

혐오 영상 시청시 청각적 자극에 대한 EEG 기반의 분석

이미진^{*}, 김혜린^{**}, 강행봉^{***}

EEG-based Analysis of Auditory Stimulations Generated from Watching Disgust-Eliciting Videos

Mi-Jin Lee^{*}, Hae-Lin Kim^{**}, Hang-Bong Kang^{***}

ABSTRACT

In this paper, we present electroencephalography (EEG)-based power spectra analysis and auditory stimuli methods as coping mechanisms for disgust affection and phobia. Disgust affection is a negative emotion generated from trying to eliminate something harmful to one. It is usually related to mental illnesses such as obsessive-compulsive disorder, specifically phobia and depression. In our experiments, participants watched videos on horrible body mutilation and disgusting creatures, with either the original sound track or relaxing and exciting music as auditory stimulation. After watching the videos with original sound track, the participants watched the same video with a different audio background, such as soothing or cheerful music. We analyzed the EEG data utilizing relative power spectra and examined survey results of the participants. The results demonstrated that disgust affection is decreased when participants watched the video with relaxing or exciting music instead of the original soundtracks. Moreover, we confirmed that human's brainwave reacts according to types of audio and sources of disgust affection.

Key words: EEG, Disgust, Auditory Stimuli

1. 서 론

EEG(Electroencephalogram)는 사람 또는 동물의 대뇌에서 일어나는 전위변동, 또는 그것에 의하여 일어나는 뇌 전류(brain current)를 두피 상으로 유도하여 기록하는 것을 의미한다[1]. 최근 EEG를 이용하여 감정 분류 및 인터넷, 게임, 스마트폰 중독에 관한 연구, 정신 질환에 관한 연구 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 과거에 비해 영화, 게임, SNS 등의 콘텐츠 발전으로 인하여

접근이 늘어난 혐오 정서 자극 완화에 관한 연구를 EEG를 이용하여 다루고자 한다.

혐오 정서는 정서를 범주적 모형에 근거하여 정의한 기본 정서 이론 6가지(행복, 놀람, 공포, 분노, 혐오, 슬픔)의 부정적인 정서 중 하나이다. 진화적인 관점에서 자신에게 해로운 것을 제거하고자 할 때 발생하는 정서를 의미하며, 이 때 그것을 배설하거나 토하는 행위를 보이는 등 구강방어로 여겨져 왔다. 정신의학 영역에서는 강박 장애 혹은 침단, 환, 심해 등과 같은 특정 공포증 그리고 우울증, 정서 불안 등

* Corresponding Author : Hang-Bong Kang, Address: (420-743) Dept. of Digital Media, Catholic Univ. of Korea, Yeokgok 2-dong, Wonmmi-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Korea, TEL : +82-2-2164-4598, FAX : +82-, E-mail : hbkang@catholic.ac.kr

Receipt date : Jan. 6, 2016, Revision date : Mar. 11, 2016
Approval date : Mar. 16, 2016

^{*} Dept. of media technology contents, Catholic University of Korea (E-mail : leemijin0123@gmail.com)

^{**} Dept. of media technology contents, Catholic University of Korea (E-mail : estar2939@gmail.com)

^{***} Dept. of media technology contents, Catholic University of Korea

* This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and future Planning(No. 2015R1A2A1A10056304)

정신 질환과 관련된 정서로 통한다. 혐오 정서는 다양한 유발원을 가지고 있는데, Jonathan Haidt 등[2]은 그 중 대표적인 7가지의 도메인(음식, 특정 혐오 생물, 자극적인 성, 신체훼손, 죽음, 위생, 바다제품)을 핵심 혐오(core disgust)와 동물 상기 혐오(animal reminder disgust)로 분류하였다.

뇌파 혐오 자극에 관한 이전의 기존 연구들은 혐오 정서의 유발원이나 혐오 정서로 인한 활성화, 다른 감정들과의 활성화 차이 비교에 대하여 다루어왔다. 또한 시각적 자극, 후각적 자극, 촉각적 자극 등과 같은 단일적인 자극이 주어졌을 때에 대한 감정 인식 연구를 주로 진행해왔다. 하지만, 본 논문에서는 단일적인 자극만을 주는 것이 아니라 시각적 자극과 청각적 자극을 이용한 복합적인 자극이 주어졌을 때 발생하는 혐오정서에 대하여 기술하였다. 뿐만 아니라 청각적 자극을 통한 혐오 정서 자극의 완화에 대해 연구를 진행하였다는 점에서 기존의 연구들과 다른 차별성을 가지고 있다.

