

## 영상을 이용한 감정분석에서의 뇌파 수치 비교

조재현\*, 이상식\*, 장지훈\*\*, 정진형\*\*\*

### Comparison of brain wave values in emotional analysis using video

Jae-Hyun Jo\*, Sang-Sik Lee\*, Jee-Hun Jang\*\*, Jin-Hyoung Jeong\*\*\*

**요약** 인간의 뇌는 끊임없이 전기적인 임펄스를 발산하는데 이것을 뇌파라고 하고, 뇌파는 뇌 세포들의 생화학적 상호 작용에 의해 발생하는 이온의 흐름으로 인해서 생성되는 뇌의 전기적 활동으로 정의할 수 있다. 감정이 스트레스를 유발 할 수 있는 요인중 하나라는 연구가 있으며, 감정에 대한 연구에서는 뇌파를 많이 사용하고 있다. 본 논문은 감정이 스트 레스에 영향을 주는지에 대한 연구로서, 4명의 실험자에게 공포, 기쁨 2가지 영상을 보여주고 시청 전, 시청 중, 시청 후 3단계로 나누었다. 측정 도구로는 뇌파 측정, 분석, 뇌파 강화 그리고 억제 트레이닝을 원격제어로 자동화가 가능한 시스 템인 NeuroBrain System(뉴로브레인 시스템)을 사용하여 Fp1과 Fp2의 위치에서의 뇌파를 측정했다. 그리고 각각의 감정에 대한 뇌파 데이터를 얻은 후 평균 값을 구해 연구를 진행했다. 스트레스와 관련 있는 주파수로는 Alpha(알파)파 와 Beta(베타)파에 측정된 주파수 중 Alpha와 SMR, Low Beta와 High Beta 수치를 위주로 분석했다. 뇌파 분석 을 통해 감정 상태에 따라 스트레스 영향을 주는데 '공포' 감정은 Beta 수치를 높여 불안을 유발해 Mind Stress 수치를 높이지게 하는 결과가 나왔고, '기쁨' 감정은 Beta의 수치를 낮추어 Mind Stress도 많이 하락하는 결과가 나왔다.

**Abstract** The human brain constantly emits electrical impulses, which is called brain waves, and brain waves can be defined as the electrical activity of the brain generated by the flow of ions generated by the biochemical interaction of brain cells. There is a study that emotion is one of the factors that can cause stress. Brain waves are the most used in the study of emotions. This paper is a study on whether emotions affect stress, and showed two images of fear and joy to four experimenters and divided them into three stages before, during, and after watching. As a measurement tool, brain waves at the positions of Fp1 and Fp2 were measured using the NeuroBrain System, a system that can automate brain wave measurement, analysis, brain wave reinforcement, and suppression training with remote control. After obtaining the brain wave data for each emotion, the average value was calculated and the study was conducted. As for the frequency related to stress, the values of Alpha and SMR, Low Beta, and High Beta were analyzed. Brainwave analysis affects stress depending on the emotional state, and "fear" emotions cause anxiety by raising Beta levels, resulting in higher Mind Stress levels, while "joy" emotions lower Beta levels, resulting in a significant drop in Mind Stress.

**Key Words** : EEG, Emotion, Happy, Horror, Stress

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2022R1G1A10121891222682121230102).

This research was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE) in 2023 (2022RIS-005)

\*Department of Biomedical Engineering, Catholic Kwandong University

\*\*Department of Sport & Leisure Studies, Catholic Kwandong University

\*\*\*Corresponding Author : Department of Medical IT, Catholic Kwandong University

Received November 30, 2023

Revised December 07, 2023

Accepted December 21, 2023

## 1. 서론

인간의 뇌는 끊임없이 전기적인 임펄스를 발산하는데 이것을 뇌파라고 한다.[1] 뇌파는 뇌 세포들의 생화학적 상호 작용에 의해 발생하는 이온의 흐름으로 인해서 생성되는 뇌의 전기적 활동으로 정의할 수 있다.[2]

