

# An Analysis of EEG Watching Fear of Crime Video

Yong-Woo Kim<sup>†</sup> · Hang-Bong Kang<sup>††</sup>

## ABSTRACT

Previous studies on fear of crime used survey and interview to measure fear of crime. However, though these methods can measure fear of crime in past events, they cannot measure real time fear of crime. In this paper, we use EEG to measure fear of crime in real time. We measure and analyze the EEG of subjects watching the video and confirm the difference between three groups classified according to the degree of fear of crime. As a result, about two times more beta waves are shown when a group of subjects with a high degree of fear of crime watches the images of fear of crime and 1.5 times more beta waves are shown among the other groups. Although watching videos related to the crime increased the beta waves, the police video showed little increase in beta waves because the subjects can sense safety in the video even if it is related to crime.

**Keywords :** EEG, Fear of Crime, Power Spectral Density, Beta Wave

## 범죄에 대한 두려움 영상 시청 중 발생하는 뇌파 분석

김 용 우<sup>†</sup> · 강 행 봉<sup>††</sup>

### 요 약

기존 연구에서는 범죄에 대한 두려움을 조사하기 위해 설문조사와 인터뷰를 사용하였다. 그러나 설문과 인터뷰를 이용한 방법은 과거 사건에 대한 범죄에 대한 두려움을 측정할 수 있을 뿐 현재 인지하는 범죄에 대한 두려움을 실시간으로 측정하지 못한다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 뇌파를 사용하여 범죄에 대한 두려움을 측정한다. 영상을 시청하는 연구대상자의 뇌파를 측정하고 분석하고, 연구대상자를 범죄에 대한 두려움 인지 정도에 따라 세 그룹으로 분류하여 각 그룹간의 차이를 확인한다. 그 결과, 범죄에 대한 두려움 인지 정도가 높은 그룹의 피험자가 범죄에 대한 두려움 영상을 시청할 때 약 2배 더 많은 베타파가 나타나고, 다른 그룹의 피험자들은 약 1.5배 더 많은 베타파가 나타난다. 범죄와 관련이 있는 영상은 모두 베타파가 증가하였지만, 경찰출동 영상은 적은 증가를 보였다. 이는 범죄와 관련이 있는 영상이라도 안전함을 인지하기 때문에 베타파가 적게 증가한다.

**키워드 :** 뇌파, 범죄에 대한 두려움, 파워 스펙트럼 밀도, 베타파

### 1. 서 론

범죄가 본인에게 발생할 수 있다는 생각으로부터 유발되는 범죄의 두려움(Fear of Crime, FoC)은 다양한 요소에 의해 발생한다. 범죄의 두려움은 주변 환경과 범죄율 등에 의해 발생하고 변화한다[1-4]. 범죄의 두려움을 확인하기 위한 연구가 진행되어 왔지만, 범죄의 두려움을 인지할 때 발생하는 생체신호의 변화에 대해 분석하는 연구는 적다. 동적인 상태

에서의 생체신호를 측정하는 것은 신호에 잡음이 많이 발생하기 때문에 연구 진행에 있어서 어려움이 있었다. 그러나 범죄의 두려움은 현실세계 뿐만 아니라 가상의 이미지와 영상 등에서도 발생할 수 있다.

범죄의 두려움은 범죄와 관련하여 사람에게 심리적 불안감을 초래하는 정서적인 반응이다. 즉, 본인이 범죄의 피해자가 될 수 있다는 느낌이다. 따라서 범죄의 두려움을 분석하기 위해서는 정서적인 반응을 분석해야 한다. 범죄에 대한 두려움은 정신건강과 신체활동에 영향을 미칠 수 있다[19]. 사람들은 일상생활을 하면서 언제나 범죄에 노출될 가능성이 있고, 개인의 성격과 경험에 따라서 범죄에 대한 두려움을 인지하는 정도가 다르다. 범죄에 대한 두려움은 사람이 인지하는 감정 중의 하나이다. 최근 감정 상태를 확인하는데 있어 생체신호를 사용하는 연구들이 주목 받고 있다. 감정적인 상태를 확인하기 위해 기존 연구들은 심전도, 피부전도도, 근전도, 호흡,

\* 이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2015R1A2A1A10056304).

