인간 중심적 제품 설계를 위한 주파수별 소음노출이 인체에 미치는 영향에 대한 고찰

An investigation on human effects of exposure to various frequencies of noise for human-oriented product design

*조원학, 이종관, #최헌기

*W. H. Cho, J. G. Lee, #H. K. Choi (hkchoi@skku.edu)

성균관대학교 기계공학부

Key words : Noise, Electroencephalogram, Pupil response time, Human-oriented product design

1. 서론

현대 공학의 발달로 인한 각종 첨단 장비의 사용으로 여러 가지 공해가 발생하고 있다. 그 중에서도, 다양한 원인으로 인하여 발생하는 소음은 기술의 발달과 그에 따른 다양한 제품의 개발로 인해 빠르게 증가하고 있다. 그에 따라 소음이 인체에 미치는 폐해 또한 증가하고 있는 추세이다[1]. 소음은 인간에게 정신적 불쾌감을 주며, 장기간 노출 시 육체적 손상을 야기하기도 한다[2, 3]. 이런 소음으로 인한 폐해를 줄이기 위해 사회적 차원에서뿐 아니라 기업 차원에서도 다방면에서 노력이 이루어지고 있다. 특히, 삶의 질의 향상과 더불어 보다 나은 생활에 대한 소비자의 요구가 증대함에 따라 기업체에서는 소비자의 다양한 요구사항을 수용하여 인간 중심적 제품을 개발하는 것에 주력하고 있다. 인간 중심적 제품을 개발할 경우 쾌적감이나 안락감 같은 감성적 요소가 중요한 설계요소로 작용한다. 따라서 이런 설계요소의 기준으로 사용될 수 있는 인간의 감성에 대한 연구가 점차 중요시 되고 있다. 본 연구에서는 소음과 인체의 생리신호 상관관계 규명을 위하여 3단계의 소음 노출 후 인체의 생리 신호(Electroencephalogram, Eye-tracking)를 측정하고 분석하여 인간 중심적 제품 개발에 기여하고자 한다.

2. 연구 방법

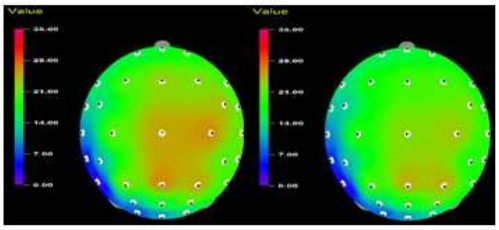
본 연구는 25-30세 사이의 건강한 남성을 대상으로 실험을 실시하였으며, 소음과 인체 생리신호의 상관관계 규명을 위하여 3단계의 소음 노출 후 인체의 생리 신호(Electroencephalogram, Eye-tracking)를 측정하고 분석하였다. 3단계 소음은 70dB의100Hz (low-frequency), 1000Hz (mid-frequency), 10KHz (high-frequency)의 순음으로 구성하였고, 4명의 피실험자가 소음에 5분간 노출 상태에서 EEG 측정 및 각 방향의 9개점을 랜덤으로 제시 후 Eye-tracker를 이용하여 인체의 동공 반응 시간(pupil response time, PRT)을 측정하였다.

3. 연구 결과

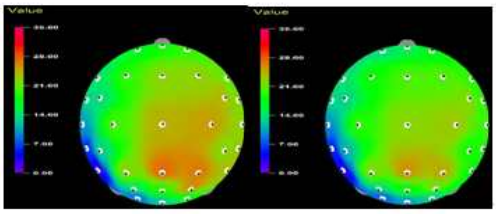
EEG 분석 결과 알파파의 경우 저주파와 고주파 대역의 소음이 중간 주파수 대역의 소음에 비해 낮은 경향을 보였다. 저주파 소음은 중간 주파수 소음에 비해 30.0 ± 8.3 %, 고주파 소음은 31.1 ± 5.2% 감소했다(Fig. 1). 또한 베타파의 경우 저주파와 고주파 대역의 소음이 중간 주파수 대역의 소음에 비해 높은 경향을 보였으며, 저주파 소음은 중간 주파수 소음에 비해 15.0 ± 3.8 %, 고주파 소음은 23.7 ± 10.5% 증가했다(Fig. 2). 그리고 Eye tracking의 분석 결과 동공반응시간은 저주파와 고주파 소음의 경우 중간 주파수 소음보다 두 경우 다 증가하는 경향을 보였다. 저주파 소음은 중간 주파수에 비해 25.13 ± 19.46%, 고주파 소음은 21.45 ± 14.94% 증가하였다(Fig. 3).

