

# 생리음향 기반 EEG 신호 와 소리에 대한 상관 관계 연구

## Correlation between Electroencephalography(EEG) and sound based on physiological acoustics

이반\* · 이상권†  
Li Pan and Sang-Kwon Lee

**Key Words:** physiological acoustics(심리음향), Electroencephalography(뇌파)

### 1. 서 론

지난 십 년간에 자동차 소리에 대한 심리음향적 음질평가 관련 연구는 많은 발전을 하였다 [1-2]. 최근에는 생리음향을 바탕으로 physiological sensibility 방법을 이용해 승용차의 내부소음 음질 개선에 대한 연구를 하고 있다. 생리음향의 음질응용연구에 사용되는 예제로 인체의 생리적 반응과 직접 관련된 뇌파 측정을 이용해 차량의 음질평가를 했고 소리와 뇌파 사이에는 높은 상관관계가 있음을 발견하였다[3-4]. 뇌파 신호와 소리의 상관 관계를 파악할 수 있으면 사람의 취향에 따라 다른 주관적 평가가 아닌 객관적으로 음질평가의 근거로 될 수 있는 것을 보인다. 본 논문에서는 이러한 상관관계를 발견하기 위해서 자동차용 혼 소음에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구를 위해서 감성음질 품질이 다른 자동차용 혼 소음을 신호처리 기술을 이용하여 제작한 후 혼 음질에 대한 주관평가와 뇌파 실험을 동시에 시행하여 혼 소리 음질 선호도에 따른 뇌파의 반응을 측정하여 상호간에 상관성을 조사하였다.

### 2. 뇌 파

#### 2.1 뇌파의 개요

뇌파(EEG)는 뇌의 전기적인 활동을 머리 표면에

부착한 전극에 의해 비침습적으로 측정된 전기신호이다. 뇌파에 반영되는 뇌의 전기적 활동은 신경세포(neurons), 교세포(glia cells), 혈뇌장벽(blood-brain barrier)에 의해 결정되는데 주로 신경세포에 의해 발생한다. 이렇게 발생한 뇌파는 매우 복잡한 패턴으로 진동하는 파형형태로 보인다. 따라서 뇌파 파형 그대로를 시각적으로 관찰하는 것은 유용하지 않다. 흔히 뇌파를 관찰할 때 주파수에 따라 분류하는 파워 스펙트럼 분석을 이용한다. 파워 스펙트럼 분석은 뇌파가 특정 주파수로 진동하는 단순 진동들의 선형적 결합이라 가정하고, 이 신호에서 각각의 주파수 성분을 분해하여 그 크기(또는 파워)를 표시한 것이다. 일반적으로 뇌파는 진동하는 주파수의 범위에 따라 인위적으로 델타- $\delta$  파(4 Hz 미만), 세타- $\theta$  파(4~8 Hz), 알파- $\alpha$  파(8~13 Hz), 베타- $\beta$  파(13~30 Hz), 감마- $\gamma$  파(30~50 Hz)로 구분할 수 있다.

#### 2.2 뇌파의 측정방법

뇌파를 측정하는 것은 주로 비침투성 방법이며 고통이 없다. 대개 몇 십 마이크로 볼트로 측정되는 전압 변동은 선택된 전극 쌍 사이에서 측정된다. 뇌의 앞, 뒤, 왼쪽, 오른쪽의 다른 부분은 적절한 전극 쌍을 선택하여 측정한다. 전형적인 뇌파 기록은 전극 쌍 사이의 전압 변화를 동시에 많이 기록하는 것의 집합이다.

이 연구에서 Fig. 1와 같이 10~20 전극 시스템 위치에 근거하여 8개의 위치에서 Ag/AgCl 전극을 이용하여 측정하였다. (Fp1: pre-frontal lobe, Fp2: pre-frontal lobe, F3: frontal lobe, F4: frontal lobe, T3: temporal lobe, T4: temporal lobe, P3: parietal lobe, P4: parietal lobe.) 뇌파 신호를

† 교신저자; 정회원, 인하대학교 기계공학과  
E-mail : sangkwon@inha.ac.kr  
Tel : (032) 860-7305, Fax : (032) 868-1716  
\* 정회원 인하대학교 대학원 기계공학과

측정하기 위한 장비로는 Laxtha사의 PolyG-I를 사용하였고 측정된 뇌파는 같은 사의 Telescan 프로그램을 이용하여 분석하였다. 합성 혼 소음 신호 하나에 대한 실험 과정은 Table 1의 절차로 진행되었고 피실험자는 총 5개의 합성 혼 소음을 Table 1의 절차로 청취하였다.

