

범죄관련 공포 영상 콘텐츠 시청 시 발생하는 뇌파의 ERP 변화 분석

김용우[†], 강행봉^{**}

An Analysis on the Change in ERP caused from watching Fear of Crime Video contents

Yong-Woo Kim[†], Hang-Bong Kang^{**}

ABSTRACT

Even though there are many studies on emotion recognition using EEG, there is a few research on specific emotion recognition in detail. In this paper, we construct test videos and conduct congruent-incongruent test for analysis on fear of crime. We compared the differences of event-related potential of subjects before and after watching the video using the congruent-incongruent test and analyzed the fear that subject perceived. Our results demonstrate that subjects showed lower amplitudes for unexpected stimuli in the PZ, POZ, and OZ electrodes of the occipital lobe, which process visual stimuli. These results indicate that the perception of subject is slower for unexpected objects.

Key words: Fear of Crime, EEG, ERP, Emotion

1. 서 론

사람들은 두려움을 느낄 때 주변 환경의 작은 변화에도 민감하게 반응한다. 이러한 반응을 측정하기 위해 현실세계에서 두려움을 느끼는 상황을 발생시키는 것은 어렵다. 따라서, 본 논문에서는 범죄 관련 영상을 이용하여 두려움을 측정한다. 영상은 허구라는 것을 인지하고 있기 때문에 현실 세계에서 인지하는 두려움과 영상을 시청하는 동안 인지하는 두려움은 다르게 나타날 수 있다. 그러나, 사람들은 영상에서 인지하는 두려움을 영상 시청이 끝난 뒤에도 지속적으로 인지하는 경우가 있는데, 이는 영상에서 두려

움을 느낀 요인이 현실 세계에서도 발생할 수 있다고 생각하기 때문이다. 영상 시청 전후의 인지 변화에 대한 연구와 영상을 통해 현실 세계에서 인지할 수 있는 범죄의 두려움(Fear of crime)에 대한 연구가 필요하다.

범죄의 두려움과 실제 범죄율 사이의 직접적인 연관은 없지만 현실 세계에서 인지하는 두려움의 이유는 범죄와 관련이 있는 경우가 많다[1-4]. 범죄의 두려움은 범죄가 발생할 것이라는 생각에서 비롯된 두려움의 종류이다. 범죄의 두려움에 대한 연구는 범죄의 발생 빈도와 범죄 관련 소셜 네트워크 글의 발생 빈도를 이용하여 진행되어왔다[5-7]. 그러나 범죄의

※ Corresponding Author : Hang-Bong Kang, Address: (420-743) Dept of Digital Media, Catholic Univ. of Korea, 43-1 Yeogok 2-dong, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Korea, TEL : +82-2-2164-4598, FAX : +82-, E-mail : hbkang@catholic.ac.kr

Receipt date : Feb. 7, 2017, Revision date : Apr. 17, 2017
Approval date : Apr. 30, 2017

[†] Dept. of Media Engineering, Catholic University of Korea (E-mail : k.yongwoo93@gmail.com)

^{**} Dept. of Media Engineering, 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)

두려움은 개인이 느끼는 것이기 때문에 개인의 상태를 통한 분석이 진행되어야 한다.

개인의 상태를 분석하기 위해, 뇌파(Electroencephalogram, EEG)를 이용한 개인의 감정과 관련된 연구는 지속적으로 진행되어왔다[8-10]. 뇌가 감정 기능을 하기 위해 피질이 특정 수준까지 활성화하는 것을 발견하였고[11], 정서 반응과 정서 장애와 관련된 개인 특성에 따라서 뇌파의 비대칭이 발생하는 것을 발견하였다[12]. 기쁜 사진과 불쾌한 사진에 대한 반응을 측정하는 연구가 진행되었다[13]. 시각단어 처리에서 감정과 집중에 대한 연구도 진행되었고, 촉진된 감정적 자극 처리에 대한 연구도 진행되어왔다[14-15]. 그러나 긍정 혹은 부정의 감정만을 분류할 뿐 특정 감정에 관하여 분석을 진행한 연구는 미흡하다. 인간은 같은 긍정의 감정이라도 다르게 받아들이기 때문에 감정을 더 자세하게 나누어 분석하는 것이 필요하고, 범죄의 두려움에 대해 분석하기 위해 두려운 감정에 대한 연구가 필요하다.

범죄의 두려움과 관련한 연구는 주로 설문과 인터뷰를 이용하여 연구를 진행되어왔다. 그러나 설문조사로는 연구대상자가 범죄의 두려움을 인지할 때 발생하는 신체적인 변화를 확인하지 못하였다. 본 논문에서는 연구대상자가 범죄의 두려움을 인지할 때 발생하는 변화를 뇌파를 이용하여 측정하고 분석한다. 두려움을 유발하기 위해 범죄관련 영상을 시청하고, 인지 능력을 평가하기 위해 영상 시청 전후에 실시한 일치-불일치 검사(Congruent-Incongruent Test)의 사건 관련 전위(Event related potential, ERP)을 이용하여 다음 두가지 가설을 입증한다.

가설1. 예측하지 못한 자극이 제시되었을 때 연구대상자의 인지 능력은 저하될 것이다.

가설2. 두려움을 느끼지 못하는 상황보다 두려움을 느끼는 상황에서 연구 대상자는 예측하지 못한 자극에 대한 인지 능력이 저하될 것이다.

가설 1은 인지 능력의 저하가 두려움 때문이 아닌 예측하지 못한 자극으로 인해 저하되는 것을 확인하기 위한 것이고, 일치 자극과 불일치 자극 사이의 차이를 통해 확인하였다. 가설 2는 두려움을 인지할 때 두려움으로 인한 인지 능력의 저하가 있는지를 확인하기 위한 것이고, 두려운 영상 시청 전후의 차이를 통해 확인하였다.