뇌파 신호의 종류로는 Delta(델타)파, Theta(세타)파, Alpha(알파)파, Beta(베타)파, Gamma(감마)파가 있다.[3] Delta(델타)파는 깊은 수면 또는 혼수상태로 각성이 떨어질수록 증가한다.[4] Theta(세타)파는 기억을 회상하거나 명상 등 조용한 상태에서 관찰되고, 동조하여 발화하는 많은 뉴런이 관련된다.[5] Alpha(알파)파는 휴식 상태의 후두엽에서 주로 발생하고, 수면 상태에서는 약해지며, 대규모의 뉴런들이 동조적으로 발화한다.[6] Beta(베타)파는 약물 효과 및 병리적 현상과 관련이 있으며, 집중적 뇌 활동 및 각성 상태와 연관이 있다.[7] Gamma(감마)파는 극도의 각성과 흥분 등 정서적으로 초조한 상태에서 발생하며, 전두엽과 두정엽에서 비교적 많이 발생하는 뇌파이다.[8]

감정이 스트레스를 유발할 수 있는 요인중 하나라는 연구가 있다.[9] 감정은 인간의 고유한 능력으로써, 우리의 삶에서 중요한 역할을 한다.[10] 기쁨, 슬픔, 공포 그리고 분노 같은 기본 감정은 정도와 수준의 차이가 있지만 포유류가 진화하면서 가지게 된 감정들이다.[11] 감정에 대한 연구에서는 뇌파가 가장 많이 이용되고 있다.[12] 뇌파가 두뇌 활동에 대하여 방대한 정보를 포함하고 있으므로 감정 상태, 정신적 활동 등에 대한 정보를 얻어 낼 수 있다고 생각한다.[13]

또한 문헌조사했을 때 스트레스와 불안감에 대한 연구, 감정과 공간의 관계에 대한 연구, 감정 노동자가 받는 스트레스 등에 관한 연구는 있지만, 감정에 대한 영상을 보고 스트레스 수치를 비교한 논문은 아직 미미하다.

따라서 본 연구는 감정이 스트레스에 영향을 주는 지에 대한 연구로서, 4명의 실험자에게 공포, 기쁨 2가지 영상을 보여주고 시청 전, 시청 중, 시청 후 3단계로 나누었다. 그리고 각각의 감정에 대한 뇌파 데이터를 얻어 스트레스 수치를 비교하여 분석을 진행

했다.

## 2. 연구방법

본 연구의 뇌파 분석 데이터를 얻기 위하여 강원도 C 대학에 재학중인 학생 4명의 실험자들을 대상으로 연구를 진행했다.

측정 도구로는 뇌파 측정, 분석, 뇌파 강화 그리고 억제 트레이닝을 원격제어로 자동화가 가능한 시스템인 NeuroBrain System(뉴로브레인 시스템)을 사용하여 Fp1과 Fp2의 위치에서의 뇌파를 측정했다. 전두엽 좌측 부분인 Fp1과 전두엽 우측 부분인 Fp2는 뇌파를 분석할 때 두 뇌반구의 활동을 측정하는 데에 일반적으로 사용되는 전극의 위치이다. 실험자들의 감정을 유발하기 위해 귀신이 나오는 공포 영상과 사람들이 웃고 있는 기쁨 영상에 해당하는 시청각 자료들을 활용하여 시청 전 1분 30초 동안 측정 하고, 시청 40초 후 1분 30초간 측정을 하여 각각의 감정에 대한 뇌파 데이터를 얻었다. 스트레스와 관련 있는 주파수는 주로 Alpha(알파)파와 Beta(베타)파에 측정된 주파수 중 Alpha와 SMR, Low Beta와 High Beta 수치를 평균값으로 비교했다.

다음 <그림1>은 뉴로브레인(NeuroBrain) 장치를 착용하여 뇌파를 측정하는 사진이고, <표1>은 뉴로브레인(NeuroBrain) 장치의 사양이다.



그림 1. 뉴로브레인(NeuroBrain)을 이용한 스트레스 검사  
Fig. 1. Stress test using Neurobrain

표 1. 뉴로브레인(NeuroBrain) 사양  
Table 1. NeuroBrain SPEC

number of channels	2 channels
Data transmission method	2.4GHz wireless Bluetooth
Output Interface	115.200 bps
Electrode	Gold-plated dry electrode
Impedance	0.1 ~ 0.3 $\Omega$
Sampling Frequency	128
Module Dimension(Max)	35mm(L) * 20mm(W) * 2.5(H)
Head Band Total Length	70cm
Operating Voltage	3.3V (3V ~ 4.2V)
Frequency Range	0.5Hz ~ 3.Hz
Active Electrode	Fp1, Fp2
Reference Electrode	earlobe
Ground Electrode	Fpz
Feedback Interval	0.5 seconds