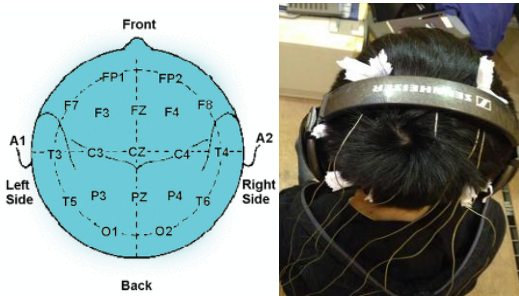


Fig. 1 Standard positions for the placement of EEG electrodes

Step	Time(sec)	Substance
1	3	To stand ready for Synthetic horns with eyes closed
2	3	To listen to Synthetic horns for 7 seconds
3	3	To stand ready for Synthetic horns for 3 seconds
4	30	To repeat 2nd and 3rd step 5times

Table 1 Experimental procedures for the EEG measurement

## 2.2 상관 관계 및 결과

뇌파 측정을 할 때 눈을 깜박이거나 몸을 심하게 움직이면 델타파가 두드러져서 눈을 감은 채 실험을 진행했다. 실험시 피검자의 두피두께, 전극과 피부와의 접촉상태 등에 따라 뇌파파형의 진폭의 크기가 조금씩 달라지며 이러한 전반적인 진폭의 크기는 절대파위의 값에 영향을 주게 된다. 이러한 이유로 여러 피험자를 대상으로 하는 실험에는 절대파위의 개인별 편차가 크게 되므로, 본 논문에서 상대파위 위주로 실험결과를 분석을 했다. 상대 델타, 세타, 알파, 베타, 감마파위를 전반적으로 비교했는데 상대 알파파위 값만 긍정적으로 나왔다. Fig. 2 에서 상대 알파파위과 합성 혼 소음의 상관관계를 제시해 준다.

사람의 선호도를 커질수록 두정부에 위치한 Channel 7, 8의 상대 알파파위값을 커진다는 관계를 Fig. 2에서 명확하게 보일 수 있다. 안정되고 편안한 상태 일수록 알파파의 진폭이 크게 증가하므로 알려진 조건과 일치한다.

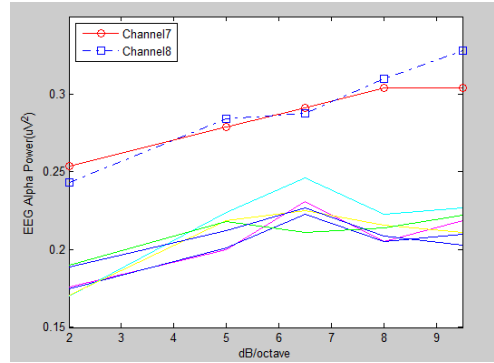


Fig. 2 Correlation between EEG and sound

## 3. 결 론

본 논문은 사람의 선호도를 안 합성 혼 소음에 대한 뇌파실험을 했다. 사람이 좋은 소리를 들을때 두정부에 상대 알파파위 값은 커진다는 관계를 발견하였다. 이러한 결과를 통해 EEG신호는 객관적으로 음질평가를 할 수 있는 것으로 보인다.

## 후 기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (No. 2010-0014260)

## 참 고 문 헌

- [1] S. K. Lee, and Chae, H. C. "The application of artificial neural networks to the characterization of interior noise booming in passenger cars", Proceeding of the Institute of Mechanical Engineers Part D, Journal of Automobile Engineering, Vol. 218, N01, pp.33-42
- [2] S. K. Lee, B. S. Kim and D. C. Park "Objective evaluation of the rumbling sound in passenger cars based on an artificial neural network," Proceeding of the Institute of Mechanical Engineers Part D, Journal of Automobile Engineering, Vol. 219, N04, pp.457-469, 2005
- [3] S. K. Lee and S. M. Lee, "Psychoacoustical Analysis and Application of Electroencephalography(EEG) to the Sound Quality Analysis for Acceleration Sound of a Passenger Car," Transactions of the KSNVE, 23(3) : 258~266, 2013, pp.258~266
- [4] S. K. Lee, Tae-Jin Shin and Young-Jun Lee, " Sound quality analysis of a passenger car based on electroencephalography", Journal of Mechanical Science and Technology, February 2013, Volume 27, Issue 2, pp. 319-325