본 논문에서는 영상 시청 도중 인지하는 두려움을

지속적으로 인지하는지를 확인하기 위해, 뇌파검사를 이용하여 영상 시청 전후의 뇌파를 측정하고 변화를 분석하였다. 영상은 직접 제작한 영상을 사용하였으며, 공포영상을 이용하여 두려움을 유발하였다. 일치-불일치 검사를 진행하고 영상을 시청한 뒤 일치-불일치 검사를 다시 진행하였다. 검사를 진행하는 동안 뇌파를 측정하였고 측정된 뇌파는 사건 관련 전위를 이용하여 분석하고 전후의 변화를 확인하였다. 그리고, 사회 과학 통계 패키지(Statistical package for social science, SPSS)를 이용하여 영상 시청 전후의 변화에서 유의미한 차이가 있는지 확인하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 두려움을 측정된 기존 연구들을 기술하였다. 제 3장에서는 뇌파 측정을 위해 사용한 일치-불일치 검사와 시청 영상에 대해 기술하고, 제 4장에서는 일치-불일치 검사의 결과와 영상 시청 전후의 변화에 대하여 기술하였다. 제 5장에서는 결론 부분으로 이루어졌다.

2. 관련연구

감정에 대한 기존 연구들은 감정을 둘 혹은 세 그룹으로 나누어 분류하였다. Nie D. et al.[8]은 영상을 시청하는 동안 발생하는 감정을 긍정과 부정으로 분류하는 연구를 진행하였다. 뇌파검사 데이터를 사용하였으며, support vector machine(SVM)을 이용하여 감정을 분류하였고 87.53%의 정확도를 얻었다. Lin Y.P. et al.[9]은 SVM을 사용하여 음악을 듣는 동안 발생하는 감정을 즐거움과 화남, 슬픔, 기쁨으로 나누어 분류하였고, 그 결과 82.29%의 정확도를 얻었다. 감정을 긍정과 부정으로 분류하는 경우 높은 정확도를 얻었으나, 세분화하여 분류하는 경우 비교적 낮은 정확도를 얻었다. 세분화된 감정을 분류하기 위해 특정 감정에 대한 연구의 진행이 필요하다. 본 논문에서는 뇌파를 이용하여 두려운 감정에 대해서 분석한다.

Dongen V. et al.[13]은 사진을 이용한 감정 연구에서 널리 사용되는 International Affective Picture System(IAPS)[16]를 이용하여 그림과 사진을 볼 때 연구 대상자의 뇌파 변화를 측정하고 late positive potential(LPP)을 분석하였다. 그 결과, 연구 대상자들은 그림을 사진보다 더 미화하여 판단한다는 결과를 얻었다. LPP는 기존 두려움을 측정하는데 있어서

검증된 방법 중 하나이다[17].

뇌파를 이용하여 감정을 분석하는 방법으로 사건 관련 전위도 사용되고있다. Kissler J. et al.[14]은 시각단어를 처리할 때 나타나는 사건 관련 전위를 측정하였고 감정적인 단어 내용은 자연스럽게 처리되며 문법의 간섭을 받지 않는다는 것을 확인하였다. Schupp H.T. et al.[15]은 정서적 자극에 대해서 early posterior negativity(EPN)[18-20]의 진폭을 증가시켜 자극의 선택적 부호화를 유도하는 것을 발견하였다. 순간적인 감정과 감정을 인지하는 과정에 대한 연구는 많이 진행되었으나, 지속적으로 인지하는 감정에 대한 연구는 미흡하다.

감정에 따른 뇌파의 스펙트럼과 주파수 특성을 분석한 연구가 있다[21]. 감정을 기쁨과 화남, 두려움, 슬픔으로 나누어 뇌파의 특성을 분석하였고 알파파의 최대 주파수 빈도가 기쁨과 화남 감정에 대해서는 증가하고 두려움과 슬픔 감정에 대해서는 감소하는 결과를 보였다. 뇌파를 이용하여 감정을 분석하는 연구가 진행되어왔으나, 두려운 감정에 대한 연구의 진행은 미흡하다. 두려운 감정에 대한 연구는 영상을 이용한 연구보다 범죄의 두려움에 대한 연구가 많이 진행되어왔다. 범죄의 두려움에 대한 주된 연구주제 중 하나인 범죄의 두려움과 실제 범죄율의 차이를 입증하는 연구는 많이 진행되어왔다. Roman C.G. et al.[1]은 흑인 인구의 범죄율이 범죄의 두려움에 영향을 받지 않는다는 것을 보여주었다. 또한, Lorenc T. et al.[3-4]은 범죄에 대한 두려움이 신체와 사회적 환경에 미치는 영향을 조사하였다. 범죄의 두려움과 환경, 개인의 정신건강 사이의 관계에 대해 추정하는 방법을 개발하였다. Goodey J.[22-23]은 설문을 이용하여 성별 차이에 따른 범죄의 두려움 연구를 진행하였고, Hollway W. et al.[24-25]와 Hopkins P.E. et al.[26]는 인터뷰를 통해 범죄의 두려움에 대한 경험을 조사하였다. Little J. et al.[27]은 인터뷰를 통해 시골 지역의 범죄의 두려움을 조사하였다.