### 3. 연구 결과

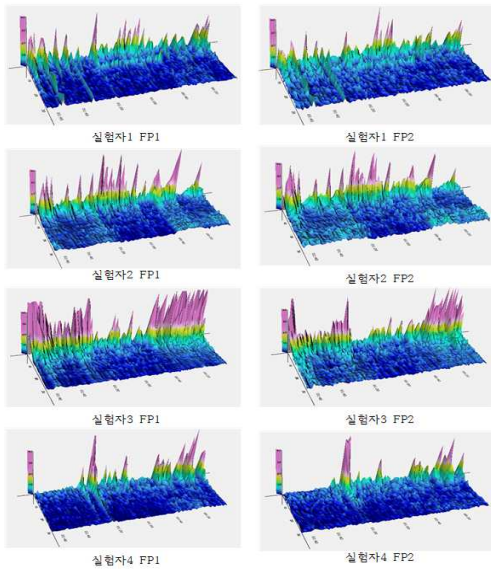


그림 2. 공포 영상 시청 전 뇌파  
Fig. 2. Brain waves before watching a fear video clip

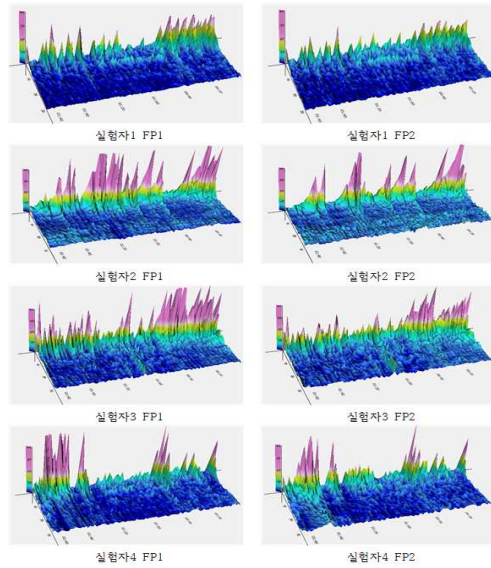


그림 3. 공포 영상 시청 중 뇌파  
Fig. 3. Brain waves while watching a fear video clip

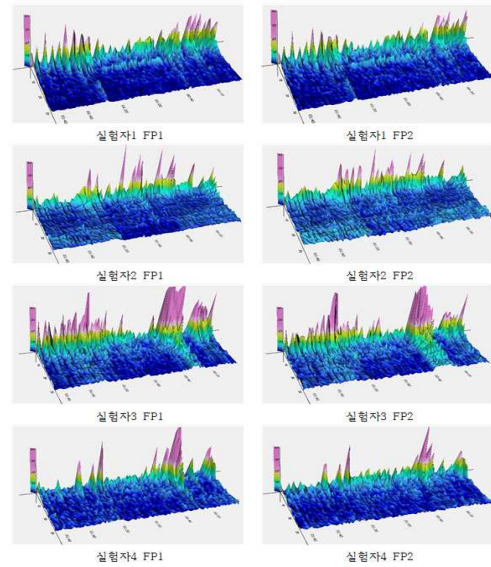


그림 4. 공포 영상 시청 후 뇌파  
Fig. 4. Brain waves after watching a fear video clip

표 2. 공포 영상 실험자의 수치 변화 평균값

Table 2. Mean value of numerical change of horror video clip experimenter

	FP1 Before watching	FP2 Before watching	FP1 Watching	FP2 Watching	FP1 After watching	FP2 After watching
Alpha	5.288	6.591	5.594	6.465	5.808	5.632
SMR	4.595	6.531	5.098	5.715	4.635	4.349
Low Beta	4.044	4.883	4.174	4.474	4.132	4.080
High Beta	3.526	5.484	4.423	5.387	3.444	4.461
Body Stress	24.315	23.194	21.024	21.187	15.048	13.458