† 준 회 원 : 가톨릭대학교 디지털미디어학과 석사

†† 중 심 회 원 : 가톨릭대학교 디지털미디어학부 교수

Manuscript Received : April 15, 2018

First Revision : June 7, 2018

Accepted : June 25, 2018

\* Corresponding Author : Hang-Bong Kang(hbkang@catholic.ac.kr)

맥박 등과 같은 자율신경계의 신호들을 사용하였다[20-23]. 감정적인 상태를 평가하기 위해 사용하는 생체신호는 상세하고 자세한 정보를 제공한다[21]. 본 논문에서는, 신경과학(Cognitive neuroscience)에서 감정 처리를 조사하기 위해 사용된 생체신호인 뇌파(Electroencephalogram, EEG)를 이용한다. 뇌파를 이용한 감정 처리에 대한 연구는 지속적으로 진행되어 왔는데, 특정 감정에 대한 연구[5-7]와 뇌의 활성화 정도를 분석하는 연구[8], 정서 장애에 관한 연구[9] 등 개인의 감정 처리에 대한 연구가 진행되어왔다. 그러나 범죄의 두려움에 관한 정서적인 반응을 분석하는 연구는 미흡하다.

범죄의 두려움에 관한 기존 연구는 생체신호를 사용하지 않았으며, 설문문을 통해 진행되어 왔다[10-15]. 설문문은 기존에 발생하였던 사건에 대해서 진행하기 때문에 과거 사건에 대한 범죄의 두려움만을 측정할 수 있다. 따라서 범죄의 두려움을 실시간으로 측정하기 위해서는 다른 방법을 사용해야한다. 생체신호를 이용하면 범죄의 두려움을 실시간으로 측정할 수 있지만, 범죄의 두려움을 인지할 때의 생체신호 변화에 대한 연구가 부족하다.

본 논문에서는 범죄의 두려움을 인지할 때의 뇌파를 측정하고 분석한다. 특정 상황에서 발생할 수 있는 범죄에 대한 두려움을 측정하였다. 어두운 복도와 싸움이 발생하고 있는 골목길, 경찰 출동 모습, 어두운 폐가를 촬영하여 영상을 제작하였다. 연구대상자가 영상을 시청하는 동안의 뇌파를 실시간으로 측정하였다. 또한, 범죄에 대한 두려움에 대한 설문 조사를 통해 연구대상자를 세 그룹으로 분류하고, 그룹 사이의 데이터를 비교하였다. 범죄에 대한 두려움 분석을 통해 영상 시청 시 세 그룹 사이의 범죄에 대한 두려움 정도 차이를 확인하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장은 관련연구에 대해 기술하였다. 3장은 실험방법에 대해 기술하였고, 4장은 실험결과를 기술하였다. 5장은 결론 부분이다.

## 2. 관련 연구

범죄의 두려움과 주변 환경 사이의 관계에 대한 연구는 많이 진행되어왔다. Williams[1]은 환경의 변화에 따라서 범죄의 두려움이 변화하는 것을 확인하였다. Wang and Taylor[2]는 도주로와 행인이 많은 시야가 범죄의 두려움에 영향을 미친다는 것을 발견하였다. Furstenberg[3]은 범죄율이 낮은 곳에 사는 사람이 범죄의 두려움을 더 많이 인지하는 것을 확인하였고, McCord et al.[4]은 범죄 발생과 범죄 인지 사이의 비례 관계를 설명하였다. 그러나, 범죄의 두려움은 개인의 특성에 따라서 인지하는 정도가 다를 수 있기 때문에 일반화된 연구 결과보다 개인 특성에 따른 연구 결과가 필요하다.

