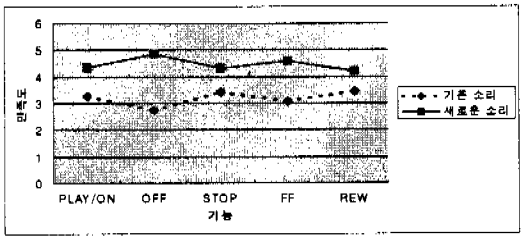

그림 7. 소리 유형에 대한 기능별 만족도

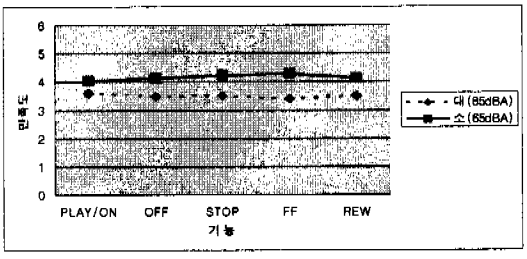

그림 8. 소리의 크기에 대한 기능별 만족도

그림 7에 의하면 기존에 각 기능에 사용되던 소리보다는 새로 설계된 소리에 대해 사용자가 전반적으로 더 만족하는 것으로 나타났다. 예를 들어, 소리의 유형별 만족도는 새로운 PLAY소리가 평균 4.35로 기존 PLAY소리 3.27보다 만족스럽다고 평가하였고. 새로운 OFF소리는 평균 4.85로 기존 OFF소리의 평균 2.75보다 크게 만족스럽다고 평가하였다. 또한, 새로운 FF소리는 평균 4.62로 기존 FF 소리의 평균 3.10보다 만족스럽다고 평가하였다. 소리의 크기에 대한 각 기능별 만족도를 보자면, 모든 기능에 대해 상대적으로 작은 소리(65dBA)로 피드백한 경우가 사용자들은 더 만족스럽다고 평가하였다 (그림 8).

3.4 기타 주관적 평가 결과

만족도 이외의 주요 사용자 감성 (유쾌성, 명료성, 안정성, 성가심)에 대한 주관적 평가 결과는 다음과 같다.

사용자들이 주관적으로 느끼는 유쾌성에 대해서는 멜로디를 사용함으로서 유쾌성을 높이고 불쾌감을 줄일 수 있을 것이라 판단되어진다 (그림 9). 명료성의 경우 기존 beep음을 사용하는 것보다 다른 음색(멜로디)을 사용하는 것이 음을 명료하게 느끼는 것으로 나타났고, 소리의 크기는 명료성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되어 진다 (그림 10). 안정성의 경우 beep음보다 멜로디가 안정된 느낌을 준다고 하였으며, 소리의 크기가 작은 것이 안정된 느낌을 갖는 것으로 판단되어 진다 (그림 11). 성가심의 경우 beep음이 아닌 다른 음색에 멜로디를 사용한 것이 보다 짜증

이 덜 난다고 하였고, 소리의 크기에 따라 짜증을 유발시킬 수 있는 것으로 판단되어 진다 (그림 12).