기존의 범죄의 두려움에 대한 연구들은 설문과 인터뷰를 통하여 연구를 진행하였다. 그러나, 설문과 인터뷰는 연구대상자의 변화를 객관적으로 측정하지 못하는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 뇌파를 이용하여 연구대상자가 범죄의 두려움을 느낄 때 발생하는 변화를 측정하였다. 범죄의 두려움을 유발하는 영상 시청 전후의 뇌파를 측정하고 비교하여 인지

능력의 차이를 분석한다.

3. 실험 방법

3.1 일치-불일치 검사

모니터를 이용하여 구성하는 환경과 실제 환경 사이에는 큰 차이가 존재한다. 실제 환경에서는 시점의 이동에 따라서 초점이 변화하지만, 모니터를 이용하면 초점이 모니터에 고정되는 문제가 발생한다. 또한, 실제 환경에서는 한번에 다양한 자극을 받아들이는데 모니터를 이용한 환경에서는 하나의 자극만 받을 수 있는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 헤드 업 디스플레이(Head-Up-Display, HUD)와 모니터를 동시에 이용하여 초점의 이동이 발생하도록 유도하였고, 헤드 업 디스플레이를 사용함으로써 총 2개의 자극을 동시에 제시할 수 있는 환경을 구축하였다. 2개의 자극을 동시에 보여주기 위해 헤드 업 디스플레이와 일반 모니터를 이용하였다. 헤드 업 디스플레이를 구현하기 위해, 바닥에 모니터를 두고 절반의 빛을 투과하고 나머지 절반의 빛을 반사하는 하프 미러를 모니터 위에 대각선으로 놓았다. 헤드 업 디스플레이를 모니터와 연구대상자 사이에 구현하여 연구대상자가 동시에 2개의 화면을 볼 수 있도록 하였다. Fig. 1은 헤드 업 디스플레이를 구현한 실험 환경이다. 그림에서의 초록색 선은 모니터의 화면이 하프 미러에 의해 굴절되어 헤드 업 디스플레이의 화면을 나타내는 과정이다.

자극이 나온 시점의 뇌파 변화를 확인하기 위해 사건 관련 전위를 확인할 수 있고 모니터와 헤드 업 디스플레이의 두 자극을 이용하여 실시할 수 있는 일치-불일치 검사를 실시하였다. 모니터의 자극과 헤드 업 디스플레이에 자극이 동일하면 일치 자극,

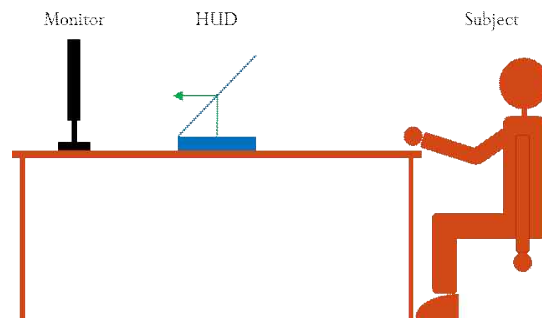


Fig. 1. Experiment environment.

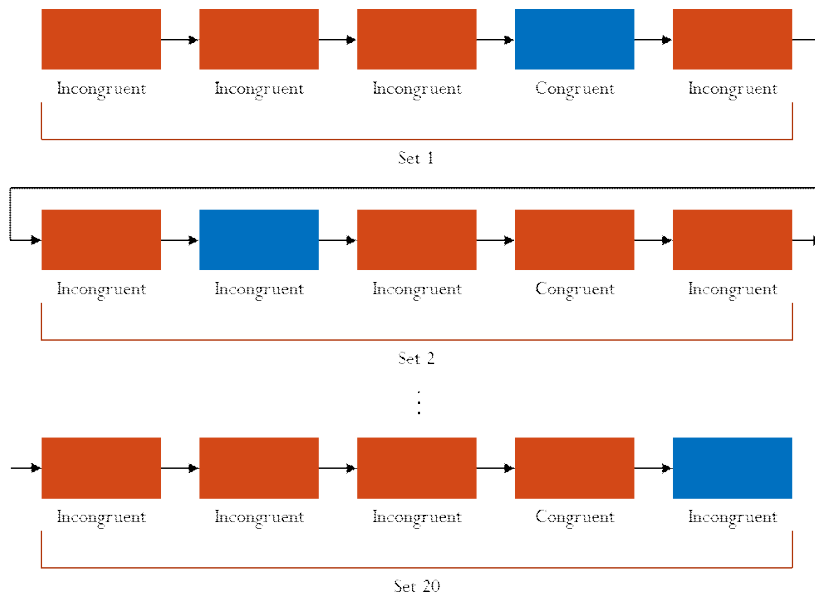


Fig. 2. Composition of Congruent-Incongruent Test.

다르면 불일치 자극으로 일치-불일치 검사를 설계하였다. 연구 대상자에게 불일치 자극의 경우 마우스 좌클릭을 하고, 일치 자극의 경우 마우스 우클릭을 하도록 지시하였다. 5번의 자극이 하나의 세트로 구성되었으며, 한번의 세트에서 한번의 일치 자극이 제시되도록 구성하였다. 일치 자극과 불일치 자극의 순서는 피험자가 예상한 자극의 순서와 다르게 제시하기 위해서 항상 다르게 제시하였다. 각 자극은 0.2초 동안 제시되고, 자극과 자극 사이에 1초~1.8초 사이의 공백을 가진다. 한번의 일치-불일치 검사는 20번의 세트로 이루어져 있다. 일치-불일치 검사는 E-prime 프로그램을 이용하여 제작하였고, 뇌파 측정 도중 자극이 나온 시점을 기록할 수 있도록 제작하였다. Fig. 2는 일치-불일치 검사의 흐름을 나타내는 그림이다. 한번의 세트에서 일치 자극은 한번 제시되고, 일치 자극의 위치는 항상 랜덤하게 나타난다. Fig. 3는 일치-불일치 검사의 자극을 나타낸 것이다. 일치 자극과 불일치 자극은 프로그램 내부에서 무작위로 선정하여 지속적으로 바뀌었다.