또한 실험 참가자에게 단순한 이미지, 사진이 아닌 짧지만 스토리가 있는 영화 클립을 보여줌으로써 보다 실험 참가자가 혐오 정서에 더욱 몰입할 수 있도록 하였다. 실험참가자의 혐오 시각 자극을 일으키는 영상의 원본을 시청할 때와, 혐오 원본 영상에 원본 음성을 추출한 뒤 음악으로 청각적 자극을 주었을 때의 뇌파 데이터를 비교 분석하였다. 혐오 자극은 혐오 정서를 일으키는 다양한 혐오 유발원 중 가장 뚜렷이 확인할 수 있는 신체훼손에 관한 내용과 혐오 생물체에 관한 내용을 선택하였다. 청각적 자극으로서 차분한 분위기의 음악과 신나는 분위기의 음악을 선택하였다. 뇌파 데이터는 상대파워 스펙트럼을 이용하였고, 이 때에 세타(3~8Hz), 알파(8~12Hz), 베타(12~30Hz), 감마(30~70Hz) 대역 별로 나누어 그 결과를 비교 및 분석하였다. 또한 EEG 데이터 측정 이후 설문조사를 통하여 실험 결과의 정확도를 높이고자 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 여러 감정에 관한 EEG 연구 및 혐오 정서와 관련된 기존의 연구들을 소개하고 본 연구의 필요성을 설명한다. 3장에서는 본 연구를 위한 실험 방법과 과정, 분석 방법을 설명한다. 4장에서는 혐오 유발원 별, 음악의 분위기 별 실험 결과를 분석하고 비교하여 그 특징을 설명하고, 전체 실험 결과 및 그로 인한 논의를 설명

하였다. 마지막 5장에서 전체 연구 내용을 정리 및 앞으로의 연구 방향 논의를 하며 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

인간은 시각, 청각, 후각, 촉각을 통하여 행복, 놀람, 공포, 분노, 혐오, 슬픔 등의 감정을 느끼고 표현한다. 이와 관련하여 다양한 연구들이 각각의 자극으로 인하여 유발된 감정과 그 특징에 대하여 연구하고 있다. Y. Lin[3] 등은 청각적 자극인 음악 감상 중 발생하는 기쁨, 분노, 슬픔, 즐거움 4가지 감정을 연구 대상의 12쌍 전극(DASMI2)을 사용하여 분류하였다. 연구 결과 전두엽과 두정엽에서 추출된 특징 그룹이 감정의 주제 변동에 비교적 둔감하였지만 그 반응이 차별적이라 각 감정을 뇌파를 이용하여 구분이 가능하다는 것을 알 수 있었다. D. Nie[4] 등은 영화클립을 보는 동안 수집된 EEG 데이터를 기반으로 감정인식을 한다. EEG 데이터 분석은 감정을 긍정적인 감정과 부정적인 감정으로 구분하여 사용하였으며 그 결과, EEG 데이터의 감정 인식을 Linear-SVM을 이용하였을 때 87.53%로 가장 높은 정확도로 인식할 수 있었다. M. Murugappan[5] 등은 DWT 기반으로 EEG 신호를 6가지의 정서로 나누어 분석하고 인식하는 연구를 하였다.

다른 감정들과 마찬가지로 기존의 6가지 감정 중 부정적인 정서에 속하는 혐오 정서에 관한 연구 역시 EEG, ECG, fMRI 등 다양한 방법으로 이루어져 왔다. M. Sarlo[6] 등은 혐오 정서를 유발하는 유발원을 신체훼손과 오염으로 분류하여 EEG alpha power 분석을 통하여 유발원 별 활성화 정도를 비교 확인하였고, 그 결과로 신체훼손이 가장 크게 혐오 감정을 느끼게 되는 유발원이라는 것을 알 수 있었다. ECG관련 연구로 D. Palomba[7] 등은 혐오 시각 영상을 보았을 때 FEO의 심장 응답 패턴을 구분하였다. 연구 결과, 중립 영상 시청과 비교하였을 때 혐오 시각 영상을 볼 때 눈 깜빡임 속도, 심장 응답 패턴 속도가 빨랐음을 확인할 수 있다. A. Köchel[8] 등은 혐오, 공포, 중립 상태의 사람 목소리를 실험참가자들에게 들려 주고 NIRS 연구를 진행하였다. 그 결과 각 상태 별로 자극되는 신경 감도의 차이를 확인하며 인간의 청각 도메인에 기본적으로 두 가지의 감정 엘리미터가 존재한다는 것을 확인하였다. S. Syahril[9] 등은

협오자극이 주어지는 동안의 Sub-Gamma Band대역의 EEG 신호를 측정하여 전극 별로 그 파워 스펙트럼 값을 비교하였다.