Nie et al.[5]은 support vector machine(SVM)을 이용하여 뇌파를 긍정과 부정의 감정으로 분류하였고, 87.53%의 정확도를 얻었다. Lin et al.[6]은 음악을 감상하는 동안 발생하는 감정을 분류하기 위해 SVM을 사용하였고, 82.29%의 정확도를 얻었다. Lee et al.[7]은 혐오 영상을 시청하는 동안의 뇌

파 변화를 측정하여 분석하였다. 다양한 자극을 이용하여 뇌파를 통해 감정을 분석하는 연구는 충분히 진행되어왔지만, 범죄의 두려움 감정에 대한 연구는 부족하다.

범죄의 두려움과 관련된 연구로는 생체신호보다 설문과 인터뷰를 주로 사용하였다. Goodey[10, 11]은 성별에 따라 다르게 발생하는 범죄의 두려움을 설문문을 통해 조사하였다. Hollway et al.[12, 13]은 범죄의 두려움에 대한 경험을 인터뷰로 조사하였고, Hopkins et al.[14] 또한 인터뷰를 이용하여 범죄의 두려움을 조사하였다. Little et al.[15]은 지방 사람들이 인지하는 범죄의 두려움을 인터뷰하였다. 이러한 방법은 과거의 범죄의 두려움을 측정할 수 있지만, 현재의 범죄의 두려움을 측정할 수 없다. 본 논문에서는 범죄의 두려움 정도에 따른 뇌파 변화를 분석하여 범죄의 두려움 실시간 측정에 기여한다.

## 3. 실험 방법

### 3.1 데이터

본 연구는 가톨릭대학교 IRB의 승인을 받아 진행하였다(IRB No. 1040395-201705-04). 총 29명의 연구대상자가 실험에 참가하였다. 그러나 1명은 기술상의 이유로 뇌파가 정확하게 기록되지 않았고, 2명은 실험을 진행하는 동안 불성실하게 실험에 참여하였기 때문에 제외하였다. 11명의 남성과 15명의 여성이고, 나이는 만 19세부터 만 27세 사이이다. 뇌 편측성이 미치는 영향을 제거하기 위해 모두 오른손잡이의 연구대상자를 모집하였다. 실험은 빛이 차단되고, 습도 및 온도가 일정하게 유지되는 공간에서 진행되었다.

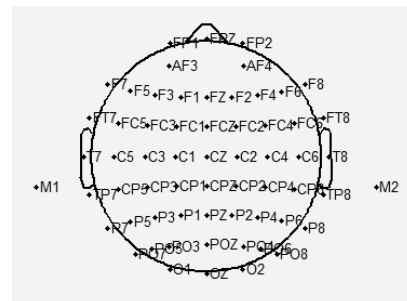


Fig. 1. EEG Channel Location

뇌파를 측정하기 위해 NeuroScan사의 SynAmps RT 64-channel Amplifier와 64-channel Quick-Cap을 사용하였다. 64-channel Quick-Cap은 International 10-20 system에 따라서 제작된 뇌파 측정 도구이다. Fig. 1은 Quick-Cap을 이용하여 측정할 때 측정할 수 있는 전극의 위치를 나타낸다. Curry7을 이용하여 뇌파를 기록하였고, 샘플링 레이트는 1kHz이다. 그리고 눈 깜박임 또는 움직임으로 인해 발생하는 노이즈를 EOG 전극을 부착하여 측정하였다. 데이터 분석을 위해 MATLAB의 EEGLAB을 사용하였다. 모든 데이터는 512Hz로 다운 샘플링 되었고, EOG 전극을 이용하여 눈 움직임으로 인해 발생한 노이즈를 제거하였다.