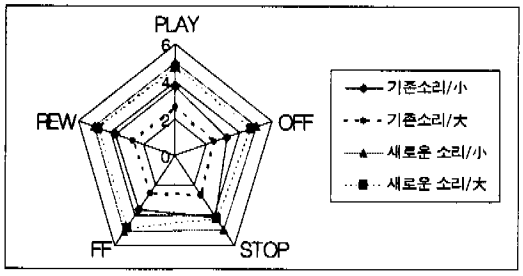

그림 9. 유쾌성에 대한 기능별 사운드피드백의 감성 평가 결과

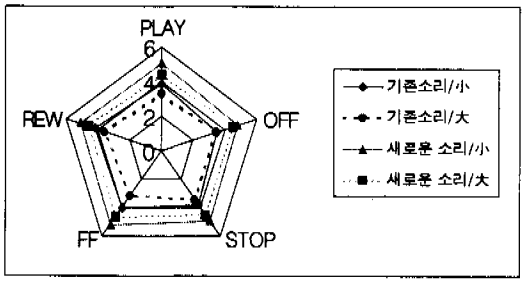

그림 10. 명료성에 대한 기능별 사운드피드백의 감성 평가 결과

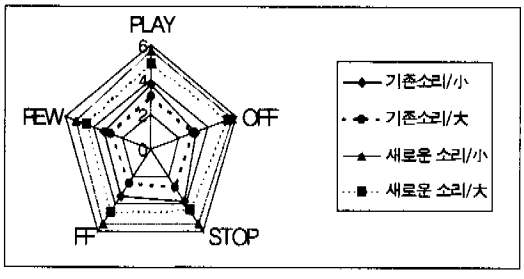

그림 11. 안정성에 대한 기능별 사운드피드백의 감성 평가 결과

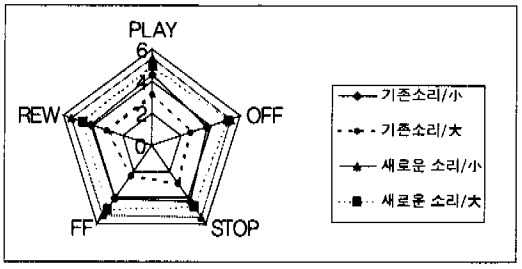

그림 12. 성가심에 대한 기능별 사운드피드백의 감성 평가 결과

이상의 사운드피드백에 대한 주요 사용자의 감성을 평가한 결과를 종합해 보면, 음의 크기가 크지 않은 새로운 소리를 사용했을 때 전체적으로 사용자의 감성을 좋게 하는 것으로 평가되었다. 이는 사용자들이 고음의 beep 음보다는 저음의 약한 멜로디로 구성된 사운드 피드백을 더 선호한다는 것이라고 할 수 있다. 또한 기존에 사용되고 있는 사운드 피드백의 경우, 대략 80 ~ 89dBA의 상대적으로 큰소리를 사용하면서 사용자가 조절할 수 없도록 설계되어 있는 것이 사용자에게 큰 거부감을 준 것으로 판단된다.

4. 결론 및 추후 연구

본 연구는 소형 휴대용 디지털 전자제품의 기능별 사용편의성 향상을 위한 사운드 피드백에 대하여 기존의 소리와 새로 설계된 소리 그리고 사운드의 강하고 약함 변수를 고려한 실험을 수행하였다. 몇가지 의미 있는 결과로는, 본 연구에서 제안한 새로운 형태의 소리

피드백이 사용자의 실수를 훨씬 작게 유발한 것으로 나타났으며, 특히 'PLAY'와 'OFF'기능에서 그 효과가 두드러진 것으로 나타났다. 사운드 피드백에 대한 사용자의 주관적 만족도는 기존의 사운드 피드백보다 새로 설계된 사운드 피드백을 더 선호하는 것으로 나타났으며, 새로운 사운드 피드백의 경우 큰 소리일지라도 작은 beep음보다도 선호하는 것으로 나타났다. 이는 beep음의 경우 고음으로 이루어져 있기 때문에 상대적으로 저음인 멜로디로 구성된 사운드 피드백보다 선호하지 않는 것으로 추측되어 진다. 본 연구에서 나온 주요 결과를 고려하여 소형 디지털 제품의 소리(feedback) 설계 시 다음과 같은 몇가지 지침을 제시하고자 한다.

일반적으로 소형 전자제품에도 멜로디를 이용하여 설계하는 것이 사용성을 높일 것으로 기대되며, 제품에 대한 사용자의 긍정적 감성(예, 유쾌성, 명료성, 안정성)을 향상하기 위해서는 고음의 Beep음을 사용하는 것보다는 멜로디에 음악적 화성법을 이용하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 또한 가능하면 소리의 크기는 비교적 강하지 않게(65 - 70 dBA) 설계하는 것이 사용자의 만족도를 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 한편, 현재까지 출시된 국,내외 디지털제품의 경우 사운드 피드백이 없는 것도 있고 사운드 피드백이 있는 경우도 전자제품의 모든 기능에 한 종류의 사운드 피드백을 사용하고 있는 경우도 있다. 더욱이, 같은 기능에 대해서도 제품에 따라 사용하고 있는 사운드 피드백이 매우 다양한 것을(심지어는 같은 제조회사 제품의 경우에도) 볼 수 있었다. 따라서 사운드 피드백을 표준화하고 사용자의 인지적 특성을 적용하여 사용자로 하여금 혼돈을 줄이고 사용하기 편리하도록 설계해야 할 것이다.