3.2 실험 영상

실험 영상은 연구 대상자가 두려움을 느낄 수 있도록 아무도 없는 숲길을 걷는 영상과 소리를 이용하여 제작하였다. 범죄에 대한 두려움을 유발하기 위해

환경 디자인을 통한 범죄 예방(Crime Prevention Through Environment Design, CPTED)을 충족하지 못하는 상황을 촬영하여 범죄의 두려움을 유발하는 영상을 제작하였다. 환경 디자인을 통한 범죄 예방은 3가지 요소로 이루어지고 3가지 요소는 감시와 접근통제, 공동체 강화로 이루어져 있다. 그리고 비명소리와 공포영화에서 사용되는 배경음악을 이용하여 공포감을 증폭할 수 있도록 제작하였다. 영상의 길이는 총 5분으로, 30초~1분 간격으로 공포감을 조성하는 소리를 재생하였다. Fig. 4는 실험에 사용한 영상을 캡처한 이미지이다. 아무도 없는 상황에서 촬영하여 두려움을 느낄 수 있도록 제작하였다.

3.3 실험 과정

연구 대상자는 남성 14명과 여성 7명으로 총 21명의 연구 대상자가 참여하였다. 연구 대상자들의 나이

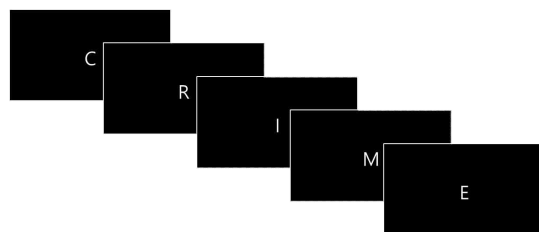


Fig. 3. Congruent-Incongruent test stimuli.



Fig. 4. Experiment image.

는 만 19세부터 만 28세 사이이고, 평균 나이는 21.85세이다. ERP 측정에 있어서 뇌 편측성(Brain laterality)이 영향을 미치지 않을 것이라고 예상하였으나, 다른 결과가 나타날 수 있는 가능성을 제거하기 위해서 모든 연구 대상자는 오른손잡이를 모집하였다.

일치-불일치 검사를 실시하고 영상을 시청한 후 다시 일치-불일치 검사를 실시하였다. 분석을 위해 실험 도중 뇌파 측정 장비인 Neuroscan사의 Syn Amps RT 64-channel Amplifier와 64-channel Quik-Cap을 이용하여 뇌파를 기록하였다. 뇌파 측정 중 기술적인 문제로 4명의 데이터가 기록되지 않았고, 2명의 연구 대상자가 연구 진행 중 졸았기 때문에 총 6명의 데이터를 제거하였다. 각 일치-불일치 검사마다 20번의 세트를 반복함으로써 데이터의 신뢰성을 확보하였다. 뇌파 측정 도중 안구운동 때문에 발생하는 잡음을 제거하기 위해서 양쪽 눈 끝과 왼쪽 눈 위아래에 전극을 붙여 EOG를 측정하고 제거하였고, 밴드 패스 필터(Band pass filter)를 이용하여 0.1-30Hz 사이의 신호를 제외하고 제거하였다. 그리고 사건 관련 전위를 분석하기 위해서 자극이 주어진 시점 이전 100ms부터 이후 500ms까지의 구간을 epoch로 설정하고, 일치 자극과 불일치 자극에 대해 각각 평균을 구하였다. 전극은 시각과 관련이 있는 후

두엽 부분의 전극 PZ, POZ, OZ를 이용하였고, 청각과 관련이 있는 측두엽 부분은 일치-불일치 검사에서 청각 자극이 나오지 않기 때문에 제외하였다. 사건 관련 전위의 요소로는 P1과 N170을 이용하였는데, P1은 자극 발생 이후 110ms~140ms 사이의 최댓값을 사용했고 N170은 자극 발생 이후 155ms~190ms 사이의 최솟값을 사용하였다[28].

실험은 일치-불일치 검사를 실시하고 10분 동안 휴식을 취한 다음 영상을 시청하였다. 영상 시청 후 비교를 위해 영상 시청이 끝난 다음 일치-불일치 검사를 다시 실시하였다. 일치-불일치 검사는 약 10분정도 소요되며, 영상 시청시간은 5분이다. 전체 실험시간은 총 35분이 소요되었다. Figure 5는 실험 과정과 소요 시간을 그림으로 나타낸 것이다.

4. 실험 결과

Fig. 6와 Fig. 7, Fig. 8은 각각 전극 PZ, POZ, OZ에서 epoch 구간의 평균 진폭(Amplitude)를 그래프로 나타낸 것이다. 영상을 시청하기 전후에 세 전극 모두 P1과 N170 지점에서 같은 결과를 보였는데, 자극이 불일치 하는 경우보다 일치하는 경우 진폭이 낮게 나타났다. 일치-불일치 검사를 진행하는 동안 일치 자극과 불일치 자극 사이의 관련이 있을 수 있기 때문에 대응표본 T검정을 이용하여 통계분석을 진행하였다. 그 결과, 모두 유의확률(p-value)이 0.05이하로 유의미한 차이를 보였다.

