



등록특허 10-2685812



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월17일
(11) 등록번호 10-2685812
(24) 등록일자 2024년07월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/374 (2021.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/16 (2006.01) A61B 5/377 (2021.01)
G06N 3/08 (2023.01) G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 5/374 (2022.01)
A61B 5/168 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-0048578
(22) 출원일자 2023년04월13일
심사청구일자 2023년04월13일
- (30) 우선권주장
1020230030599 2023년03월08일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌
Ravindran A S, et al. Assaying neural activity of children during video game play in public spaces: a deep learning approach. Journal of Neural Engineering. 2019.05.08., 16, 036028, pp.1~12*
가톨릭대학교(정의교정). 인터넷 게임 중독의 뇌 과학적 원인 규명을 통한 스마트 헬스케어 시스템 개발. 뇌과학원천기술개발사업 최종보고서. 2017.12.07., 1~309쪽*
KR1020130101903 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
- (72) 발명자
한재호
서울특별시 성동구 한림말길 50, 102동 702호
이진의
서울특별시 노원구 동일로230길 63, 1동 1008호
- (74) 대리인
김등용

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 박찬아

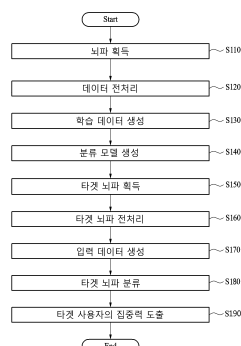
(54) 발명의 명칭 딥러닝 모델을 이용한 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 장치 및 방법

(57) 요약

딥러닝 모델을 이용한 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 장치 및 방법이 개시된다. 상기 뇌파 분류 방법은 프로세서(processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 방법으로서, 뇌파를 획득하는 단계, 상기 뇌파를 전처리하는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



단계, 전처리된 뇌파로부터 학습 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 학습 데이터를 이용하여 인공 신경망 (Artificial Neural Network, ANN) 모델을 학습하여 뇌파를 분류하는 분류 모델을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 뇌파를 전처리하는 단계는, 제1 샘플링율로 샘플링된 상기 뇌파를 상기 제1 샘플링율 보다 작은 제2 샘플링율로 다운 샘플링하는 단계, 및 대역통과 필터를 이용하여 다운 샘플링된 상기 뇌파를 필터링하는 단계를 포함하고, 상기 학습 데이터를 생성하는 단계는, 길이가 1(1은 임의의 실수)인 상기 뇌파를 시점이 $a \times n$ (a 는 임의의 실수, n 은 음이 아닌 정수)이고 길이가 b (b 는 임의의 실수)가 되도록 분할한다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/377 (2022.01)

A61B 5/7264 (2023.08)

G06N 3/08 (2023.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 50/70 (2018.01)

A61B 2503/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193663
과제번호	2020-0-01819-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	ICT명품인재양성(고려대학교)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서(processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 방법에 있어서,

미리 정해진 게임을 수행하는 도중에 발생하는 뇌파를 획득하는 단계;

상기 뇌파를 전처리하는 단계;

전처리된 뇌파로부터 학습 데이터를 생성하는 단계;

상기 학습 데이터를 이용하여 인공 신경망(Artificial Neural Network, ANN) 모델을 학습하여 뇌파를 분류하는 분류 모델을 생성하는 단계;

타겟 사용자의 타겟 뇌파를 획득하는 단계;

상기 타겟 뇌파를 전처리하는 단계;

입력 데이터를 생성하는 단계;

상기 입력 데이터를 상기 분류 모델에 입력하여 상기 타겟 뇌파를 분류하는 단계; 및

상기 타겟 사용자의 집중력을 도출하는 단계를 포함하고,

상기 뇌파를 전처리하는 단계는,

제1 샘플링율(sampling rate)로 샘플링된 상기 뇌파를 상기 제1 샘플링율 보다 작은 제2 샘플링율로 다운 샘플링하는 단계; 및

대역통과 필터(bandpass filter)를 이용하여 다운 샘플링된 상기 뇌파를 필터링하는 단계를 포함하고,

상기 학습 데이터를 생성하는 단계는, 길이가 l (l 은 임의의 실수)인 상기 뇌파를 시점이 $a \times n$ (a 는 임의의 실수, n 은 음이 아닌 정수)이고 길이가 b (b 는 임의의 실수)가 되도록 분할하고,

분할된 뇌파들 중 서로 인접한 뇌파들 간의 중첩되는 부분의 길이는 중첩되지 않은 부분의 길이보다 작고,

상기 집중력을 도출하는 단계는,

상기 타겟 뇌파를 주파수 영역으로 변환하는 단계;