‘공포’ 영상을 시청 전 Alpha는 5.288과 6.591이고 SMR은 4.595와 6.531이다. Low Beta는 4.044와 4.886이고 High Beta는 3.526과 5.484로 나왔다. Body Stress는 24.315와 23.194로 측정되고, Mind Stress는 3.526과 5.484로 측정되었다. 영상을 시청 중의 Alpha는 각각 5.594와 6.465로 영상을 시청 전에 비해 Fp1은 0.306만큼 상승했고, Fp2는 0.126만큼 하락했다. SMR은 5.098과 5.715로 각각 0.502만큼 상승하고, 0.817만큼 하락했다. Low Beta는 4.174와 4.474로 Fp1은 0.131만큼 상승했으며 Fp2는 0.412만큼 하락했다. High Beta는 4.423과 5.387로 Fp1은 0.897만큼 상승했고, Fp2는 0.097만큼 하락했다. 그리고 Body Stress는 21.024와 21.187로 영상을 시청 전에 비해 각각 3.292와 2.007만큼 하락했다. Mind Stress는 4.287과 5.387로 Fp1은 0.761만큼 상승했고, Fp2는 0.097만큼 하락했다. 마지막으로 ‘공포’에 해당하는 영상을 시청 후의 뇌파와 스트레스 수치의 평균은 Alpha는 각각 5.808과 5.632로 영상을 시청 중의 수치에 비해 Fp1은 0.213만큼 상승했고, Fp2은 0.832만큼 하락했다. SMR은 4.635와 4.349로 Fp1은 0.463만큼, Fp2는 1.365만큼 하락했다. 그리고 Low Beta 0.043과 0.394만큼 하락했고 High Beta는 0.979와 0.926만큼 하락했다. 그리고 Body Stress는 15.048과 13.458로 영상을 시청 중에 비해 5.976과 7.730만큼 하락했고 Mind Stress는 3.444와 4.461로 0.843과 0.926만큼 하락했다.