두려움을 느낄 때 연구 대상자가 자극을 인지할 때 발생하는 변화를 측정하기 위해 영상 시청 전후를 비교하였다. 불일치 자극에서 전극 POZ와 OZ의 P1을 제외하고 모두 영상 시청 전이 더 높은 진폭을 보였다. Fig. 9은 영상 시청 전후의 평균 진폭을 그래프로 나타낸 것이다. 영상 시청 전후의 진폭 변화가 통계적으로 유의미한 차이인 것을 확인하기 위해 SPSS를 이용하여 통계분석을 실시하였다. 데이터를 일치 자극과 불일치 자극으로 나누고 각 전극에서

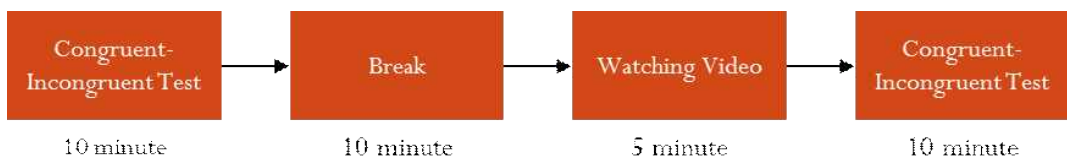


Fig. 5. Experiment protocol.

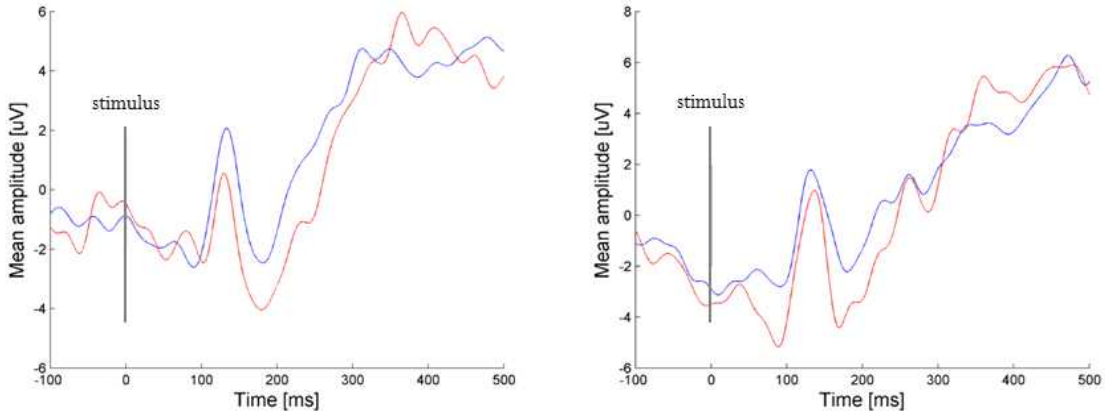


Fig. 6. Epoch graph of PZ (Left: Before watching video, Right: After watching video, Red line: Congruent, Blue line: Incongruent).

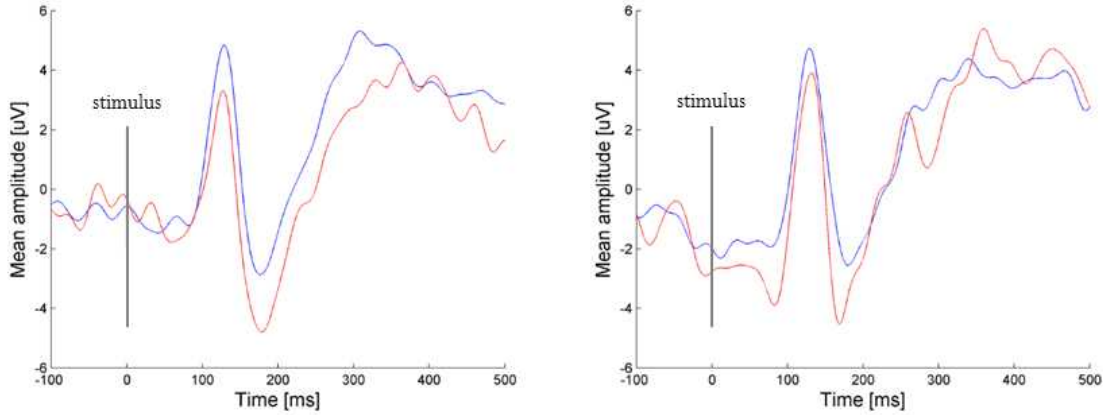


Fig. 7. Epoch graph of POZ (Left: Before watching video, Right: After watching video, Red line: Congruent, Blue line: Incongruent).

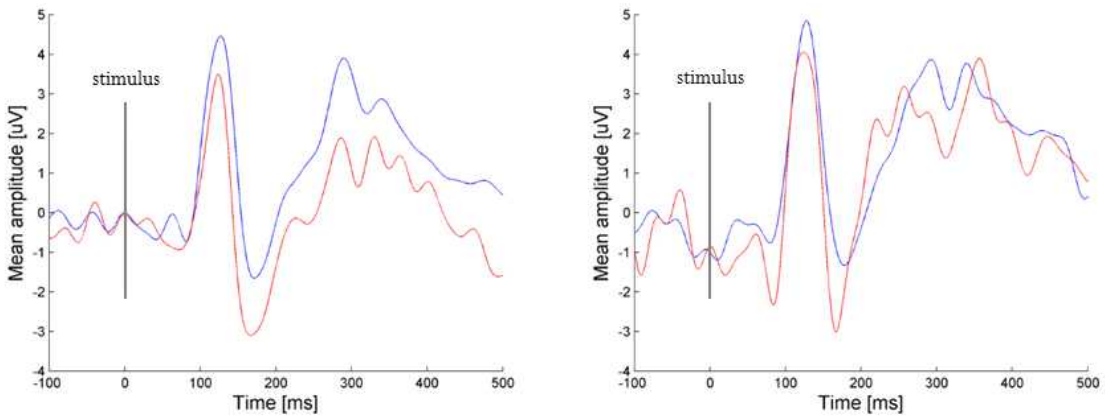


Fig. 8. Epoch graph of OZ (Left: Before watching video, Right: After watching video, Red line: Congruent, Blue line: Incongruent).