상기 타겟 뇌파에 포함된 세타파(theta wave)의 상대 파워(relative power)를 산출하는 단계; 및

산출된 상대 파워를 임계치와 비교하고, 비교 결과에 기초하여 상기 타겟 사용자의 집중력 정도를 산출하는 단계를 포함하고,

상기 임계치는 상기 타겟 뇌파의 분류 그룹의 세타파의 상대 파워의 평균 또는 상대 파워의 평균에 표준편차를 더한 값이고,

상기 집중력 정도를 산출하는 단계는, 상기 타겟 뇌파가 측정된 채널별, 상기 타겟 뇌파에 포함된 세타파의 상대 파워와 상기 임계치의 차이의 총합을 상기 집중력 정도의 지표로 도출하는,

뇌파 분류 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 입력 데이터를 생성하는 단계는, 상기 타겟 뇌파를 분할하여 복수의 입력 데이터를 생성하고,

상기 타겟 뇌파를 분류하는 단계는, 상기 복수의 입력 데이터에 대한 분류 결과 중 다수를 차지하는 분류 결과를 상기 타겟 뇌파의 분류 결과로 도출하는,

뇌파 분류 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 딥러닝 모델을 이용한 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 방법에 관한 것으로, 특히 심층 신경망을 이용하여 게임 중인 사용자로부터 측정된 뇌파로 이루어진 빅데이터를 이용하여 뇌파상의 학령을 구분하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] Electroencephalography(EEG, 뇌파)는 뇌의 전기적인 활동을 비침습적으로 측정할 수 있는 전기 신호이다. EEG 기술은 오늘날 뇌질환 예측/진단, BCI(brain computer interface) 연구 등 다양한 분야에서 활용되고 있는 추세이며, ADHD나 우울증 등 다양한 정신질환의 치료 목적으로도 연구되고 있다. 과거에 비해 최근에는 간소화된 EEG장치들이 많이 생기고 하드웨어 기술의 발전으로 휴대성과 통신기능을 갖춘 간소화된 뇌파 장치들로 인하여 데이터 수집의 편리성으로 뇌파를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 간소화된 EEG 장치는 휴대성이 좋기 때문에 다른 위치에서 쉽게 운반하고 사용할 수 있다. 이는 현장 연구를 할 때 유용하게 사용된다. 또한 기존 EEG 장비에 비해 가격이 저렴하고 사용하기 쉽기 때문에 스포츠 과학 등과 같은 분야에서도 새로운 연구 기회가 증가하였다.

[0003] 딥러닝 기반 데이터 분석 기술은 다양한 분야에서 적용된다. 컴퓨터 비전, 자연어 처리, 의료 등 다양한 분야에서 높은 성능을 보이고 있고, 딥러닝 기반 뇌파 연구에서는 수면상태 판단, 정신질환 예측 및 모니터링 등에서 좋은 성능을 보이고 있다.

[0004] 최근 디지털 헬스케어에도 게임을 이용한 디지털 치료제의 개발이 많아지고 있다. 청소년들을 대상으로 항상 인기있는 것 중 하나는 게임이다. 게임은 접근성이 쉽기 때문에 대중화가 되었다. 게임은 부정적인 이미지를 갖고 있지만 게임을 잘 사용한다면 도움이 된다. 게임을 통한 문제해결 및 비판적 사고와 같은 정신적 능력을 향상시키는 데 도움이 되며, 기억력, 집중력, 인지기능 향상에도 긍정적인 연구 결과가 나오고 있다.

[0005] 그러나, 기존의 통계적 분석 방식으로는 뇌파 데이터의 패턴 및 새로운 일반화를 감지하기 어려웠다. 또한 뇌파 신호 분석은 전문지식을 필요로 하고 뇌파전문가의 주관적인 해석이 들어간다. 딥러닝을 사용해서 뇌파를 분석하면 EEG 분석에서 중요할 수 있는 새로운 일반화 및 패턴을 발견할 수 있다. 본 발명은 컴퓨터 게임을 할 때 측정된 뇌파 데이터를 기반으로 학생들의 학령을 분류하고자 한다. EEG 기반 학령 분류를 사용하여 학령에 따라 플레이어의 요구와 능력에 맞게 게임을 조정할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2022-0007841호 (2022.01.19. 공개)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제2012-0122617호 (2012.11.07. 공개)

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 제2015-0018679호 (2015.02.24. 공개)

