



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월17일

(11) 등록번호 10-2685810

(24) 등록일자 2024년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/374 (2021.01) A61B 5/00 (2021.01)

A61B 5/377 (2021.01) G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/374 (2022.01)

A61B 5/377 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-0048580

(22) 출원일자 2023년04월13일

심사청구일자 2023년04월13일

(30) 우선권주장

1020230035668 2023년03월20일 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*

최준혁. 온라인 게임 중독 정도에 따른 뇌파 반응 비교 분석. 한양대학교 대학원 석사 학위 논문. 2013년 2월, 1~70쪽*

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

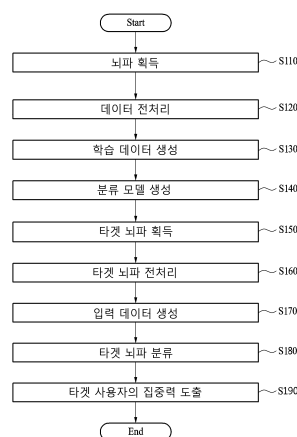
심사관 : 박찬아

(54) 발명의 명칭 딥러닝 기반 EEG를 이용한 컴퓨터 게임 이용자의 게임 빈도 분류 장치 및 방법

(57) 요약

딥러닝 기반 EEG를 이용한 컴퓨터 게임 이용자의 게임 빈도 분류 장치 및 방법이 개시된다. 상기 게임 빈도 분류 방법은 프로세서(processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 게임을 자주 이용하는 게임 이용자의 뇌파와 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자의 뇌파 분류 방법으로써, 뇌파를 획득하는 단계, 상기 뇌파를 전처리하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

는 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 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 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 분할하고, 상기 게임을 자주 이용하는 게임 이용자는 일주일 동안 미리 정해진 횟수 이상으로 게임을 이용하는 게임 이용자를 의미하고, 상기 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자는 일주일 동안 상기 미리 정해진 횟수 미만으로 게임을 이용하는 게임 이용자를 의미한다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7225 (2021.01)

A61B 5/7257 (2013.01)

A61B 5/7264 (2023.08)

G16H 50/20 (2018.01)

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, 게임을 자주 이용하는 게임 이용자의 뇌파와 게임을 가끔 이용하는 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 도출하고,

상기 게임을 자주 이용하는 게임 이용자는 일주일 동안 미리 정해진 횟수 이상으로 게임을 이용하는 게임 이용자를 의미하고, 상기 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자는 일주일 동안 상기 미리 정해진 횟수 미만으로 게임을 이용하는 게임 이용자를 의미하는,

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 사용자가 게임할 때 뇌파를 측정하고 이를 딥러닝 모델을 통해 뇌파의 특성을 자동으로 구분하여 게임 사용자의 뇌파를 게임 빈도수에 따라 분류하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기술의 발전과 함께 인터넷의 사용이 증가하고 검색을 하기 시작하면서 생각하는 방식이 변화하고 있다. 인터넷의 사용은 우리 뇌를 빠른 판단과 연결성, 정보를 찾는 능력을 길러준다. 뇌의 정보 처리속도가 빨라졌기 때문에 순간적인 판단에 유리하다. 검색해서 얻은 정보가 필요한지, 필요하지 않다면 금방 다른 정보를 찾을 수 있다. 또한 인터넷을 할 때 창을 여러개 열어놓고 작업을 하기 때문에 멀티태스킹 능력이 향상된다. 기술의 발전으로 이러한 능력을 얻는 대신에 장기적인 사고에 어려움을 겪는다. 집중력, 사고력, 기억력 등의 능력은 감소된다. 인터넷 작업에 대한 뇌신경 회로의 민감성을 지적하며 이러한 기술의 지속적인 사용은 주의력 손상을 포함하여 뇌 및 행동에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 최신 IT기술은 즉각적인 반응과 새로운 정보에 민감하게 만들어 깊은 생각을 담당하는 부분을 억제한다.

[0003] 정보화 시대에 접어들면서 집중력 부족이 문제가 되고 있다. 이에 PC 게임을 적절히 이용할 때, 게임은 우리의 인지기능 향상에 많은 도움이 된다. 게임을 통하여 문제해결 능력이 향상되기도 하며, 전략적인 사고, 기억력, 순발력, 주의력, 집중력 등이 향상된다. 또한 키보드와 마우스를 사용하여 게임을 컨트롤할 때 손과 눈의 협응력이 향상된다. 이러한 이점들 때문에 게임은 질병 치료의 도구로도 사용된다. IT(Information Technology) 기술의 발전으로 약 대신 게임을 처방해 주는 디지털 치료제의 개발도 확대되고 있다. 그만큼 게임의 수요가 증가하며 의료적, 교육적, 상업적 등 많은 분야에서 게임이 이용되고 있다.