P1과 N170의 영상 시청 전후를 비교하였다. 동일한 집단이 영상 시청 전후에 측정된 ERP를 비교하는 것이고 두려움으로 인한 차이를 확인하기 위해 대응표본 T검정을 이용하여 통계분석을 실시하였다. Table 1은 대응표본 T검정의 결과를 나타낸 것이다.

일치 자극에서는 전극 OZ의 P1을 제외하고 모두 유의확률이 0.05보다 낮게 나타났지만, 불일치 자극에서는 모두 유의확률이 0.05보다 높게 나타난 것을 확하였다. 이는 연구 대상자가 두려움을 인지하는 상황에서 예상하지 못한 자극이 주어졌을 때 더 낮은 진

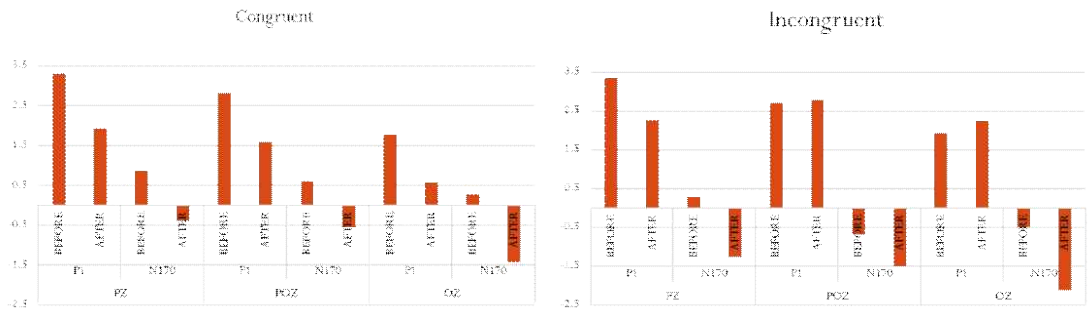


Fig. 9. Different of mean amplitude between before and after watching video.

Table 1. Paired T-test result

				Paired Differences			t	df	Sig.
				Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
Congruent	PZ	P1	Before	1.36910	2.16549	0.55913	2.449	14	0.0140
			After						
		N170	Before	1.24842	1.79329	0.46302	2.696	14	0.0085
			After						
	POZ	P1	Before	1.21031	2.11632	0.54643	2.215	14	0.0220
			After						
		N170	Before	1.17393	1.42333	0.36750	3.194	14	0.0030
			After						
	OZ	P1	Before	1.19086	2.91226	0.75194	1.584	14	0.0680
			After						
		N170	Before	1.69560	2.76434	0.71375	2.376	14	0.0160
			After						
Incongruent	PZ	P1	Before	1.07020	5.16241	1.33293	0.803	14	0.2175
			After						
		N170	Before	1.55728	4.76773	1.23102	1.265	14	0.1135
			After						
	POZ	P1	Before	-0.08406	5.68642	1.46823	-0.057	14	0.4775
			After						
		N170	Before	0.83253	5.12426	1.32308	0.629	14	0.2695
			After						
	OZ	P1	Before	-0.31696	4.13173	1.06681	-0.297	14	0.3855
			After						
		N170	Before	1.64094	4.17040	1.07679	1.524	14	0.0750
			After						

폭을 보인다는 것을 의미한다.

분석 결과, 불일치 자극보다 일치 자극이 제시되었을 때 전극 PZ, POZ, OZ에서 사건 관련 전위가 더 낮은 진폭을 보였고 일치 자극과 불일치 자극 사이의 차이는 모두 유의미한 차이를 보였다. 시각과 관련된 전극에서 사건 관련 전위의 저하는 시각 자극에 대한 인지 능력이 저하되는 것을 의미하고 확인하고자 하였던 가설 중 가설1을 만족시킨다. 이는, 불일치 자극이 지속적으로 나왔기 때문에 연구 대상자는 불일치 자극이 나올 것이라고 예상하지만 일치 자극이 나오으로써 집중도가 떨어지기 때문이다.

영상 시청 전후를 비교한 결과는 불일치 자극에서의 POZ와 OZ의 P1을 제외하고 나머지 전극에서 모두 영상 시청 전의 진폭이 더 크게 나타났다. 그러나 통계적으로 유의미한 차이를 보인 것은 일치 자극의 PZ, POZ 전극의 P1과 PZ, POZ, OZ 전극의 N170이다. 이는, 연구 대상자가 두려움을 인지할 때 예측하지 못한 자극에 대한 집중도가 떨어지고 해당 자극에 대한 인지 능력이 떨어지는 것을 의미한다. 그 결과, 사람들은 두려움을 인지하는 상황에서 자극에 대한 집중도가 떨어지고 예측하지 못한 자극에 대해서 더 많이 떨어지는 것을 확인할 수 있고 가설2를 증명할 수 있다.