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 제2287191호 (2021.08.09. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 딥러닝 모델을 이용한 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파를 분류하는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파 분류 방법은 프로세서(processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 방법으로써, 뇌파를 획득하는 단계, 상기 뇌파를 전처리하는 단계, 전처리된 뇌파로부터 학습 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 학습 데이터를 이용하여 인공 신경망(Artificial Neural Network, ANN) 모델을 학습하여 뇌파를 분류하는 분류 모델을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 뇌파를 전처리하는 단계는, 제1 샘플링율로 샘플링된 상기 뇌파를 상기 제1 샘플링율 보다 작은 제2 샘플링율로 다운 샘플링하는 단계, 및 대역통과 필터를 이용하여 다운 샘플링된 상기 뇌파를 필터링하는 단계를 포함하고, 상기 학습 데이터를 생성하는 단계는, 길이가 1(1은 임의의 실수)인 상기 뇌파를 시점이 $a \times n$ (a 는 임의의 실수, n 은 음이 아닌 정수)이고 길이가 b (b 는 임의의 실수)가 되도록 분할하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예에 따른, 딥러닝 모델을 이용한 초등학생 게임 이용자의 뇌파와 중학생 게임 이용자의 뇌파 분류 장치 및 방법에 의할 경우, 게임할 때 뇌파를 측정하고 딥러닝 알고리즘을 적용하여 학령을 구분할 수 있어 교육자가 각 학령 그룹의 특정 요구와 능력에 맞게 교육 전략과 교육 게임을 조정할 수 있으므로 게임을 이용한 교육에서 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 각 학령대의 교육용 게임 및 두뇌 훈련 프로그램을 최적화하여 잠재적으로 학습 결과를 개선할 수 있다.

[0010] 게임 산업 분야에서는 이 기술은 게임 개발자가 각 학령에 따라 더 적합한 콘텐츠를 만들고, 선호도와 습관을 더 잘 이해하는 데 사용할 수 있다.

[0011] 게임 플레이 중 뇌파 활동을 측정했을 때 학령에 따른 뇌 발달 및 기능에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이러한 데이터는 뇌에 대한 우리의 이해에 기여하고 신경과학 분야를 발전시키는 데 도움이 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 2는 뇌파를 측정하기 위한 전극의 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 측정된 뇌파의 예시으로써, 좌측은 초등학생 게임 이용자의 뇌파를, 우측은 중학생 게임 이용자의 뇌파를 도시한다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 도시한다.

도 5는 본 발명에서 이용하는 인공 신경망의 다른 예를 도시한다.

도 6은 측정된 EEG를 FFT 한 후의, 주파수 대역에 따른 델타파, 세타파, 알파파, 베타파, 및 감마파를 도시한다.

도 7은 그룹별 세타파의 상대 파워(relative power)와 타겟 사용자의 세타파의 상대 파워를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0014] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0015] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.
- [0016] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0017] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0019] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 분류 방법 등으로 명명될 수도 있는 뇌파 분류 방법은 적어도 프로세서(processor) 및/또는 메모리(memory)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행될 수 있다. 즉, 뇌파 분류 방법을 구성하는 단계들 중 적어도 일부는 컴퓨팅 장치에 포함되는 프로세서의 동작으로 이해될 수도 있다. 컴퓨팅 장치는 PC(Personal Computer), 서버(server), 랩탑 컴퓨터, 태블릿 PC 등을 포함할 수 있으며, 뇌파 분류 장치로 명명될 수도 있다.
- [0022] 우선, 뇌파(또는 뇌파 신호)가 획득된다(S110). 뇌파는 복수의 게임 이용자들 각각의 뇌파를 의미할 수 있다. 게임 이용자들은 초등학생 게임 이용자와 중학생 게임 이용자들을 포함한다. 또한, 뇌파는 게임 이용자들이 소정의 게임을 수행하는 도중에 측정된 것을 의미할 수 있다. 뇌파는 측정된 게임 이용자를 식별하기 위한 정보(초등학생 게임 이용자 또는 중학생 게임 이용자)를 포함할 수 있다. 즉, 획득된 뇌파는 게임 이용자의 학령에 대한 레이블을 포함하거나, 획득된 뇌파에 게임 이용자의 학령에 대한 레이블을 지정할 수 있다.
- [0023] 대한민국은 초등학생 취학연령이 만 6세에 입학하고 만 11에 졸업한다. 미국, 중국, 일본 등 23개국에서 만 6세에 초등학교를 입학한다. 초등학교 학제는 나라마다 상이하다. 예를 들면, 프랑스 같은 경우에는 만 6세에 초등학교 입학을 하더라도 초등학교 학제가 5년제라 10살에 초등학교를 졸업한다. 만 7세에 초등학교를 입학하는 경우도 있다. 이에 해당하는 나라는 핀란드, 스웨덴 등이 있다. 또한, 대한민국의 경우 중학교는 보통 만 12세에

입학하여 만 14세에 졸업한다. 이 역시 국가별로 차이가 있다. 대한민국의 경우 초중고 교육 학제가 6-3-3학제로 되어 있다. 이는 국가마다 다르다. 예를 들면, 호주같은 경우에는 6-4-2 학제이다. 즉, 본 발명에서 초등학교의 나이와 중학생의 나이는 실시예에 따라 달라질 수 있다.