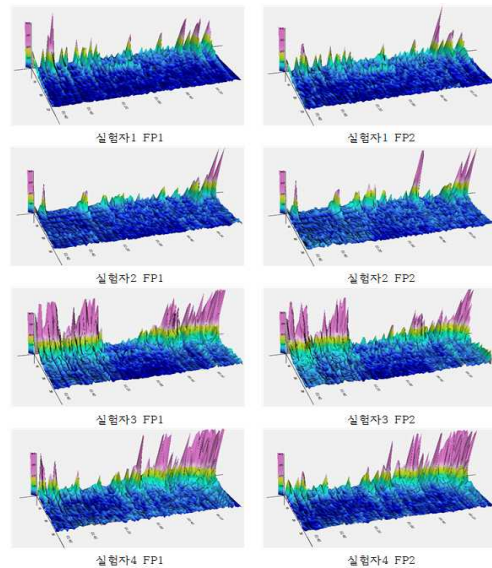


그림 5. 기쁜 영상 시청 전 뇌파

Fig. 5. Brain waves before watching a joy video clip

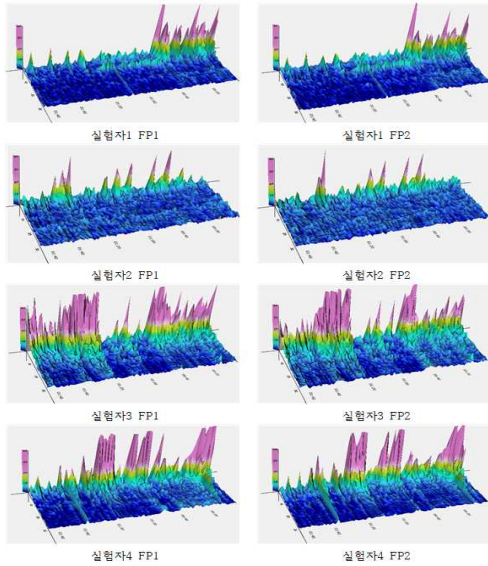


그림 6. 기쁜 영상 시청 중 뇌파  
Fig. 6. Brain waves while watching a happy video clip

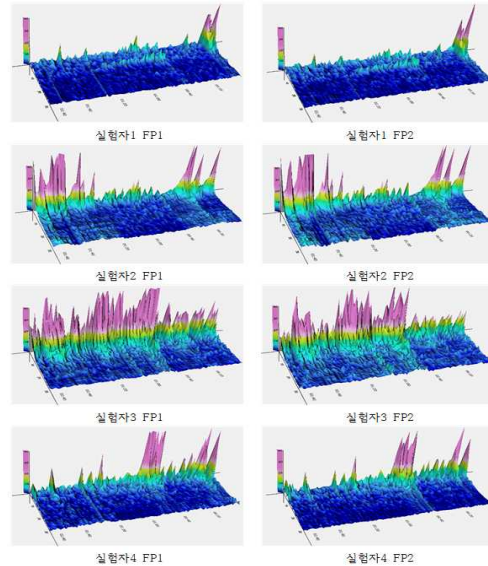


그림 7. 기쁜 영상 시청 후 뇌파  
Fig. 7. Brain waves after watching a happy video clip

‘기쁨’ 영상을 시청 전의 Fp1과 Fp2 위치에서의 뇌파와 스트레스의 평균은 Alpha는 각각 6.753과 5.990이고 SMR은 4.983과 4.936이다. Low Beta는 3.946과 4.665이고 High Beta는 3.577과 4.676으로 측정되었다. Body Stress는 28.514와 24.502이고, Mind Stress는 3.577과 4.676으로 측정되었다. 영상을 시청 중의 Alpha의 평균 수치는 Fp1과 Fp2에서 각각 5.748과 6.017로 영상을 시청 전에 비해 Fp1은 1.005만큼 하락하고 Fp2는 0.027만큼

상승했다. SMR은 5.447과 5.789로 각각 0.465와 0.853만큼 하락했고, Low Beta는 3.777과 4.141로 Fp1은 0.169만큼, Fp2는 0.524만큼 하락했다. High Beta는 3.722와 4.075로 Fp1은 0.145만큼 상승했고, Fp2는 0.601만큼 하락했다. 그리고 Body Stress는 25.026과 19.453으로 영상을 시청 중에 비해 3.488과 5.049만큼 하락했다. Mind Stress는 3.722와 4.075로 Fp1은 0.145만큼 상승했고, Fp2는 0.601만큼 하락했다. 마지막으로 영상을 시청 후의 Alpha는 4.541과 4.475로 영상을 시청 중에 비해

표 3. 기쁜 영상 실험자의 수치 변화 평균값

Table 3. Mean value of numerical change of happy video clip experimenter

	FP1 Before watching	FP2 Before watching	FP1 Watching	FP2 Watching	FP1 After watching	FP2 After watching
Alpha	6.753	5.990	5.748	6.017	4.541	4.475
SMR	4.983	4.936	5.447	5.789	3.762	4.158
Low Beta	3.946	4.665	3.777	4.141	3.491	3.153
High Beta	3.577	4.676	3.722	4.075	3.377	3.399
Body Stress	28.514	24.502	25.026	19.453	33.932	26.998

1.208와 1.542만큼 하락했다. SMR은 3.762와 4.158로 Fp1은 1.685만큼, Fp2는 1.632만큼 하락했다. Low Beta는 0.286과 0.987만큼 하락했고 High Beta는 0.346과 0.676만큼 하락했다. 그리고 Body Stress는 33.932와 26.998로 영상을 시청 중에 비해 8.906과 7.545만큼 상승했고 Mind Stress는 0.346과 0.676만큼 하락했다.

따라서 뇌파 분석을 통해 감정 상태에 따라 스트레스 영향을 주는데 '공포' 감정은 Beta 수치를 높여 불안을 유발해 Mind Stress 수치를 높아지게 하는 결과가 나왔고, '기쁨' 감정은 Beta의 수치를 낮추어 Mind Stress도 많이 하락하는 걸 알 수 있다.

#### 4. 결론 및 고찰

스트레스와 관련이 있는 뇌파의 감정별 수치를 확인한 결과 Alpha의 수치는 Fp1에서 '기쁨'이 높고, Fp2는 '공포'가 높다. SMR은 '공포'가 높게 나왔고, Fp2는 '기쁨'이 높았다. 그리고 Low Beta와 High Beta는 동일하게 '공포'가 높게 나왔다.

본 연구는 뇌파 분석을 통해 감정 상태에 따라 스트레스 영향을 주는데 '공포' 감정은 Beta 수치를 높여 불안을 유발해 Mind Stress 수치를 높아지게 하는 결과가 나왔고, '기쁨' 감정은 Beta의 수치를 낮추어 Mind Stress도 많이 하락하는 결과가 나왔다.