[0004] EEG(Electroencephalography, 뇌파)는 뇌의 전기적인 활동을 측정하는 비침습적 의료 검사이다. 두피에 부착된 전극을 사용하여 뇌의 뉴런에서 생성된 전기신호를 기록한다. 최근 간소화된 EEG 기기들로 인하여 뇌파 데이터 수집이 편리해졌다. 이로 인하여 의학적, 학업적, 상업적 등 다양한 분야에서 뇌파를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 컴퓨터 게임을 할 때 뇌에서 유발되는 뇌파 신호를 측정하고 게임을 하는 빈도수에 따라 구분하고 뇌파를 분석한다. 새로운 게임이 자주 출시되는 경쟁이 치열한 게임산업에서 플레이어를 유치하는 것은 중요하다. 이러한 뇌파 분석을 통해 빈도수에 따른 맞춤형 피드백을 통해 게임을 개선하여 게임 사용자를 유치하는데 도움을 준다.

[0005] 본 발명은 게임할 때 측정된 뇌파 데이터를 기반으로 학습된 딥러닝 모델을 통해 정확하고 빠르게 게임을 자주

하는 이용자인지 가끔 하는 이용자인지 구분해내는 기법을 제공한다.

[0006] 기존의 뇌파 전문가가 뇌파분석을 할 때는 뇌파 전문가의 주관적인 해석이 들어가며 많은 시간과 비용이 들었지만, 게임 빈도에 대한 판독에 최적화된 트레이닝 데이터로 학습된 딥러닝을 기반으로 사용자의 게임 빈도에 대한 판독 시스템을 제공하고자 한다. 본 발명은 게임의 장르와 상관없이 적용될 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (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

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 딥러닝 모델을 이용하여 게임 중에 측정된 뇌파를 통해 게임 이용자의 게임 빈도를 분류하는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른, 게임 이용자의 뇌파 분류 방법은, 프로세서(processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 게임을 자주 이용하는 게임 이용자의 뇌파와 게임을 가끔 이용하는 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 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 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 분할하고, 상기 게임을 자주 이용하는 게임 이용자는 일주일 동안 미리 정해진 횟수 이상으로 게임을 이용하는 게임 이용자를 의미하고, 상기 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자는 일주일 동안 상기 미리 정해진 횟수 미만으로 게임을 이용하는 게임 이용자를 의미한다.

발명의 효과

[0010] 게임을 제작할 때 게임 이용자들로 하여금 흥미를 유발하고 인기 있는 게임을 제작하기 위해 게임 회사들은 많은 비용을 들인다. 하지만 많은 제작비를 들여도 인기 있는 게임은 소수에 꼽힌다. 새로운 게임이 자주 출시되는 경쟁이 치열한 게임 산업에서 플레이어를 유치하는 것은 매우 중요하다. 본 발명은 치열한 게임 산업에서 게임사가 플레이어를 유치하는 데 기여한다. 게임할 때 측정된 뇌파를 학습된 딥러닝을 통해 사용자의 게임 빈도를 분류하고, 뇌파를 분석한다. 분석 후, 게임에서 요구되는 특정 요구사항이나 기술 수준을 사용자에게 맞는 맞춤형 피드백을 제공하여 플레이어를 유치시키고 인지기능을 향상시킬 수 있도록 도움을 준다.

[0011] 게임을 가끔 하는 플레이어들의 뇌파를 통해서 게임의 문제점을 파악하고 게임 시스템의 수정 방향에 도움을 주어 게임 사용자들로 하여금 더욱 흥미로운 게임을 즐길 수 있도록 도움을 준다. 게임을 자주하는 사용자의 뇌파를 분석하여 주의력, 집중력의 뇌파를 본다. 이러한 구분은 교육용 게임 등에서도 적용될 수 있다. 게임을 자주 할수록 게임에 익숙해져 주의력과 집중력이 떨어질 수 있다. 이러한 경우 성능 피드백을 주어 사용자가 어려울 수 있도록 난이도 조절 등을 통해 집중을 유지할 수 있도록 도와준다.