- [0024] 뇌파는, 유무선 통신망을 통하여 EEG 측정 장치로부터 직접 수신되거나, 입출력 인터페이스를 통하여 USB 메모리 장치와 같은 저장 장치로부터 수신되거나, 또는 컴퓨팅 장치에 미리 저장되어 있을 수도 있다. 또한, 실시예에 따라, 컴퓨팅 장치는 EEG 측정 장치 자체를 의미할 수도 있다.
- [0025] 이와 관련하여, 도 2에는 뇌파를 측정하기 위한 전극(또는 채널)의 위치를 설명하기 위한 도면이 도시되어 있다. 전극은 전두엽의 뇌파를 측정하기 위한 적어도 하나의 전극(AF7, AF8 채널)과 측두엽의 뇌파를 측정하기 위한 적어도 하나의 전극(TP9, TP10 채널)을 포함한다. 일 실시예에 따르면, 좌뇌와 우뇌의 뇌파를 측정하기 위해서 서로 대칭되게 위치하는 2 쌍의 전극을 통해 뇌파를 측정할 수 있다. 또한, 중앙에는 Fpz 채널을 기준으로 양극 판독값을 생성해 낼 수 있다. 측정된 뇌파의 예시는 도 3에 도시되어 있다. 도 3에서 좌측은 초등학교 게임 이용자의 뇌파를, 우측은 중학생 게임 이용자의 뇌파를 도시한다.
- [0026] 예시적으로, 게임 이용자의 뇌파는 소정의 게임(예컨대, Minecraft)을 수행하는 도중에 측정될 수 있다. 이때, 게임 이용자는 1분의 휴식 후 20분 동안 게임을 수행하고, 게임을 수행하는 20분 동안에 뇌파가 측정될 수 있다. 또한, 뇌파의 샘플링율(sampling rate)은 제1 샘플링율(예컨대, 220Hz)일 수 있다.
- [0027] 측정된 뇌파에는 delta파(1~3.9Hz), theta파(4~7.9Hz), alpha파(8~12.9Hz), beta파(13~29.9Hz), gamma파(30~50Hz) 등을 포함한다. delta파는 주로 깊은 수면 시에 주로 나타난다. 눈 움직임이나 몸 움직임에 의해 발생하는 노이즈의 주파수 영역은 delta파의 주파수 영역과 거의 일치한다. 보통 delta파의 파워 증감은 분석요소로 고려하지 않는다. theta파는 정서 안정 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타난다. 기억력, 창의력, 집중력, 불안해소 등 다양한 상태와 관련되어 있다. alpha파는 긴장이완과 같은 편안한 상태에서 주로 나타난다. 안정되고 편안한 상태일수록 진폭이 증가한다. 특히 alpha파가 나타나는 때는 눈을 감고 진정한 상태에 있을 때이며 눈을 뜨고 물체를 주시하거나 정신적으로 흥분하게 되면 alpha파가 억제된다. beta파는 주로 전두부에서 많이 나타나며 깨어있을 때, 말할 때와 같이 모든 의식적인 활동을 할 때 나타난다. 특히 불안한 상태나 긴장 시 복잡한 계산 처리 시 우세하게 나타나기도 한다. gamma파는 정서적으로 초조한 상태이거나 추리, 판단 등의 고도의 인지정보 처리와 관련이 깊다.
- [0028] 다시 도 1을 참조하면, 획득된 뇌파에 대한 전처리 동작이 수행된다(S120). 전처리 동작은 다운 샘플링 및/또는 필터링을 의미할 수 있다.
- [0029] 전처리 동작으로써, 뇌파에 대한 다운 샘플링(down sampling)이 수행될 수 있다. 즉, 제1 샘플링율을 갖는 뇌파를 제1 샘플링율보다 작은 제2 샘플링율(예컨대, 110Hz)로 다운 샘플링할 수 있다. 다운 샘플링을 통해, 뇌파에 포함된 정보를 압축할 수 있다.
- [0030] 전처리 동작으로써, 필터링 동작(노이즈 제거 동작으로 명명될 수도 있음)이 수행될 수 있다. 필요한 주파수 대역의 정보만을 이용하기 위해서, 소정의 통과대역(1~50Hz 또는 0.5~50Hz)을 갖는 대역통과 필터(bandpass filter)가 이용될 수 있다.
- [0031] 다음으로, 전처리된 뇌파로부터 학습 데이터가 생성된다(S130). 이때, 각 뇌파를 분할하여 학습 데이터를 증강할 수 있다. 소정의 길이(예컨대, 1초)를 갖는 뇌파를 a*n초를 시점(starting point)으로 하는 길이 b의 뇌파 신호들을 생성할 수 있다. 이때, 1은 임의의 실수로써, 측정된 뇌파의 측정 시간을 의미할 수 있다. a는 임의의 실수로써 예시적인 값은 6이고, b는 임의의 실수로써 예시적인 값은 15이다. n은 음이 아닌 정수이다. 구체적인 예로, 측정된 뇌파의 길이가 30초라면, 0초부터 15초까지의 뇌파, 6초부터 21초까지의 뇌파, 및 12초부터 27초까지의 뇌파가 생성될 수 있다. 분할된 뇌파들 중 인접한 뇌파 간에는 중첩되는 부분(a초)과 중첩되지 않는 부분(b-a초)을 포함한다. 이때, 중첩되는 부분은 중첩되지 않는 부분보다 작을 수 있다.
- [0032] 상술한 바와 같이, 학습 데이터가 부족한 환경에서 데이터의 중첩과 분할을 통하여 학습 데이터를 증강하고, 증강된 학습 데이터를 이용하여 효과적으로 모델을 학습할 수 있다.
- [0033] 분류 모델이 생성된다(S140). 분류 모델은 학습 데이터로 소정의 인공 신경망(Artificial Neural Network, ANN)을 학습함으로써, 생성된다. 인공 신경망은 입력 데이터에 대한 레이블 값(0 또는 1과 같이 이진화된 값을 의미할 수 있음)을 추론(또는 예측)하도록 학습된다.
- [0034] 이와 관련하여, 도 4에는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망이 도시되어 있다. 도 4의 인공 신경망은