Kostyunina M.B. et al.[21]은 스펙트럼과 주파수 특성을 분석하여, 알파파의 최대 주파수가 두려운 감정에서 감소하는 것을 발견하였다. 본 논문에서는 두려움을 인지할 때 사건 관련 전위 P1과 N170의 진폭이 더 낮게 나타난 것을 통해 두려움을 인지할 때 인지능력이 저하되는 것을 확인하였다. 사람들은 두려움을 느끼는 상황에서 예측하지 못한 자극을 인지하는 능력이 떨어지기 때문에 범죄 발생 시 대처 능력이 떨어질 것으로 예상할 수 있다. 기존 연구[1-3]에서 범죄의 두려움과 범죄율 사이의 관계가 없다는 것을 확인하였으나, McCord E.S. et al.[29]은 범죄 발생 지표와 범죄 인지 사이의 비례관계를 발견하였다. 이는 두려움을 인지할 때 인지 능력의 저하로 대처능력이 떨어지기 때문에 범죄에 영향을 미치기 때문이다.

5. 결 론

본 논문에서는 범죄 관련 공포 영상을 이용하여 연구 대상자가 두려움을 인지할 때 발생하는 뇌파

변화를 분석하였다. 연구 대상자의 두려움을 유발하기 위해 직접 영상을 제작하였다. 영상 시청 전후에 일치-불일치 검사를 실시하는 동안 뇌파를 측정하였고, 사건 관련 전위를 이용하여 분석하였다.

그 결과, 전극 PZ, POZ, OZ에서 일치 자극이 제시되었을 때 진폭이 더 낮게 나타났고, 영상 시청 전보다 영상 시청 후 일치 자극의 진폭이 더 낮게 나타났다. 이는, 연구 대상자가 불일치 자극이 나올 것이라고 예상하지만 일치 자극이 나왔기 때문인데, 두려움을 느낄 때 진폭이 더 낮게 나타난 것을 통해 두려움을 느끼는 상황에서 예측하지 못한 자극에 대한 인지 능력이 저하되는 것을 확인할 수 있다. 이는 두려움을 느끼는 상황에서 범죄 발생 시 대처 능력이 저하될 수 있음을 의미한다.

본 논문의 결과를 이용하여 범죄의 두려움을 많이 인지하는 거리를 경찰의 순찰 경로에 넣어 범죄의 두려움의 정도를 줄일 수 있다. 개인이 인지하는 범죄의 두려움을 측정하여 범죄의 두려움을 감소시키는 경로를 추천할 수 있다. 또한, 두려운 영상을 제작할 때 영상의 마지막 부분에 두려움을 유발하는 영상을 포함하여 영상 시청 후 더 기억에 남는 영상을 제작할 수 있다.

향후 연구로는 헤드 마운트 디스플레이(Head mounted display)를 이용하여 연구 대상자가 영상에 대한 몰입도를 높이고, 뇌파 이외의 다양한 생체신호를 이용하여 두려움을 느낄 때 인지 능력의 저하를 확인하는 것이다. 또한, 영상 시청 전후가 아닌 영상 시청 도중 자극을 제시하여 인지능력의 저하 정도를 측정하는 것이다.

REFERENCE

- [1] C.G. Roman, C.R. Knight, A. Chalfin, and S.J. Popkin, "The Relation of the Perceived Environment to Fear, Physical Activity, and Health in Public Housing Developments: Evidence from Chicago," *Journal of Public Health Policy*, Vol. 30, No. 1, pp. 286-308, 2009.
- [2] H. Lim and Y. Chun, "The Limitations and Advancements in Measuring Fear of Crime," *Journal of Public Administration and Governance*, Vol. 5, No. 2, pp. 140-148, 2015.

- [3] T. Lorenc, M. Petticrew, M. Whitehead, D. Neary, S. Clayton, K. Wright, et al., "Fear of Crime and the Environment: Systematic Review of UK Qualitative Evidence," *Journal of Bio Med Central Public Health*, Vol. 13, No. 1, pp. 496, 2013.
- [4] T. Lorenc, S. Clayton, D. Neary, M. Whitehead, M. Petticrew, H. Thomson, et al., "Crime, Fear of Crime, Environment, and Mental Health and Wellbeing: Mapping Review of Theories and Causal Pathways," *Journal of Health and Place*, Vol. 18, No. 4, pp. 757-765, 2012.
- [5] X. Wang, M.S. Gerber, and D.E. Brown, "Automatic Crime Prediction Using Events Extracted from Twitter Posts," *Proceeding of Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling, and Prediction*, pp. 231-238, 2012.
- [6] M.S. Gerber, "Predicting Crime Using Twitter and Kernel Density Estimation," *Journal of Decision Support Systems*, Vol. 61, No. 11, pp. 115-125, 2014.
- [7] O. Kounadi, T.J. Lampoltshammer, E. Groff, I. Sitko, and M. Leitner, "Exploring Twitter to Analyze the Public's Reaction Patterns to Recently Reported Homicides in London," *Journal of Peer-reviewed Open Access Scientific Published by the Public Library of Science*, Vol. 10, No. 3, pp. 1-17, 2015.
- [8] D. Nie, X.W. Wang, L.C. Shi, and B.L. Lu, "EEG-Based Emotion Recognition During Watching Movies," *Proceeding of Neural Engineering*, pp. 667-670, 2011.
- [9] Y.P. Lin, C.H. Wang, T.P. Jung, T.L. Wu, S.K. Jeng, J.R. Duann, et al., "EEG-Based Emotion Recognition in Music Listening," *Journal of IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 57, No. 7, pp. 1798-1806, 2010.
- [10] M.J. Lee, H.L. Kim, and H.B. Kang, "EEG-Based Analysis of Auditory Stimulations Generated from Watching Disgust-Eliciting Videos," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 19, No. 4, pp. 755-764, 2016.
- [11] L.I. Aftanas, N.V. Lotova, V.I. Koshkarov, V.L. Pokrovskaja, S.A. Popov, and V.P. Makhnev, "Non-Linear Analysis of Emotion EEG: Calculation of Kolmogorov Entropy and the Principal Lyapunov Exponent," *Journal of Neuroscience Letters*, Vol. 226, No. 1, pp. 13-16, 1997.
- [12] J.A. Coan and J.J. Allen, "Frontal EEG Asymmetry as a Moderator and Mediator of Emotion," *Journal of Biological Psychology*, Vol. 67, No. 1-2, pp. 7-50, 2004.
- [13] N.N. Van Dongen, J.W. Van Strien, and K. Dijkstra, "Implicit Emotion Regulation in the Context of Viewing Artworks: ERP Evidence in Response to Pleasant and Unpleasant Pictures," *Journal of Brain and Cognition*, Vol. 107, No. 7, pp. 48-54, 2016.
- [14] J. Kissler, C. Herbert, I. Winkler, and M. Junghofer, "Emotion and Attention in Visual Word Processing - An ERP Study," *Journal of Biological Psychology*, Vol. 80, No. 1, pp. 75-83, 2009.
- [15] H.T. Schupp, M. Junghöfer, A.I. Weike, and A.O. Hamm, "Attention and Emotion: an ERP Analysis of Facilitated Emotional Stimulus Processing," *Journal of Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, Vol. 14, No. 8, pp. 1107-1110, 2003.
- [16] P.J. Lang, M.M. Bradley, and B.N. Cuthbert, "International Affective Picture System: Instruction Manual and Affective Ratings," *The Center for Research in Psychophysiology*, 1999.
- [17] B.D. Nelson, A. Weinberg, J. Pawluk, M. Gawlowska, and G.H. Proudfit, "An Event-Related Potential Investigation of Fear Generalization and Intolerance of Uncertainty," *Journal of Behavior Therapy*, Vol. 46, No. 5, pp. 661-670, 2015.
- [18] M. Junghofer, M.M. Bradley, T.R. Elbert, and P.J. Lang, "Fleeting Images: A New Look at