그리고, 현재까지 작업장이나 컴퓨터환경에서 경고용 소리를 포함한 사운드 피드백에 대한 연구가 주로 수행되어왔다. 하지만 기존에 사용되어오던 전자제품에 대해서 사운드 피드백에 대한 효율성에 대해 수행된 연구는 드문 편이며, 또한 최근의 복잡한 디지털 전자제품의 경우 기존의 것과 다른 대체 방식에 대해 수행된 연구는 없었다. 그렇기 때문에 본 연구는 소형 휴대용 전자제품에 대해 기존에 사용되어 오던 주요 사운드 피드백의 적절성을 검증하고, 나아가 사용자로 하여금 인지하기 쉽고, 만족할 수 있도록 사용자의 인지적 특성들을 이용한 사운드 피드백의 설계에 대한 기초 연구 자료를 제시했다는 데 그 의의가 있다고 할 수 있다. 또한 본 연구를 통해서 제안된 사운드 피드백은 추후 연구되어야 할 가장 효율적으로 인지할 수 있는 멜로디의 적절한 길이에 대한 연구 등을 통해 확대 설계된다면 더욱 실용성 있는 사운드 피드백의 설계지침이 될 것이다. 마지막으로 현재까지 설계된 사운드 피드백을 평가할 수 있는 표준화된 방법에 대한 연구도 반드시 병행되어야 될 과제라고 생각한다.

참고 문헌

매일경제(2000). 서울도시철도공사 지하철 상.하행선 소리로 구별, 매일경제, 2000년 1월 18일자.

엄기수, 박근상. (1998). 조명환경의 변동이 작업

자에게 미치는 심리 · 생리적 영향. 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, 194-199.

Blattner, M., Papp, A. and Glinert, E. (1992). *Sonic enhancements of two-dimensional graphic displays.* Proceedings of the ICAD92, Santa Fe institute, Santa Fe, Addison-Wesley, Reading, MA, 447-470.

Brewster, S. A. (1994). *Providing a structured method for integrating non-speech audio into human -computer interfaces.* Ph.D. Thesis, University of York.

Brewster S. A. (1997). *Using non-speech sound to overcome information overload.* Displays, 17, 179-189.

Brewster, S. A. (1998). *The design of sonically -enhanced widgets,* Interacting with Computers, 11, 211-235, .

Gaver, W., Smith, R. and O'Shea, T. (1991). *Effective sounds in complex systems: The ARKola simulation.* Proceedings of the CHI91, New Orleans, LA, ACM Press, Addison-wesley, Reading, MA, 85-90.

Keppel, G. (1993). *Design and Analysis* (3rd. ed.), Prentice-Hall: New Jersey.

Sikora, C. A. and Roberts, L. A. (2000) *Sounds good to me: Global investigation of auditory feedback.* Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, 387-390.

저자 소개

◈ 박민용

미국 Virginia Tech. (VPI&SU)에서 공학박사학위 취득 후 미국 New Jersey Institute of Technology 산업공학과 교수로 재직하였으며, 1993년 부터 한양대학교 산업공학과에 재직 중이다. 주요 연구 관심분야로는 인간-컴퓨터 상호 체계 분석, 사용성 공학, 안전공학/청각보호 등이 있다.

◈ 김형석

관동대학교 산업공학과(공학사)를 졸업하였고 현재 한양대학교 대학원 산업공학과를 2001년 2월에 졸업할 예정이다. 주요 연구 관심분야로는 인지공학, 인간-컴퓨터 상호체계 분석, Sound-interface 등이 있다.

논문접수일(Date Received): 2000/11/30
논문게재승인일(Date Accepted): 2000/12/31