### 3.2 실험영상

실험을 위해 범죄에 대한 두려움을 유발하는 영상과 일반 영상으로 두 가지 영상을 제작하였다. 범죄에 대한 두려움을 유발하는 실험 영상은 복도와 골목길, 경찰, 폐가를 이어서 제작하였다. 복도는 외부의 빛이 차단된 복도를 촬영하여 사용하였고, 골목길 영상은 어두운 골목길을 촬영하고 싸움 소리를 추가하여 편집한 영상을 사용하였다. 경찰 영상은 경찰이 출동하는 모습을 경찰차를 촬영하여 담은 영상을 사용하였고, 폐가 영상은 폐가를 밤에 촬영한 영상을 사용하였다. 범죄에 대한 두려움 영상은 실험 전 소셜미디어를 통해 각 영상에 대한 평가를 진행하였다. 평가에 참여한 인원은 42명이고, 각 영상이 범죄와 관련된 정도를 1점에서 4점까지의 척도로 평가하도록 하였다. 높은 점수를 받은 영상을 이용하여 영상을 제작하였으며, 실험에 사용한 영상들의 점수는 평균 3.64이다. 일반 영상은 일상생활에서 볼 수 있는 단순한 사물을 촬영하여 제작하였다. 일반영상 또한 평가를 결과를 이용하여 선택하였다. 영상의 평균 점수가 1점인 영상들을 채택하

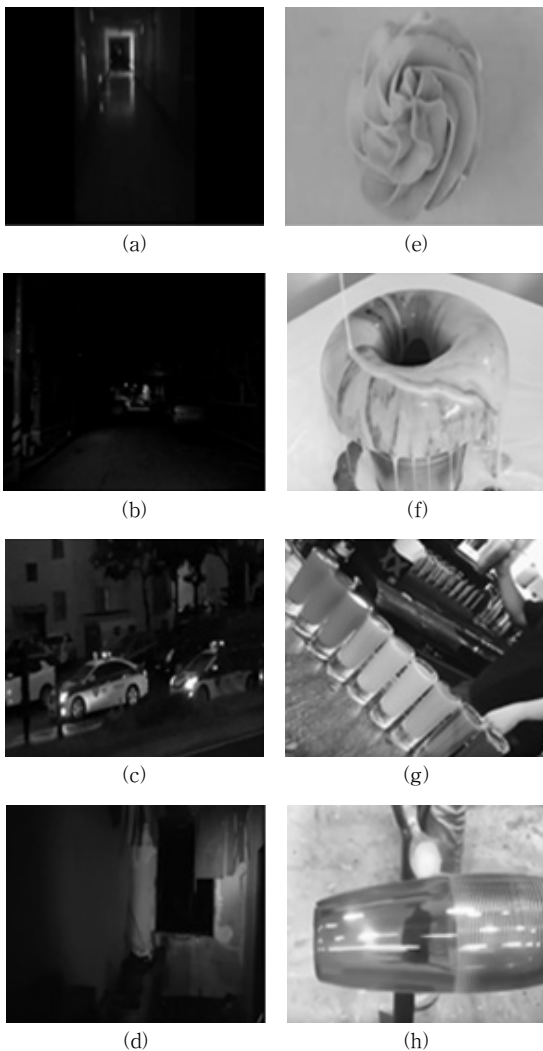


Fig. 2. Experiment Video (a: Hallway, b: Police, c: Police, d: Deserted House, e~h: Normal Video)

여 제작하였다. Fig. 2의 a, b, c, d는 범죄에 대한 두려움 영상의 한 장면을 캡처한 것이고, e, f, g, h는 일반 영상의 한 장면을 캡처한 것이다.