이처럼 기존의 연구들에서는 감정에 대한 연구뿐만 아니라 협오정서에 대해서도 EEG, ECG, fMRI 등을 이용한 다양한 연구가 이루어져 왔다. 또한 기존의 협오 정서 연구는 주로 활성화 정도와 활성화 지역 검출에 대해서만 다루어져 왔으며 단일적인 자극만을 이용하여 연구하였다는 한계점을 가지고 있다. 하지만 본 연구에서는 협오 시각 자극에 청각적 자극이 미치는 영향을 더하며 단일적인 자극이 아닌 복합적인 자극에 대해서 연구한다는 것에서 의의들을 수 있다. 뿐만 아니라 단순히 협오 정서에 대해 연구하는 것이 아니라 그 정서의 완화여부까지 연구를 확장한다는 점에서 기존의 연구들과의 차별성을 가지고 있다.

앞과 같이 기본 6가지 감정 인식 및 분석에 대한 연구가 EEG, ECG, fMRI 등의 생체 신호를 이용하여 다양하게 이루어져 왔다. 하지만 대부분의 기존 연구들은 여러 자극들을 동시에 주어 그 감정을 분석하기 보다는 단일적인 자극을 이용하여 연구하였다는 한계를 가지고 있다. 하지만 본 연구에서는 시각적 자극에 상이한 분위기의 청각적 자극이 미치는 영향에 대하여 실험하며 복합적인 자극에 대한 반응을 연구한다는 의의를 가지고 있다. 기존의 부정적인 감정 인식과 관련된 연구들은 협오, 공포와 같은 부정적인 정서들로 인한 뇌의 활성화 여부 및 위치 확인, 감정 인식만을 주로 다루어 왔다. 본 연구에서는 기존의 연구에서 얻어진 자료들을 기반으로 실험참가자에게 확실한 자극을 일으킬 수 있는 협오 유발원들을 시각적 자극으로 준비하였다. 뿐만 아니라 시각으로 인한 협오 정서 자극을 완화시키기 위하여 음악으로 청각적 자극을 더하였다. 이것으로 본 연구가 대표적인 부정적인 정서인 협오 정서의 감정 인식 완화가 가능성을 연구한다는 점에서 기존의 협오 정서 연구를 확장하고 있음을 알 수 있다.

3. 실험 방법

3.1 실험 환경

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 실험 장소를 분리하여 실험 참가자에게 실험 외의 자극 없이 편안한 상



Fig. 1. Experimental Environment.

태에서 실험할 수 있도록 독립된 공간에서 1.6조도의 어두운 상태로 실험을 하였다. 실험 장소에는 실험과 관련된 장치만을 두어 실험 참가자의 집중을 높일 수 있도록 실험 환경을 조성하였다. 또한 실험 전날 실험 참가자의 음주를 금하였으며, 실험 참가자가 충분히 수면을 취하도록 권하였다.

3.2 실험 과정

본 연구의 실험 과정은 Fig. 2와 같다. 실험 참가자는 분리된 실험 장소에서 신체훼손 내용과 협오 생물 내용을 포함하고 있는 4가지 협오 정서 유발 영상을 각 영상 별로 2번씩 총 8개의 40초 길이의 영상 클립을 시청하였다. 실험 참가자는 영상의 음성이 포함된 영상을 본 뒤, 영상의 원본음성이 제거되고 차분한 분위기의 음악과 신나는 분위기의 음악이 포함된 영상을 시청하였다. 영상과 영상 사이에는 30초의 휴식 및 감정 제거의 목적으로 검은 화면이 재생되도록 하였다. 실험 중에는 보다 정확한 데이터 수집을 위하여 실험 참가자는 정자세로 앉아 영상을 시청하였으며 심한 움직임을 자제하도록 하였다. 영상과 음악은 영화에서 발췌하였고, 영상과 음악의 목록의 출처 및 썸네일(thumbnail)은 Table 1과 같다. 실험 참가자는 영상을 총 10분 동안 시청한 뒤, 각 영상 별 협오 정도에 대하여 5점 척도로 하여 평가하였다.