CNN(Convolutional Neural Network, 합성곱 신경망) 모델로써, 입력층, 적어도 하나의 컨볼루션층, 적어도 하나의 완전연결층, 및 출력층을 포함한다. 각 계층의 뉴런 간의 연결에는 가중치가 있으며, 이는 학습 단계에서 학습된다. 학습하는 동안 모델은 많은 양의 데이터에 노출되고 모델이 정확한 예측을 할 수 있도록 가중치가 조정된다. 분류 결과는 2개의 라벨 값을 가지는 이진 데이터로 표현될 수 있다. 예시적으로, 예측 결과에 따라 0은 초등학생 게임 이용자를 나타내고, 1은 중학생 게임 이용자를 나타낼 수 있다. 도 5에는 본 발명에서 이용하는 인공 신경망의 다른 예가 도시되어 있다. 입력 데이터의 형태는 (입력 신호의 길이, 채널)로써, (1650, 4)일 수 있다. 1650의 길이는 다운 샘플링한 샘플링율(제2 샘플링율) $\times$ 15초를, 4는 4 채널을 의미한다. 또한, Conv1D 첫번째 블록의 경우, 사용하는 커널의 수가 32개, 커널의 크기는 5, 활성화 함수는 ReLU일 수 있다. 출력은 마찬가지로 이진법으로 출력된다.

[0035] 다시 도 1을 참조하면, 분류 대상인 타겟 뇌파가 획득된다(S150). 타겟 뇌파는 타겟 사용자가 게임을 수행하는 도중에 측정된 것일 수 있다. 타겟 뇌파는, 유무선 통신망을 통하여 EEG 측정 장치로부터 직접 수신되거나, 입력 출력 인터페이스를 통하여 USB 메모리 장치와 같은 저장 장치로부터 수신되거나, 또는 컴퓨팅 장치에 미리 저장되어 있을 수도 있다. 타겟 뇌파의 측정 방법 등은 S110 단계의 뇌파의 측정 방법 등과 동일할 수 있기 때문에, 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0036] 획득된 타겟 뇌파에 대한 전처리 동작이 수행될 수 있다(S160). 전처리 동작은 S120 단계의 전처리와 동일할 수 있다.

[0037] 또한, 전처리된 타겟 뇌파로부터 입력 데이터가 생성될 수 있다(S170). 입력 데이터는 S130 단계이 학습 데이터 생성 과정과 동일한 과정을 통해 생성될 수 있다. 이때, 전처리된 타겟 뇌파로부터 복수의 입력 데이터가 생성될 수 있다.

[0038] 타겟 뇌파에 대한 분류가 수행된다(S180). 즉, 생성된 입력 데이터를 분류 모델에 입력함으로써, 타겟 뇌파(정확하게는 입력 데이터)의 분류 결과(0 또는 1의 값을 갖는 이진 결과로써, 초등학생 게임 이용자 또는 중학생 게임 이용자를 의미함)가 도출될 수 있다. 이때, 타겟 뇌파로부터 복수의 입력 데이터가 생성될 수 있기 때문에, 타겟 뇌파에 대한 분류 결과는 입력 데이터의 개수만큼 존재할 수 있다. 이 경우, 분류 결과중 다수를 차지하는 분류 결과를 타겟 뇌파의 분류 결과로 도출할 수도 있다.

[0039] 마지막으로, 타겟 뇌파가 측정된 타겟 사용자의 집중력 정도가 도출될 수 있다(S190). 타겟 사용자의 집중력 정도는 타겟 사용자의 뇌파에 포함된 세타파(theta wave)를 이용하여 판단될 수 있다.