### 3.3 범죄에 대한 두려움 설문지

범죄의 두려움을 측정하는 설문을 이용하여 연구대상자가 인지하는 범죄의 두려움에 따라 세 집단으로 분류하였다. 설문지는 Kim[16]이 제시한 범죄의 두려움 측정 설문지를 사용하였다. 설문지는 두려움 정도를 측정하는 10문항과 범죄 인지 정도를 측정하는 24문항, 범죄 경험 여부를 측정하는 21문항, 범죄의 취약성을 측정하는 11문항, 환경을 인식하는 7문항, 거주지의 범죄 안전 인식 정도 10문항으로 총 83문항으로 이루어져 있다. 각 문항의 응답은 1점부터 4점까지의 점수를 가진다. 연구대상자가 인지하는 범죄의 두려움 정도는 모든 문항의 점수를 합쳐서 구하였다. Table 1은 범죄에 대한 두려움 설문지의 일부를 발췌한 것이다.

### 3.4 실험과정

실험은 연구대상자가 설문을 실시하고 영상을 시청하는 방식으로 진행하였다. 연구대상자가 범죄에 대한 두려움을 측정하는 설문지와 실험 동의서를 작성하였다. 실험을 위해 뇌파 측정 모자를 착용하고 연구대상자의 머리와 모자 사이의 저항을 5Ω이하로 낮추었다. 그리고 제작한 영상을 시청하였는데, 범죄에 대한 두려움 영상을 시청한 후 휴식시간을 가지고 나서 일반 영상을 시청하였다. 휴식시간을 가진 이유는 이전 영상이 다음 영상에 미치는 영향을 최소화하기 위함이다. Fig. 3은 실험의 전체적인 개요를 나타낸 것이다.



Fig. 3. Experiment Protocol

## 4. 실험 결과

연구대상자가 인지하는 범죄에 대한 두려움 정도에 따라서 세 집단으로 분류하기 위해 설문지 각 문항의 모든 점수를 더하여 범죄에 대한 두려움 정도를 구하였다. 점수는 109점부터 215점 사이의 값이 나왔고, 세 집단으로 분류하기 위해 109부터 215사이의 범위인 106을 3으로 나눈 35점마다 나누어 집단을 분류하였다. 또한, 35점으로 나누어 분류하는 것은 연구대상자가 인지하는 범죄에 대한 두려움 점수를 나열하였을 때, 분류 기준이 다음 연구대상자와의 차이가 가장 큰 범위에 속하기 때문이다. 그 결과, 범죄에 대한 두려움을 낮게 인지하는 집단은 8명이고 높게 인지하는 집단은 7명 나머지는 범죄에 대한 두려움이 보통인 집단이다. Fig. 4는 범죄에 대한 두려움 점수에 따라 집단을 분류하는 것을 나타낸 것이다.

Table 1. Fear of Crime Survey

Category	Question
Degree of fear	I feel afraid when I walk alone in the street near my house at night.
	I feel fear when I am alone at night.
	I am afraid to meet a robber outside the house.
Degree of danger perception	What do you think is the possibility of a burglar entering the house?
	How much do you think it is possible for you to meet a robber outside the house?
	How much do you think is likely to be assaulted by someone you do not know?
Crime damage	I have the experience of being a thief while I am away from home.
	I have been robbed in the house.
	I have experience of being pickpocketed, snatching, etc. outside my home.
Perceived vulnerability to crime	I think I am vulnerable to property crimes compared to others.
	I think I am vulnerable to violent crime compared to others.
	I am attractive as a property crime victim.
Degree of disorder in residential area	Our neighborhood is dirty and dirty on the roadside.
	There is a vacancy or vacancy in our neighborhood that does not manage.
	There is a dark, subdued place in our neighborhood.
The degree of awareness of crime control in residential areas	Our neighborhood police are patrolling.
	Our neighborhood police have goodwill meetings with residents.
	I am satisfied with the crime prevention service of our neighborhood police.