3.2 분석 방법

본 실험은 NeuroScan 뇌파측정기계를 사용하여 뇌파를 측정하였으며 Curry 7 소프트웨어프로그램을 사용하였다. 실험에는 남자 11명, 여자 8명 총 19명이 참여하였다. 총 19명의 실험 참가자 중 실험 시

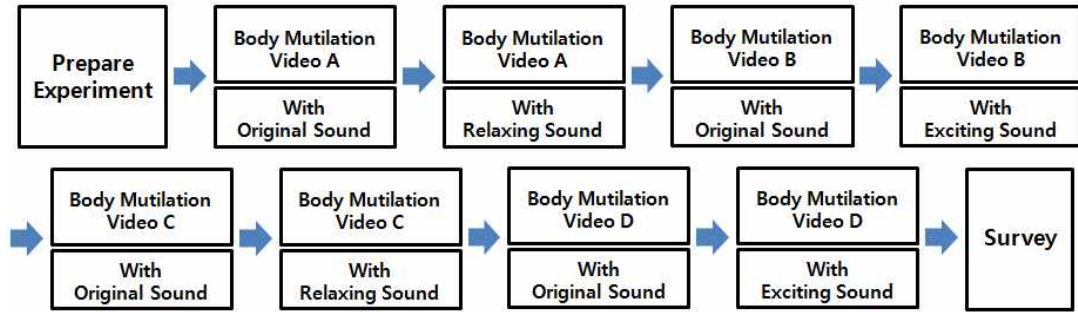






Fig. 2. Experimental Procedure.

Table 1. List of video and music used in the experiment

List of video					
Category	A	B	Category	C	D
Body Mutilation	The dentist <Final Destination5>	The gymnast <Final Destination5>	Disgusting Creature	The alien <Slither>	The disgust worm <Slither>
					
List of Music					
Relaxing Music	Yumeji's Theme <In the mood for love>		Exciting Music	Give it up <Kings man>	

격한 움직임, 졸음 등의 상황통제의 문제 및 데이터 오류 등을 제외한 후 15명의 데이터를 기반으로 분석하였다. 본 연구는 64 채널의 전극을 이용하여 뇌파를 수집하였으며 샘플링 주파수를 500KHz로 하였다. 보다 정확한 결과를 위하여 실험 중 임피던스(Impedence)는 10kΩ이하로 유지하였다.

전체 EEG 데이터를 영상과 음악의 분위기 별로 8구간(AO, AS, BO, BS, CO, CS, DO, DS)으로 나누어 최대 40초의 길이로 추출한 뒤, Curry 7을 이용하여 데이터의 기준선을 상수로 맞추어주었다(Baseline Correlation). 눈 깜빡임으로 인한 신호의 잡음을 제거하기 위하여 임계 값을 벗어나는 범위의 부분을 해당 부분의 200ms 이전과 800ms 이후의 영역의 공분산(Covariance) 값으로 대체하였다. 필터를 적용시켜 준 뒤 파워스펙트럼의 비교를 위하여 델타, 세타, 알파, 베타, 감마 그리고 전체 주파수 영역인 total을 대역 별로 추출하였다. 본 연구에서는 전체 주파수 영역의 파워에 대한 해당 영역 주파수대 성분 파

위의 비인 상대 파워(Relative power)의 최대 값을 비교하였다.

4. 실험 결과

4장에서는 혐오 유발 중 신체훼손 카테고리의 첫 번째 원본 영상을 AO, 차분한 분위기의 음악이 포함된 첫 번째 영상을 AS, 두 번째 원본 영상을 BO, 신나는 분위기의 음악이 포함된 두 번째 영상은 BS라고 표현하였다. 그리고 혐오생물 카테고리의 세 번째 원본 영상을 CO, 차분한 분위기의 음악이 포함된 세 번째 영상을 BS, 네 번째 원본 영상을 DO, 신나는 분위기의 음악이 포함된 영상을 DS라고 표현하였다.