4. 결론

본 연구에서는 소음과 인체의 생리신호 상관

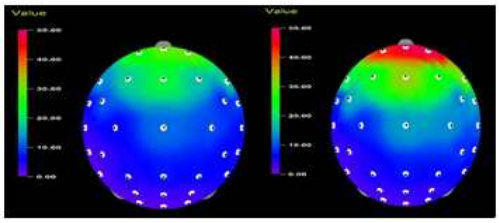


(a) No sound (b) 100 Hz

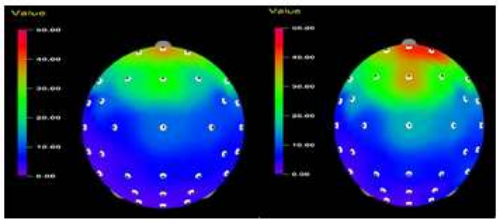


(c) 1000 Hz (d) 10000 Hz

Fig. 1. 3-D mappings of alpha (8–13 Hz) frequency bands



(a) No sound (b) 100 Hz



(c) 1000 Hz (d) 10000 Hz

Fig. 2. 3-D mappings of beta (13–25 Hz) frequency bands

관계 규명을 위하여 피실험자가 70dB의 저주파(100Hz), 중주파(1000Hz), 고주파(10kHz) 대역대의 3단계 소음 노출 중 인체의 생리 신호(Electroencephalogram, Eye-tracking)를 측정하고 분석하였다. 뇌전도의 경우 알파파의 감소와 베타파의 증가라는 결과로 소음이 인체 스트레스의 원인임을 확인할 수 있었으며, 특히, 고주파 대역의 소음 못지않게 저주파 소음도 인체에 스트레스를 유발하는 것을 알 수 있었다. 또한 소음 노출 중 Eye-tracking을 이용한 동공반응시간 분석이 스트레스 유발 정도를 판단할 수 있는 유용한 방법임 알 수 있었다. 본 연구의 결과를 통해 소음 저감을 위한 설계단계에서, 소음이 인체에 미치는 영향과 관련하여, 기존의 정성적인(qualified) 자료에서, 인체 생리신호를 이용한 소음의 폐해에 대한 정량화(quantified)된 자료를 제공할 수 있을 것이다. 또한 가격, 기능 등의 기존의 설계 요소에 인간의 감성에 대한 정량적인 자료를 제공함으로써 인간 중심적 제품 개발에 기여할 수 있을 것이다.

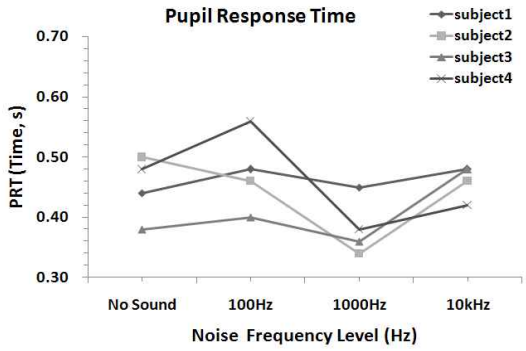


Fig. 3. Pupil response time.

후기

"이 논문은 성균관대학교의 2008학년도 63학술연구비에 의하여 연구되었음"

참고문헌

1. Wallenius, M., "The interaction of noise stress and personal project stress on subjective health," J. Env. Psychol, **24**, 167-177, 2004.
2. Miller, G., "*Living in the Environment, tenth ed.*" New York, USA: Wadsworth, 1998.
3. Uimonen, S., Maki-Torkko, E. and Sorri, M, "Hearing and occupation," J. Circumpolar Health, **57**, 56-161, 1998.