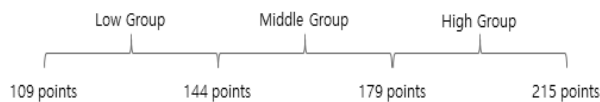


Fig. 4. Classification of Fear of Crime

Fig. 5는 실험 2에서 측정된 뇌파를 분석한 결과를 도식화한 것이다. 베타파는 불안과 긴장을 느낄 때 나타나는 파형으로, 범죄에 대한 두려움을 인지할 때 불안함과 긴장을 동시에 느낄 수 있기 때문에 베타파를 이용하여 분석을 진행해하였다. 일반 영상을 시청할 때 세 집단 사이의 차이가 없었으며, 범죄에 대한 두려움을 포함하는 영상을 시청할 때만 차이가 나타났다. 두려움이 높은 집단에서 가장 높은 값을 보였고, 보통인 집단과 낮은 집단은 차이가 없는 값을 보였다. 또한, 일반 영상과 범죄에 대한 두려움 영상을 시청할 때의 차이는 모든 집단에서 나타났다. 그중 가장 큰 차이를 보인 집단은 범죄에 대한 두려움이 가장 높은 집단이고, 다른 두 집단의 차이는 비슷하게 나타났다.

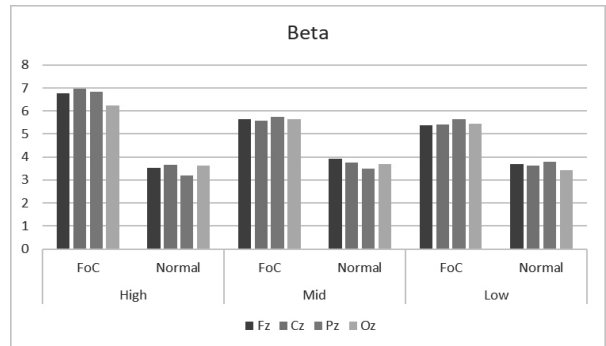


Fig. 5. Beta PSD According to Video Type and Fear of Crime Score

Fig. 5에서 확인한 차이가 유의미한 차이인 것을 확인하기 위해 통계분석을 진행하였다. Table 2와 Table 3은 통계분석의 유의확률을 나타낸 것이다. 각 집단에서 범죄에 대한 두려움을 유발하는 영상과 일반 영상 사이의 유의확률은 모두 0.05 이하로 유의미한 차이를 보였다. 그리고 범죄에 대한 두려움을 유발하는 영상은 두려움이 높은 집단과 보통인 집단 사이에 유의미한 차이를 보였고, 높은 집단과 낮은 집단 사이에 유의미한 차이를 보였다. 그러나 보통인 집단과 낮은 집단의 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 일반 영상에서도 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

일반 영상에서 차이를 보이지 않은 것은 범죄에 대한 두려움을 인지하지 않기 때문이다. 반면 범죄에 대한 두려움을 유발하는 영상에서는 일반 영상보다 높은 값을 보였는데, 그 중 범죄에 대한 두려움이 높은 집단에서 가장 큰 값을 보였다. 이는 연구대상자가 인지하는 범죄에 대한 두려움 정도가 다르기 때문에 나타난 결과로, 범죄에 대한 두려움을 많이 인지할수록 더 많은 베타파를 생성하는 가능성을 확인하였다. 또한, 실제 상황이 아닌 영상을 시청한 것이기 때문에 연구대상자가 허구라는 것을 인지하고 있어서 범죄에 대한 두려움이 보통인 집단과 낮은 집단 사이에 유의미한 변화는 나타나지 않았다. 또한, 범죄에 대한 두려움이 높은 집단에서 일반 영상과 범죄에 대한 두려움 영상 사이에 가장 큰 변화를 보였는데, 이를 통해 범죄에 대한 두려움이 높은 집단일수록 더 큰 베타파의 변화가 나타나는 가능성을 확인하였다.