64개의 전극 중 좌뇌, 우뇌의 대칭성의 상관없이 값을 확인하기 위하여 머리의 가운데 부분인FZ, CZ, PZ, OZ 전극의 데이터 중 상대 파워 스펙트럼 값을 카테고리 별로 나누어 나타내었다. 각각의 수치는 상대파워 스펙트럼의 μ 값을 나타낸다.

4.1 신체훼손

4.1.1 FZ

Table 2는 신체훼손 내용을 포함하고 있는 AO, AS, BO, BS 영상을 볼 때 FZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. AO, AS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 AO 영상에서 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼 값은 미미한 차이를 나타내고 있었다. BO, BS 영상을 보는 동안 또한 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 BO 영상에서 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼 값은 미미한 차이를 나타내고 있었다.

4.1.2 CZ

Table 3는 신체훼손 내용을 포함하고 있는 AO, AS, BO, BS 영상을 볼 때 CZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. AO, AS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼과 베타 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 AO 영상에서 더

높은 값을 나타내고 있었다. 알파 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 값의 차이를 보였다. BO, BS 영상을 보는 동안에는 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 음악이 삽입되지 않은 BO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 값의 차이를 나타내고 있었다.

4.1.3 PZ

Table 4는 신체훼손 내용을 포함하고 있는 AO, AS, BO, BS 영상을 볼 때 PZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. AO, AS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼, 알파 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 AO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 값의 차이를 나타내고 있었다. BO, BS 영상을 보는 동안 또한 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 BO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 값의 차이를 나타내고 있었다.

Table 2. The Relative Power Spectrum of FZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
AO	-0.82656	-0.38398	-0.03452	-0.00055
AS	-0.82659	-0.384	-0.03452	-0.00055
BO	-0.82651	-0.38396	-0.03452	-0.00055
BS	-0.8266	-0.384	-0.03452	-0.00055

Table 3. The Relative Power Spectrum of CZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
AO	-0.8266	-0.38401	-0.03452	-0.00055
AS	-0.82662	-0.38401	-0.03453	-0.00055
BO	-1.03128	-0.47909	-0.04307	-0.00069
BS	-1.03131	-0.4791	-0.04307	-0.00069

Table 4. The Relative Power Spectrum of PZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
AO	-0.82652	-0.38396	-0.03452	-0.00055
AS	-0.82658	-0.38399	-0.03452	-0.00055
BO	-1.03109	-0.47898	-0.04307	-0.00069
BS	-1.03112	-0.479	-0.04307	-0.00069

4.1.4 OZ

Table 5는 신체훼손 내용을 포함하고 있는 AO, AS, BO, BS 영상을 볼 때 OZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. AO, AS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼, 알파 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 AO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 값의 차이를 나타내고 있었다. BO, BS 영상을 보는 동안 또한 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 BO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 값의 차이를 나타내고 있었다.

4.2 혐오생물체

4.2.1 FZ

Table 6는 혐오생물체 내용을 포함하고 있는 CO, CS, DO, DS 영상을 볼 때 FZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. CO, CS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼, 알파 상대 파워스펙트럼, 베타 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지

않은 CO 영상에서 높은 값을 나타내고 있었다. 감마 상대 파워스펙트럼 값은 미미한 차이를 나타내고 있었다. DO, DS 영상을 보는 동안 또한 세타 상대 파워스펙트럼, 알파 상대 파워스펙트럼, 베타 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 DO 영상에서 높은 값을 나타내고 있었다. 감마 상대 파워스펙트럼 값은 미미한 차이를 나타내고 있었다

4.2.2 CZ

Table 7는 혐오생물체 내용을 포함하고 있는 CO, CS, DO, DS 영상을 볼 때 CZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. CO, CS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 음악이 삽입되지 않은 CO 영상에서 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼 값은 미미한 차이를 나타내고 있었다. DO, DS 영상을 보는 동안에는 세타 상대 파워스펙트럼, 알파 상대 파워스펙트럼, 베타 상대 파워스펙트럼 모두 음악이 삽입되지 않은 DO 영상에서 높은 값을 나타내고 있었다. 감마 상대 파워스펙트럼 값은 미미한 차이를 나타내고 있었다.