[0040] 도 7에는 그룹별 세타파의 상대 파워(relative power)와 타겟 사용자의 세타파의 상대 파워가 도시되어 있다. 도 7의 좌측은 세타파의 상대 파워로써, 빨간색은 중학생 게임 이용자의 채널별(전극별) 평균을, 파랑색은 초등학생 게임 이용자의 채널별(전극별) 평균을 나타낸다.

[0041] 타겟 사용자의 집중력 정도를 도출하는 구체적인 예로, 타겟 사용자가 속한 분류(초등학생 게임 이용자 또는 중학생 게임 이용자)의 각 채널의 평균과 표준편차를 더한 값과 타겟 사용자의 채널 값을 비교하는 것이다. 이하에서는, 타겟 사용자가 중학생 게임 이용자로 분류되었음을 가정하고 기술한다.

[0042] 중학생 게임 이용자의 제1 채널(TP9)에서의 세타파의 평균은 0.84이고 표준편차는 0.076, 제2 채널(AF7)에서의 세타파의 평균은 0.66이고 표준편차는 0.13, 제3 채널(AF8)에서의 세타파의 평균은 0.59이고 표준편차는 0.04, 제4 채널(TP10)에서의 세타파의 평균은 0.84이고 표준편차는 0.07이다. 또한, 타겟 사용자의 제1 채널(TP9)에서의 세타파의 상대 파워는 0.92, 제2 채널(AF7)에서의 세타파의 상대 파워는 0.81, 제3 채널(AF8)에서의 세타파의 상대 파워는 0.61, 제4 채널(TP10)에서의 세타파의 상대 파워는 0.93이다.

[0043] 각 채널별 상대 파워의 차이(타겟 사용자의 상대 파워에서 해당 그룹의 평균 상대 파워를 뺀 값) 또는 해당 그룹의 각 채널별 상대 파워에 표준편차를 더한 값과 타겟 사용자의 상대 파워의 차이(타겟 사용자의 상대 파워에서 해당 그룹의 평균에 표준편차를 더한 값을 뺀 값)의 총합이 집중력 정도의 지표로써 도출될 수 있다. 실시예에 따라, 총합을 미리 정해진 적어도 하나의 임계치와 비교함으로써, 타겟 사용자의 집중력 정도가 도출될 수도 있다. 예시적으로, 총합이 제1 임계치보다 큰 경우(같은 경우를 포함할 수도 있음) 집중력이 매우 우수한 것으로, 총합이 제1 임계치보다 작고 제2 임계치보다 큰 경우 집중력이 우수한 것으로, 총합이 제2 임계치보다 작고 제3 임계치보다 큰 경우 집중력이 보통인 것으로, 총합이 제3 임계치보다 작고 제4 임계치보다 큰 경우 집중력이 낮은 것으로, 총합이 제4 임계치보다 작은 경우 집중력이 매우 낮은 것으로 판단될 수 있다.

[0044] 타겟 사용자의 집중력 정도를 판단하기 위해서, 타겟 사용자의 타겟 뇌파를 주파수 영역으로 변환한 후에 세타파의 채널별 상대 파워를 산출할 수 있다. 주파수 영역으로의 변환은 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용하여

수행할 수 있다. 또한, 상대파워는 아래 수학적식을 이용하여 산출될 수 있다.

[0045] [수학적식]

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{\theta}{\theta + \alpha + \beta + \gamma} \\ \alpha &= \frac{\alpha}{\theta + \alpha + \beta + \gamma} \\ \beta &= \frac{\beta}{\theta + \alpha + \beta + \gamma} \\ \gamma &= \frac{\gamma}{\theta + \alpha + \beta + \gamma} \end{aligned}$$

Relative Power

상대 파워 스펙트럼이란 분석하고자 하는 주파수 대역의 절대 파워에 대한 전체 주파수 대역 절대 파워 비유를 계산한 스펙트럼이다. 이와 관련하여, 도 6은 측정된 EEG 신호를 FFT 한 후, 주파수 대역에 따른 델타파(1~3.9Hz), 세타파(4~7.9Hz), 알파파(8~12.9Hz), 베타파(13~29.9Hz), 감마파(30~50Hz)를 보여주고 있다. 위와 같이 주파수 대역별 파워 스펙트럼과 식을 이용하여 상대 파워 스펙트럼이 계산된다. 여기서, 비교적 잡음이 많고 미세한 움직임에 영향을 받는 델타파(1~3.9Hz)는 계산에서 제외하였다. 도 6에서, 노란색은 델타파, 분홍색은 세타파, 빨간색은 알파파, 초록색은 베타파, 파란색은 감마파를 나타낸다.