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 예시를 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 도시한다.
- 도 5는 본 발명에서 이용하는 인공 신경망의 다른 예를 도시한다.
- 도 6은 뇌파를 FFT한 결과를 도시한다.
- 도 7은 그룹별 세타파의 상대 파워(relative power)와 타겟 사용자의 세타파의 상대 파워를 도시한다.
- 도 8은 그룹별 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워와 타겟 사용자의 (SMR+Mid beta)/theta의 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 게임을 자주하는 게임 이용자와 게임을 가끔하는 게임 이용자들을 포함한다. 여기서, 게임을 자주 하는 이용자와 가끔하는 이용자는 미리 정해진 기준치로 구분할 수 있다. 예컨대, 일주일에 n 회(n 은 2 이상의 자연수로써, 예시적인 값은 3임) 이상 게임을 하는 게임 이용자들은 게임을 자주하는 게임 이용자로, 일주일에 n 회 미만 게임을 하는 게임 이용자들은 게임을 가끔하는 게임 이용자로 분류될 수 있다. 또한, 뇌파는 게임 이용자들이 소정의 게임을 수행하는 도중에 측정된 것을 의미할 수 있다. 뇌파는 측정된 게임 이용자를 식별하기 위한 정보(게임을 자주 이용하는 게임 이용자 또는 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자)를 포함할 수 있다. 즉, 획득된 뇌파는 게임 이용자의 게임 빈도에 대한 레이블을 포함하거나, 획득된 뇌파에 게임 이용자의 게임 빈도에 대한 레이블을 지정할 수 있다.
- [0023] 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.
- [0024] 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.
- [0025] 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.
- [0026] 측정된 뇌파에는 delta파(1~4Hz), theta파(4~8Hz), alpha파(8~13Hz), SMR(Sensory Motor Rhythm)파(12~15Hz), beta파(13~30Hz), 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. SMR파는 움직이지 않는 상태에서 외부 집중력을 유지할 때 나타난다. 집중이 되고 스트레스를 받지 않는 상태에서 나타난다. SMR파가 부족할 때 주의력 결핍, 무기력 등의 증상이 나타날 수 있다. beta파는 적극적인 뇌기능을 수행을 하며 집중력을 유지할 때 나타나며, 불안한 상태나 흥분, 긴장 시에도 우세하게 나타난다. 문제해결을 위해 지속적으로 beta파를 발생하게 되면, 작업 중이 아닌 상태에서도 beta파가 발생하여 긴장과 스트레스가 지속될 수 있다. gamma파는 정서적으로 초조한 상태이거나 추리, 판단 등의 고도의 인지정보 처리와 관련이 깊다.
- [0027] 다시 도 1을 참조하면, 획득된 뇌파에 대한 전처리 동작이 수행된다(S120). 전처리 동작은 다운 샘플링 및/또는 필터링을 의미할 수 있다.
- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] 다음으로, 전처리된 뇌파로부터 학습 데이터가 생성된다(S130). 이때, 각 뇌파를 분할하여 학습 데이터를 증강

할 수 있다. 소정의 길이(예컨대, 1초)를 갖는 뇌파로부터 $a \times n$ 초를 시점(starting point)으로 하는 길이 b 의 뇌파 신호들을 생성할 수 있다. 이때, 1은 임의의 실수로써, 측정된 뇌파의 측정 시간을 의미할 수 있다. a 는 임의의 실수로써 예시적인 값은 6이고, b 는 임의의 실수로써 예시적인 값은 10이다. n 은 음이 아닌 정수이다. 구체적인 예로, 측정된 뇌파의 길이가 22초라면, 0초부터 10초까지의 뇌파, 6초부터 16초까지의 뇌파, 및 12초부터 22초까지의 뇌파가 생성될 수 있다. 분할된 뇌파들 중 인접한 뇌파 간에는 중첩되는 부분(a 초)과 중첩되지 않는 부분($b-a$ 초)을 포함한다. 이때, 중첩되는 부분은 중첩되지 않는 부분보다 작을 수 있다.

- [0031] 상술한 바와 같이, 학습 데이터가 부족한 환경에서 데이터의 중첩과 분할을 통하여 학습 데이터를 증강하고, 증강된 학습 데이터를 이용하여 효과적으로 모델을 학습할 수 있다.
- [0032] 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.
- [0033] 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, 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 게임을 자주 이용하는 게임 이용자를 나타내고, 1은 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자를 나타낼 수 있다.
- [0034] 도 5에는 본 발명에서 이용하는 인공 신경망의 다른 예가 도시되어 있다. 입력 데이터의 형태는 (입력 신호의 길이, 채널)로써, (1100, 4)일 수 있다. 1100의 길이는 다운 샘플링한 샘플링율(제2 샘플링율) $\times$ 10초를, 4는 4채널을 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, 입출력 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 단계의 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, 초등학교 게임 이용자 또는 중학교 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) 등을 이용하여 판단될 수 있다.
- [0040] 도 7에는 그룹별 세타파의 상대 파워(relative power)와 타겟 사용자의 세타파의 상대 파워를 도시한다. 도 7의 좌측은 세타파의 상대 파워로써, 빨간색은 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자의 채널별(전극별) 평균을, 파랑색은 게임을 자주 이용하는 게임 이용자의 채널별(전극별) 평균을 나타낸다.
- [0041] 타겟 사용자의 집중력 정도를 도출하는 구체적인 예로, 타겟 사용자가 속한 분류(게임을 자주 이용하는 게임 이용자 또는 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자)의 각 채널의 평균과 표준편차를 더한 값과 타겟 사용자의 채널 값을 비교하는 것이다. 이하에서는, 타겟 사용자가 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자로 분류되었음을 가정하고 기술한다.
- [0042] 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자의 제1 채널(TP9)에서의 세타파의 평균은 0.74이고 표준편차는 0.066, 제2 채널