Table 2. p-value between Fear of Crime Video and Normal Video

	Fz	Cz	Pz	Oz
High	0.006	0.021	0.036	0.029
Mid	0.036	0.036	0.021	0.036
Low	0.029	0.006	0.011	0.021

Table 3. p-value According to Fear of Crime Recognition

	Fz	Cz	Pz	Oz
High-Mid	0.006	0.021	0.011	0.029
High-Low	0.001	0.001	0.036	0.029
Mid-Low	0.072	0.214	0.092	0.175

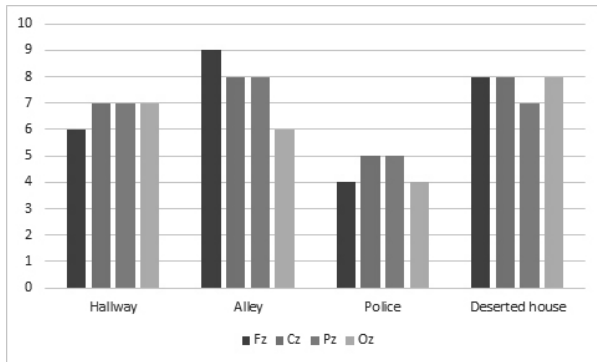


Fig. 6. Beta PSD According to Video Contents

Fig. 6은 범죄에 대한 두려움을 유발하는 영상의 콘텐츠에 따른 뇌파 변화를 확인한 것이다. 싸움이 일어난 골목길과 어두운 폐가에서 가장 큰 베타파를 보였고, 어두운 복도에서는 조금 더 적은 베타파를 보였다. 싸움이 일어난 골목길영상에서 후두엽 부분의 Oz 전극은 비교적 낮은 베타파를 보였다. 경찰출동 영상에서는 전체적으로 가장 낮은 베타파를 보였다.

범죄에 대한 두려움 영상에서 영상 콘텐츠에 따른 변화를 확인하였다. 골목길과 어두운 폐가에서 가장 높은 베타파가 나타났는데, 이는 골목길 영상에서 싸움이 발생하였고, 어두운 폐가 영상에서 범죄의 흔적이 나타나기 때문이다. 하지만 폐가와 다르게 골목길 영상에서는 시각 관련 정보를 처리하는 후두엽 부분의 Oz전극에서 비교적 낮은 베타파를 보였는데 모든 것을 전부 보여주는 다른 영상과 달리 벽 뒤에 숨어 싸우는 모습을 적게 보여주었기 때문이다. 경찰출동 영상에서는 가장 낮은 베타파를 보였는데, 이는 경찰출동 모습에서 상대적으로 안전함을 인지하기 때문이다. 그러나 일반 영상보다 경찰출동 영상에서 더 높은 베타파를 보였다. 일반 영상은 범죄에 대한 두려움을 유발하지 않지만, 경찰출동 영상은 이전에 재생된 복도와 골목길 영상의 영향을 포함하고, 경찰출동으로 범죄가 발생한 사실을 유추할 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 연구대상자를 세 집단으로 분류하고, 범죄와 관련된 영상을 일반 영상과 비교하고, 범죄와 관련된 영상을 개별적으로 분석하였다. 그 결과, 범죄에 대한 두려움이 높은 집단이 범죄와 관련된 영상을 시청할 때 더 많은 불안함과 긴장을 인지함으로써 베타파가 더 많이 발생하는 것을 확인하였다. 또한, 범죄와 관련이 있는 영상이라도 안전함을 인지할 수 있는 영상에서는 적은 베타파가 발생하는 것을 확인하였다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 범죄에 대한 두려움을 유발하는 영상과 일반 영상을 제작하였고, 이를 시청하는 동안의 뇌파를 측정하고 분석하였다. 또한, 연구대상자가 인지하는 범죄에 대한 두려움 정도에 따라 연구대상자를 세 집단으로 분류하고 각 집단 사이의 차이를 확인하였다. 그 결과, 일반 영상을 시청하였을 때보다 범죄에 대한 두려움 영상을 시청하였을 때 약 2

배 높은 베타파가 나타났다. 범죄에 대한 두려움이 높은 집단에서 가장 큰 변화가 나타났고, 중간 집단과 낮은 집단은 비슷한 변화를 보였다. 이는 범죄에 대한 두려움이 높은 집단일수록 베타파가 더 많이 발생할 수 있는 가능성을 의미한다. 범죄에 대한 4개의 영상 중 경찰출동 영상에서는 다른 세 영상과 비교하여 더 낮은 베타파가 나타났는데, 이는 범죄와 관련이 있더라도 경찰출동 모습에서 두려움이 아닌 안전함을 인지하기 때문이다.