이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 집합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(Arithmetic Logic Unit), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor), 마이크로컴퓨터, FPA(Field Programmable array), PLU(Programmable Logic Unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(Operation System, OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(Processing Element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(Parallel Processor)와 같은, 다른 처리 구성(Processing Configuration)도 가능하다.

소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(Signal Wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(Embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

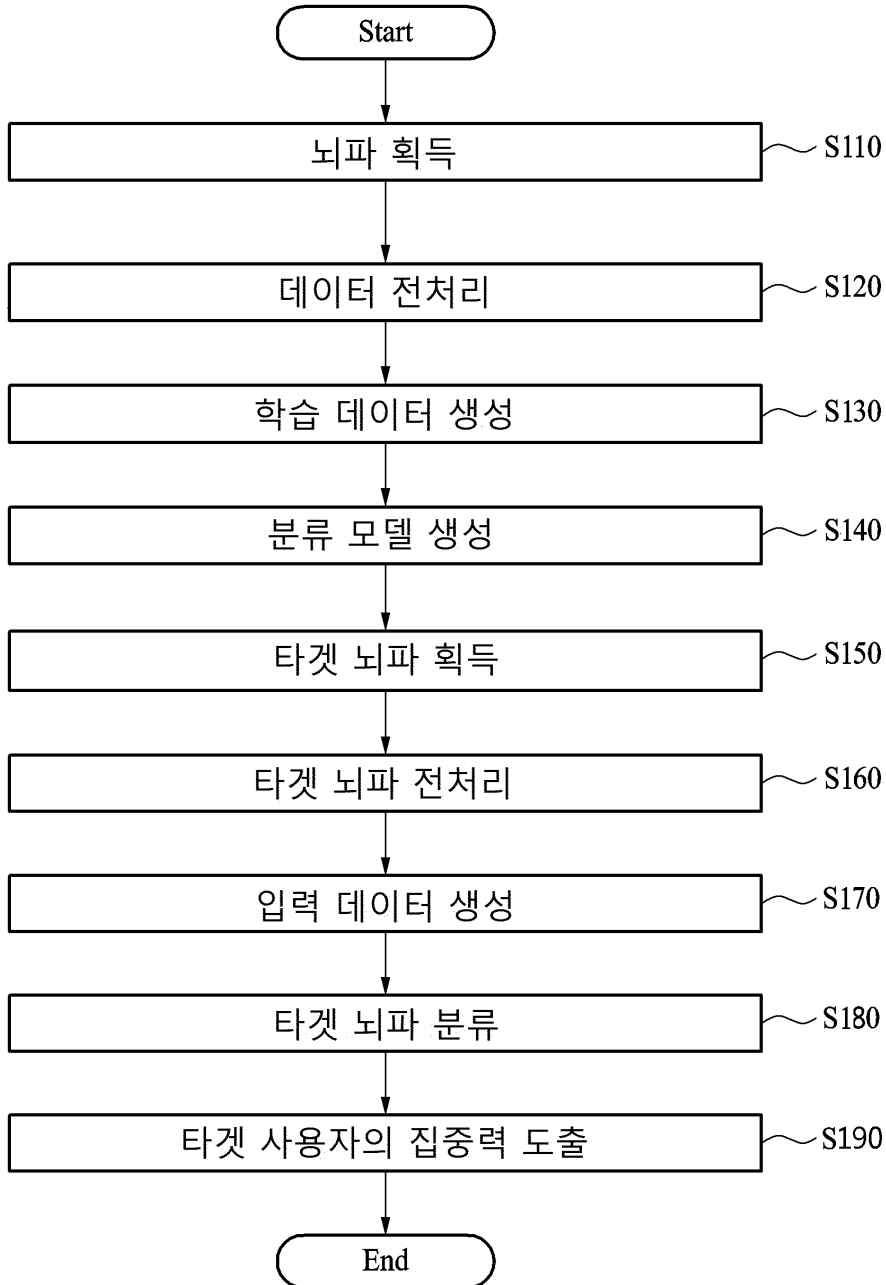
실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-optical Media), 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어,

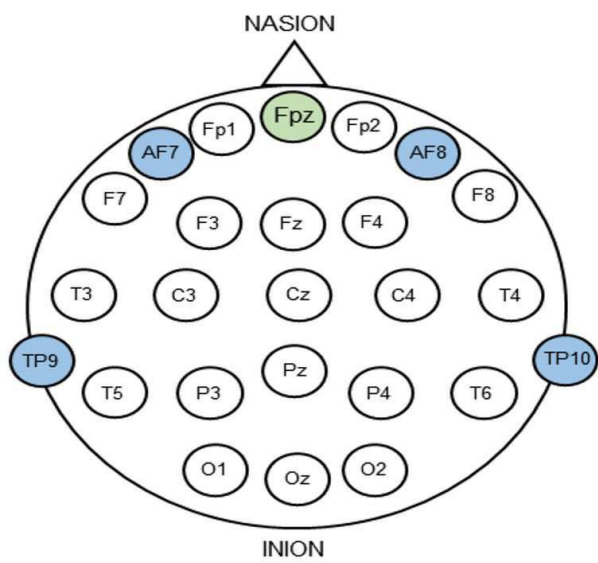
설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