Table 5. The Relative Power Spectrum of OZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
AO	-0.62179	-0.28885	-0.02597	-0.00041
AS	-0.62188	-0.28889	-0.02597	-0.00041
BO	-0.82656	-0.38398	-0.03452	-0.00055
BS	-0.8266	-0.38399	-0.03452	-0.00055

Table 6. The Relative Power Spectrum of FZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
CO	-1.23603	-0.5742	-0.05162	-0.00082
CS	-1.23607	-0.57421	-0.05163	-0.00082
DO	-0.8266	-0.384	-0.03452	-0.00055
DS	-0.82662	-0.38401	-0.03453	-0.00055

Table 7. The Relative Power Spectrum of CZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
CO	1.94059	-1.03134	-0.47911	-0.04308
CS	1.940651	-1.0314	-0.47913	-0.04308
DO	1.939864	-1.0309	-0.47889	-0.04306
DS	1.940581	-1.03131	-0.47911	-0.04308

4.2.3 PZ

Table 8는 혐오생물체 내용을 포함하고 있는 CO, CS, DO, DS 영상을 볼 때 PZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. CO, CS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼과 베타 상대 파워스펙트럼에서 음악이 삽입되지 않은 CO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 알파 상대 파워스펙트럼에서는 CS 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었으며, 감마 상대 파워스펙트럼에서는 미미한 차이를 나타내고 있었다. DO, DS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼, 알파 상대 파워스펙트럼, 베타 상대 파워스펙트럼에서 DS 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 감마 상대 파워스펙트럼 값에서는 미미한 차이를 나타내고 있었다.

4.2.4 OZ

Table 9는 혐오생물체 내용을 포함하고 있는 CO, CS, DO, DS 영상을 볼 때 OZ 전극에서의 상대 파워스펙트럼 값을 나타내고 있다. CO, CS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 음악이 삽입된 CS에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼 값에서는 미미한 차이를 나타내고 있었다. DO, DS 영상을 보는 동안 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 음악을 포함하지 않은 DO 영상에서 더 높은 값을 나타내고 있었다. 베타 상대 파워스펙트럼과 감마 상대 파워스펙트럼 값에서는 미미한 차이를 나타내고 있었다.

4.3 전체 결과 및 논의

위의 Table 2~Table 9는 신체훼손 자극과, 혐오 생물체 자극을 보았을 때 나타난 FZ, CZ, PZ, OZ 전극의 상대 파워스펙트럼 값들을 나타내고 있다. 본 연구에서는 차분한 분위기의 음악과 신나는 음악을 실험 참가자에게 들려주었을 때 실험 참가자가 느끼는 혐오도를 대하여 측정하였다. 각 전극에서 나타난 상대 파워스펙트럼 값 중 감마 상대 파워스펙트럼은 전체적인 전극과 혐오 유발원에서 큰 차이가 나타나지 않았다. 반면 세타, 알파, 베타 상대 파워스펙트럼에서 그 차이를 확인할 수 있었으며, 실험참가자가 느낀 혐오도의 차이를 비교할 수 있었다.

혐오생물체 자극으로 인한 PZ 전극의 자극을 제외한 모든 전극에서 원본 영상으로 인한 혐오 자극이 음악으로 청각적 자극을 함께 준 혐오 자극보다 강하게 나왔음을 확인할 수 있다. 이것은 기존의 Y. Lin 등의 연구에서 음악의 감정에 따라 반응이 차별적이었던 결과와 같이 시각적 자극이 주어지고 있을 때의 음악으로 인한 청각적 자극이 영향을 미치는 것으로 추론할 수 있다. 또한 실험참가자들이 혐오를 느낄 때 전류밀도 변화를 보이는 세타 상대 파워스펙트럼의 변화를 통하여 실험참가자들이 느끼는 혐오도가 영상과 함께 음악을 들었을 때 혐오도가 감소하였다고 해석할 수 있다.

앞의 결과들로 본 연구에서 EEG를 이용하여 음악으로 인한 청각적 자극이 혐오 시각 자극에 영향을 미치는가에 대한 논제가 각 상대 파워스펙트럼 값의 차이를 통하여 확인되었음을 알 수 있다. 또한 실험

Table 8. The Relative Power Spectrum of PZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
CO	-0.82554	-0.39482	-0.03448	-0.00055
CS	-0.82878	-0.38506	-0.03461	-0.00055
DO	-0.6219	-0.28891	-0.02597	-0.00041
DS	-0.62185	-0.28889	-0.02597	-0.00041