본 논문의 결과를 통해, 연구대상자가 안전하게 인지하는 환경과 시설을 통해 범죄에 대한 두려움을 낮추는 방법을 이용하여 실생활에서 인지하는 범죄에 대한 두려움을 낮추는 효과를 기대할 수 있다. 또한, 연구대상자를 세 집단으로 분류하고 뇌파의 변화를 확인함으로써 연구대상자가 안전하다고 인지하는 경로를 추천하는 가능성을 기대할 수 있다. 그러나 뇌파는 작은 움직임에도 민감하기 때문에 실생활에서 측정이 어려운 문제가 있다. 향후 연구 목표는 다양한 생체신호를 통해 범죄에 대한 두려움을 분석하여 실생활에서 범죄에 대한 두려움을 측정하는 것이다. 또한, 생체신호를 통한 범죄에 대한 두려움 정도 분류 및 안전한 경로 추천 알고리즘을 개발하는 것이다. 이러한 알고리즘을 통해 사람들이 인지하는 범죄에 대한 두려움 정도에 따른 범죄에 대한 두려움 지도를 개발하는 것이다.

## References

- [1] C. Williams, "Mapping the fear of crime - a micro-approach in Merton, London," *Crime Mapping Case Studies: Practice and Research*, 2008.
- [2] K. Wang and R. Taylor, "Simulated walks through dangerous alleys: Impacts of features and progress on fear," *Journal of Environmental Psychology*, Vol.26, No.4, pp.269-283, 2006.
- [3] F. Furstenberg, "Public reaction to crime in the streets," *The American Scholar*, Vol.40, No.4, pp.601-610. 1971.
- [4] S. McCord, H. Ratcliffe, M. Garcia, and 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] J. Goodey, “Adolescence and the Socialization of Gendered Fear,” *Proceeding of Race, Class and Gender in Criminology*, pp.267-291, 1999.
- [12] 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.
- [13] W. Hollway and T. Jefferson, “The Role of Anxiety in the Fear of Crime,” *Proceeding of Crime, Risk and Insecurity*, pp.31-49, 2000.
- [14] P. E. Hopkins and S. J. Smith, “Scaling Segregation: Racialising Fear,” *Proceeding of Fear: Critical Geopolitics and Everyday Life*, pp.103-116, 2008.
- [15] 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.
- [16] Y. A. Kim, “A study on the causes of and reaction to fear of crime,” Graduate School of Dongguk University of Korea, 2010.



### 김용우

<https://orcid.org/0000-0002-4936-8792>

e-mail : dyddn0119@naver.com

2016년 가톨릭대학교 디지털미디어학부  
(학사)

2018년 가톨릭대학교 디지털미디어학과  
(석사)

관심분야 : EEG, Fear of Crime, HMD



### 강행봉

<https://orcid.org/0000-0002-7064-478X>

e-mail : hbkang@catholic.ac.kr

1980년 한양대학교 전자공학과(학사)

1986년 한양대학교 전자공학과(석사)

1989년 Ohio State Univ. 컴퓨터공학(석사)

1993년 Rensselaer Polytechnic Institute  
(박사)

1993년~1997년 삼성종합기술원 수석연구원

1997년~현 재 가톨릭대학교 디지털미디어학부 교수

관심분야 : Computer Vision, Machine Learning, HCI, Artificial  
Intelligence, Computer Graphics, Big Data