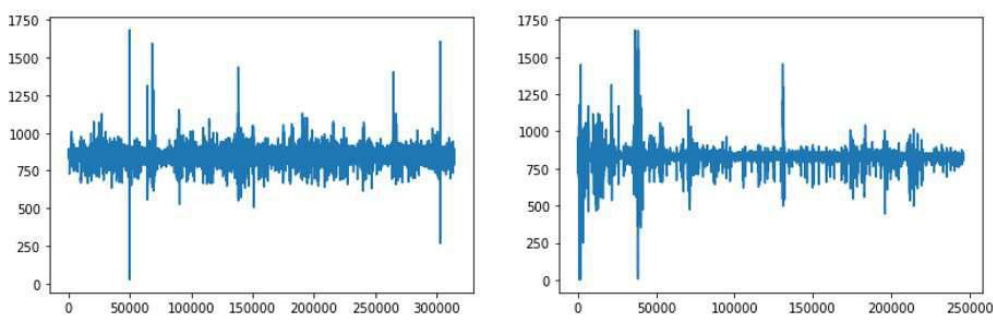
도면1



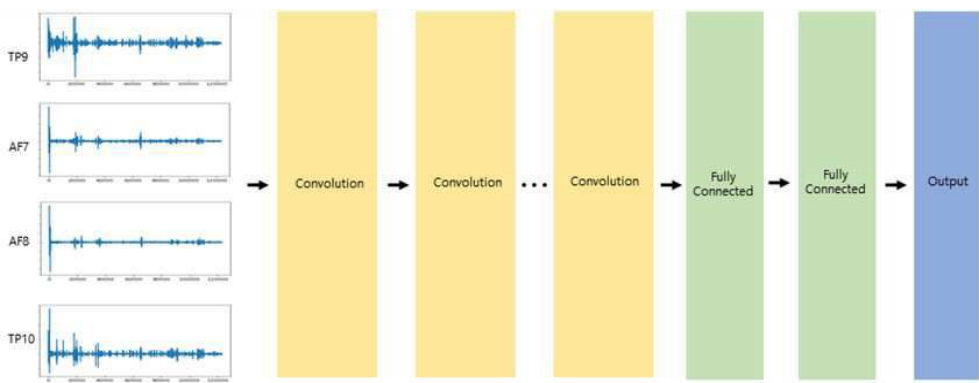
도면2



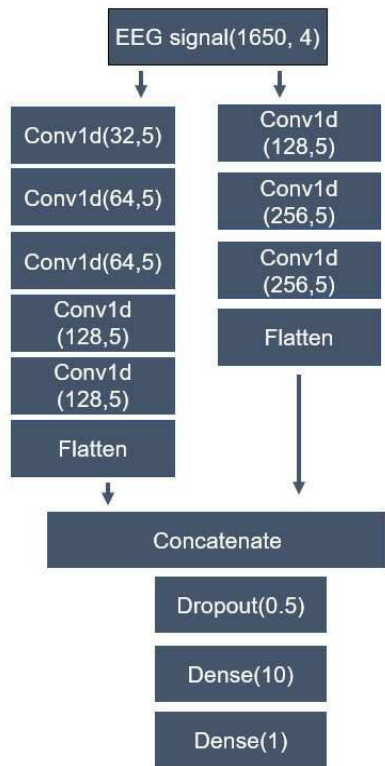
도면3



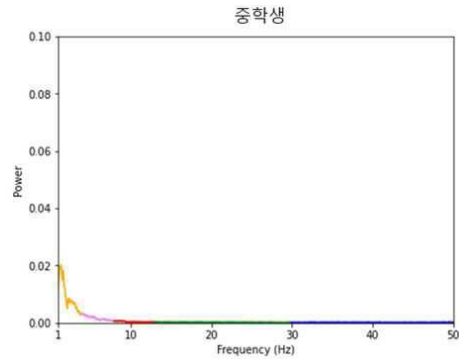
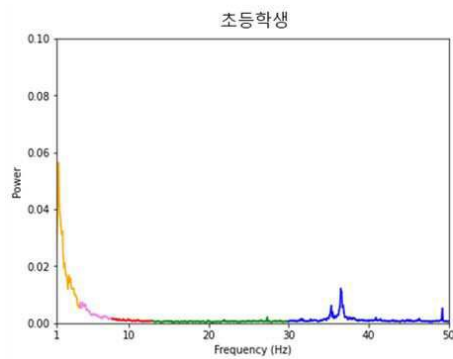
도면4



도면5



도면6



도면7