실험자들의 각각의 개인 정서 성향에 따라 스트레스와 뇌파의 수치 변동 정도가 많이 다르기에 모집단을 늘리거나 개인의 정서 성향에 따라 모집단을 나누어서 뇌파를 측정하는 과정이 필요하다고 사료된다.

또한 본 연구는 기초연구로써 추후에 실험자를 더 늘려서 뇌파 측정 후 얻은 데이터로 유의성을 확인해 볼 필요가 있다.

#### REFERENCES

- [1] Dong Goo Kim, Hyung Bae Park, YoungWooAhn.(2005).Neurofeedback:Principles and Clinical Application.THE KOREAN JOURNAL OF STRESS RESEARCH,13(2),93-98.
- [2] Seungbong Hong, Jeong Kiyung. (2003). Electrophysiology of KPA. Journal of Korean Neuroscience, 21(3), 225-238.
- [3] Jaewon Lee, Lee J. Addiction and quantitative brain waves. J Korean Neuropsychiatr Assoc. 2019 May;58(2):115-124. <https://doi.org/10.4306/jknpa.2019.58.2.115>
- [4] Song Chae-won. (2018). Effect of user empathy according to emoticon type (Domestic master's thesis).
- [5] Song Chang-seon. (2023). Measures to improve the health of aviation workers in preparation for post-coronavirus: Focusing on singing bowl meditation. Journal of Aerospace Medicine, 33(2), 45-51.
- [6] Jinsu Kim. (2011). Research on human drowsiness using brain waves (Domestic doctoral thesis).
- [7] Eunheonjeong. (2019). EEG basics for psychiatrists. Neuropsychiatry, 58(2), 76-104.
- [8] Song Shin-young. "Effect of inhalation of glycolytic aroma oil on brain function index by electroencephalographic analysis in working women." Domestic doctoral thesis, Chosun University Graduate School, Gwangju, 2020
- [9] Dong-Young Kim, Sang-Min Park, Dong-Ryul Ko, Jae-Eun Kim. (2022). Stress prediction model based on emotional analysis for multi-turn conversations. Journal of Korean Information Science Society Academic Conference, 0, 1064-1066.
- [10] Son Gwi-young, Lee Won-young, Lee Ji-woong and Ki Min-song. (2022). EEG signal-based emotional state evaluation and classification verification using machine learning. Journal of the Korea Next Generation Computing Society, 18(1), 37-46.
- [11]<https://www.brainmedia.co.kr/BrainScience/11693>
- [12] Kim Dong-joon. (2018). A Study on the Use of Multilayer Perceptron as an Emotional Classifier for EEG. Journal of the Electrical Society, 67 (11), 1506-1511.
- [13] Hye-kyung Han, Joo-yeon Kim and Young-jin Kim. (2021). Analysis of previous studies and research trends in experimental research on VR-based EEG responses. Journal of the Korean Society of Spatial Design, 16(8), 235-246.

저자약력

조재현 (Jae-hyun Jo) [정회원]



- 2015년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
- 2017년 2월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
- 2020년 08월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
- 2020년 09월 ~ 2021년 02월 가톨릭관동대학교 시간강사
- 2022년 4월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 조교수

〈관심분야〉 의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리

이상식 (Sang-Sik Lee) [중신회원]



- 1993-2000년 LG전선(주)
- 1996-2000년 성균관대학교 박사
- 2001-2004년 ㈜미도테크
- 2004-2010년 성균관대학교 연구교수.
- 2011년- 현재 가톨릭관동대학교 의료공학과 교수

〈관심분야〉 의용메카트로닉스, 생체역학, 의용전기전자, u-Health

장지훈 (Jee-Hun Jang) [정회원]



- 1993년 : 중앙대학교 약학대학 졸업
- 2003년 : 한국체육대학교 체육학과 박사
- 2009~현재 : 가톨릭관동대학교 스포츠레저학과 교수

〈관심분야〉 스포츠 의학, 운동 재활

정진형 (Jin-Hyoung Jeong) [정회원]



- 2012년 02월: 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
- 2014년 02월: 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
- 2017년 08월: 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
- 2021년 03월: 가톨릭관동대학교 의료IT학과 조교수

〈관심분야〉 의료 시스템, 데이터 분석, 통신, 인공지능