Table 9. The Relative Power Spectrum of OZ

	Theta/Total	Alpha/Total	Beta/Total	Gamma/Total
CO	-0.82654	-0.39529	-0.03452	-0.00055
CS	-0.82653	-0.38396	-0.03452	-0.00055
DO	-0.82652	-0.38395	-0.03452	-0.00055
DS	-0.82654	-0.38397	-0.03452	-0.00055

참가자들이 실험 후 작성한 설문조사의 결과와 뇌파 실험의 결과가 원본 영상이 더욱 혐오스럽다고 느껴진다는 점에서 일치하여 이로 인하여 본 실험 결과의 신뢰도를 높일 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 혐오 시각 자극에 청각적 자극이 미치는 영향을 연구하기 위하여 진행되었다. 본 연구에서 혐오 유발원은 신체훼손, 혐오생물체 두 가지를 선택하였고, 각 유발원의 내용을 포함하는 40초 길이의 혐오 영상을 혐오 시각 자극으로 이용하였다. 청각적 자극으로는 차분한 분위기와 신나는 분위기 두 가지의 음악을 사용하였다. 본 연구에서는 실험 대상자에게 혐오 시각 자극만을 주었을 때와 혐오 시각 자극에 청각적 자극을 더하여 주었을 때의 뇌파 변화를 비교 하였다.

그 결과 시각 자극만을 주었을 때보다 청각적 자극을 함께 주었을 때 뇌파 상대파워 스펙트럼이 세타 상대 파워스펙트럼과 알파 상대 파워스펙트럼에서 주로 낮게 나타남을 확인하였다. 즉, 혐오 시각 자극에 청각적 자극을 주었을 때 실험 참가자들이 느끼는 혐오감이 일정부분 줄어들었음을 알 수 있었다. 또한 신체훼손의 내용을 포함한 영상에서의 자극과 혐오 생물체의 내용을 포함한 영상에서의 자극이 서로 상이함을 확인하였다. 이로 혐오 유발원 별로 반응하는 음악의 분위기가 다르다는 것을 알 수 있었다. 또한 실험 참가자들의 실험 후의 설문 조사의 결과와 실험 결과의 일치로 위의 결과에 대한 신뢰를 얻을 수 있었다.

본 연구는 기존의 다른 연구들과는 달리 단일적인 자극만을 이용한 것이 아니라 시각적 자극에 청각적 자극을 더하여 줌으로써 복합적인 자극을 통한 혐오 정서 인식에 대한 연구를 진행하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 피험자가 시각적 자극만 주어졌을 때보다 시각적 자극과 청각적 자극이 함께 주어졌을 때 혐오 정서를 덜 느꼈다는 것을 설문조사 결과와 실험 결과로써 알 수 있었다. 이는 청각적 자극에 의해 혐오정서가 완화되었음을 의미한다.

혐오 유발원에는 신체훼손과 혐오 생물체뿐만 아니라 음식, 자극적인 성, 죽음, 위생, 바디제품 등과 같은 다양한 것들이 포함되어 있다. 하지만 본 연구에서는 신체훼손과 혐오 생물체에 한하여 연구를 진

행하였기에 다양한 혐오 유발원을 포함한 추가적인 연구가 더 필요할 것이다. 더 나아가서 시각적, 청각적 자극 외에 촉각적 자극과 같이 다른 자극에 의한 혐오 정서 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 청각적 자극 이외에 혐오 정서를 완화시킬 수 있는 다른 자극들은 무엇이 있는 지 알아보는 것 또한 좋은 연구가 될 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 본 연구는 EEG 연구만을 진행하였지만 혐오 정서 와 관련하여서 EEG, ECG와 같이 다양한 연구 방법들을 동시에 진행하는 연구 역시 필요할 것이다.

REFERENCE

[1] M. Cohen, *Analyzing Neural Time Series Data*, MIT Press, Cambridge MA, 2014.

[2] J. Haidt, C.M. Cauley, and P. Rozin, "Individual Differences in Sensitivity to Disgust : A Scale Sampling Seven Domains of Disgust Elicitors," *Journal of Personality and Individual Differences*, Vol. 16, Issue 5, pp. 701-713, 1994.

[3] Y. Lin, C. Wang, T. Jung, T. Wu, S. Jeng, J. Duann, et. al, "EEG-based Emotion Recognition in Music Listening," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 57, No. 7, pp.1798-1806, 2010.