Early Emotion Discrimination,” *Journal of Psychophysiology*, Vol. 38, No. 2, pp. 175-178, 2001.

[19] H.T. Schupp, A. Ohman, M. Junghofer, A.I. Weike, J. Stockburger, and A.O. Hamm, “The Facilitated Processing of Threatening Faces: an ERP Analysis,” *Journal of Emotion*, Vol. 4, No. 2, pp. 189-200, 2004.

[20] H.T. Schupp, J. Stockburger, F. Bublitzky, M. Junghofer, A.I. Weike, and A.O. Hamm, “Explicit Attention Interferes with Selective Emotion Processing in Human Extrastriate cortex,” *Journal of Bio Med Central Neuroscience*, Vol. 8, No. 16, pp. 12-16, 2007.

[21] M.B. Kostyunina, and M.A. Kulikov, “Frequency Characteristics of EEG Spectra in the Emotions,” *Journal of Neuroscience and Behavioral Physiology*, Vol. 26, No. 4, pp. 340-343, 1996.

[22] J. Goodey, “Boys Don’t Cry: Masculinities, Fear of Crime and Fearlessness,” *Journal of The British Criminology*, Vol. 37, No. 3, pp. 401-418, 1997.

[23] J. Goodey, “Adolescence and the Socialization of Gendered Fear,” *Proceeding of Race, Class and Gender in Criminology*, pp. 267-291, 1999.

[24] W. Hollway and T. Jefferson, “Anxiety, Biography and the Experience of locality,” *Proceeding of The Turn to Biographical Methods in Social Science*, pp. 167-180, 2000.

[25] W. Hollway and T. Jefferson, “The Role of Anxiety in the Fear of Crime,” *Proceeding of Crime, Risk and Insecurity*, pp. 31-49, 2000.

[26] P.E. Hopkins and S.J. Smith, “Scaling Segregation; Racialising Fear,” *Proceeding of Fear: Critical Geopolitics and Everyday Life*, pp. 103-116, 2008.

[27] J. Little, R. Panelli, and A. Kraack, “Women’s Fear of Crime: A Rural Perspective,” *Journal of Rural Studies*, Vol. 21, No. 2, pp. 151-163, 2005.

[28] G. Hughes, “ERP and Behavioral Evidence of Increased Sensoty Attenuation for Fear-Related Action Outcomes,” *Journal of Biological Psychology*, Vol. 111, No. 2, pp. 8-13, 2015.

[29] E.S. McCord, J.H. Ratcliffe, R.M. Garcia, and R.B. Taylor, “Nonresidential Crime Attractors and Generators Elevate Perceived Neighborhood Crime and Incivilities,” *Journal of Research in Crime and Delinquency*, Vol. 44, No. 3, pp. 295-320, 2007.



김 용 우

2016년 가톨릭대학교 디지털미디어학부 미디어공학전공 (학사)
 2016년~현재 가톨릭대학교 디지털미디어학과 석사과정
 관심분야: 영상처리, 3D 콘텐츠, 뇌파



강 행 봉

1980년 한양대학교 전자공학과 (학사)
 1986년 한양대학교 전자공학과 (석사)
 1989년 Ohio State Univ. 컴퓨터공학(석사)
 1993년 Rensselaer Polytechnic Institute 컴퓨터공학(박사)
 1993년~1997년 삼성종합기술원 수석연구원
 1997년~현재 가톨릭대학교 디지털미디어학과 교수
 2005년 UC Santa Barbara, Visiting Professor
 관심분야: 컴퓨터비전, 기계학습, HCI, 컴퓨터그래픽스, 인공지능, 빅데이터