[4] D. Nie, L. Shi, and B. Lu, "EEG-based Emotion Recognition During Watching Movies," *Proceeding of International IEEE/ EMBS Conference*, pp.667-670, 2011.

[5] M. Murugappan, M. Rizzon, R. Nagarajan, S. Yaacob, D. Hazry, and I. Zunaidi, "Time-Frequency Analysis of EEG Signals for Human Emotion Detection," *Proceeding of International Federation for Medical and Biological Engineering*, Vol. 21, pp. 262-265, 2008.

[6] M. Sarlo, G. Buodo, S. Poli, and D. Palomba, "Changes in EEG Alpha Power to Different Disgust Elicitors : the Specificity of Mutilations," *Neuroscience Letters*, Vol. 382, Issue 3, pp. 291-296, 2005.

[7] D. Palomba, M. Sarlo, A. Angrilli, A. Mini, and L. Stegagno, "Cardiac Responses Associated with Affective Processing of Unpleasant Film Stimuli," *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 36, Issue 1, pp. 45-57, 2000.

[8] A. Köchel, F. Schöngassner, A. Schienle, A. Schienle, "Cortical Activation During Auditory Elicitation of Fear and Disgust: A Near-infrared Spectroscopy (NIRS) Study," *Neuroscience Letters*, Vol. 549, pp. 197-200, 2013.

[9] S. Syahril and K.S. Subari, "Detection of Disgust in The EEG Sub-Gamma Band," *Proceeding of IEEE Region 10 Conference*, pp. 293-297, 2011.

[10] M.G. Wheaton, A. Holman, C.A. Rabinak, A. M. Namara, G.H. Proudfit, and K.L. Phan, "Danger and Disease : Electrocortical Responses to Threat-and Disgust-eliciting Images," *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 90, Issue 2, pp. 235-239, 2013.

[11] M. Lewis, J.M. Haviland-Jones, and Lisa Feldman Barrett, *Handbook of Emotion*, Guilford Press, New York NY, 2010.

[12] T. Gasser, P. Bächer, and J. Möcks, "Transformations Towards the Normal Distribution of Broad Band Spectral Parameters of the EEG," *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Vol. 53, Issue 1, pp. 119-124, 1982.

[13] A. Takemoto, K. Nakamura, Y. Koike, "Single-trial EEG Data to Classify Type and Intensity of Facial Emotion from P100 and N170," *Neural Networks, International Joint Conference*, pp 3156-3163, 2009.

[14] R.S. Schaefer, R.J. Viek, and P. Desain, "Music Perception and Imagery in EEG : Alpha Band Effects of Task and Stimulus," *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 82, Issue 3, pp. 254-259, 2011.

[15] I.H. Gotlib, "EEG Alpha Asymmetry, Depression, and Cognitive Functioning," *Cognition and Emotion*, Vol. 12, Issue 3, pp. 449-478,

1998.

[16] S. Kim, S. Kim, and H. Kang, "Comparison of EEG During Watching Emotional Videos according to the Degree of Smartphone Addiction," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 18, No. 5, pp. 599-609, 2015.

[17] J. Lee and H. Kang, "EEG and ERP Based Degree of Internet Game Addiction Analysis," *Journal of the Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 11, pp. 1328-1334, 2014.

[18] W. Jung, D. Park, J. Yu, S. Ryu, J. Ha, and B. Shin, "The Change of Cortical Activity Induced by Visual Disgust Stimulus," *Sleep Medicine and Psychophysiology*, Vol. 20, Issue 2, pp. 75-81, 2013.



이 미 진

2013년~현재 가톨릭대학교 미디어기술콘텐츠학과 학사과정. 관심분야는 뇌 인지 과학, 컴퓨터 비전, 신호처리, HCI



김 혜 린

2014년~현재 가톨릭대학교 미디어기술콘텐츠학과 학사과정. 관심분야는 뇌 인지 과학, 컴퓨터 비전, 신호처리, HCI



강 행 봉

1980년 한양대학교 전자공학과 (학사)
1986년 한양대학교 전자공학과 (석사)
1989년 Ohio State Univ. 컴퓨터 공학(석사)

1993년 Rensselaer Polytechnic Institute 컴퓨터 공학(박사)
1993년~1997년 삼성종합기술원 수석연구원
1997년~현재 가톨릭대학교 디지털미디어학과 교수
관심분야 : 컴퓨터비전, 기계학습, HCI, 컴퓨터그래픽스, 인공지능