널(AF7)에서의 세타파의 평균은 0.40이고 표준편차는 0.060, 제3 채널(AF8)에서의 세타파의 평균은 0.82이고 표준편차는 0.06, 제4 채널(TP10)에서의 세타파의 평균은 0.68이고 표준편차는 0.07이다. 또한, 타겟 사용자의 제1 채널(TP9)에서의 세타파의 상대 파워는 0.81, 제2 채널(AF7)에서의 세타파의 상대 파워는 0.44, 제3 채널(AF8)에서의 세타파의 상대 파워는 0.90, 제4 채널(TP10)에서의 세타파의 상대 파워는 0.79이다.

[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 있고, PSD(Power Spectral Density) 분석(예컨대, 각 파별 평균 파워를 산출) 후 상대 파워가 산출될 수 있다. 또한, 상대파워는 (알파파의 파워 + 베타파의 파워 + 감마파의 파워 + 세타파의 파워)에 대한 해당 파의 비율을 의미할 수 있다.

[0045] 이와 관련하여, 도 6에는 FFT를 통해 주파수 영역으로의 변환 결과가 도시되어 있다. 도 6에서, 노란색은 델타파, 분홍색은 세타파, 빨간색은 알파파, 초록색은 베타파, 파란색은 감마파를 나타낸다. 또한, 도 6에서 12~15hz 대역은 SMR파로, 16~20Hz는 Mid beta파로 표시되었다.

[0046] 타겟 사용자의 집중력 정도를 도출하는 다른 예로, 타겟 사용자가 속한 분류(게임을 자주 이용하는 게임 이용자 또는 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자)의 각 채널의 (SMR+Mid beta)/theta의 평균과 표준편차를 더한 값과 타겟 사용자의 채널 값을 비교하는 것이다. 이하에서는, 타겟 사용자가 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자로 분류되었음을 가정하고 기술한다.

[0047] 도 8에는 그룹별 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워(relative power)와 타겟 사용자의 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워를 도시한다. 도 7의 좌측은 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워로써, 빨간색은 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자의 채널별(전극별) 평균을, 파랑색은 게임을 자주 이용하는 게임 이용자의 채널별(전극별) 평균을 나타낸다.

[0048] 게임을 가끔 이용하는 게임 이용자의 제1 채널(TP9)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 평균은 0.19이고 표준편차는 0.08, 제2 채널(AF7)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 평균은 0.86이고 표준편차는 0.20, 제3 채널(AF8)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 평균은 0.11이고 표준편차는 0.04, 제4 채널(TP10)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 평균은 0.25이고 표준편차는 0.09이다. 또한, 타겟 사용자의 제1 채널(TP9)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워는 0.34, 제2 채널(AF7)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워는 0.92, 제3 채널(AF8)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워는 0.14, 제4 채널(TP10)에서의 (SMR+Mid beta)/theta의 상대 파워는 0.52이다. 또한, Mid beta파는 베타파 중에서 미리 정해진 주파수 대역(16~20Hz)의 파를 의미할 수 있다.

[0049] 세타파, SMR파, 알파파, 베타파, 및 감마파의 상대파워는 수학적 1과 같이 정의되고, (SMR파+Mid베타파)/세타파의 상대파워는 수학적 2와 같이 정의된다.

[0050] [수학식 1]

$$\theta = \frac{\theta}{\theta + \alpha + \beta + \gamma}$$

$$\text{Relative Power} \quad \text{SMR} = \frac{\text{SMR}}{\theta + \alpha + \beta + \gamma}$$

$$\alpha = \frac{\alpha}{\theta + \alpha + \beta + \gamma}$$

$$\beta = \frac{\beta}{\theta + \alpha + \beta + \gamma}$$

$$\gamma = \frac{\gamma}{\theta + \alpha + \beta + \gamma}$$

[0051]

[0052] [수학식 2]

$$\text{CI} = \frac{\text{SMR} + \text{Mid beta}}{\theta}$$

[0053]

[0054] 즉, 12~15Hz에 해당하는 감각 운동파(SMR), Mid-베타파(16~20Hz)를 분리한 후 수학식 2를 이용하여 주의집중 지표(Concentration Index, CI)를 계산할 수 있다.

[0055] 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.

[0056] 타겟 사용자의 집중력 정도를 판단하기 위해서, 타겟 사용자의 타겟 뇌파를 주파수 영역으로 변환한 후에 (SMR+Mid beta)/theta의 채널별 상대 파워를 산출할 수 있다. 주파수 영역으로의 변환은 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용하여 수행할 수 있다.

[0057] 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.

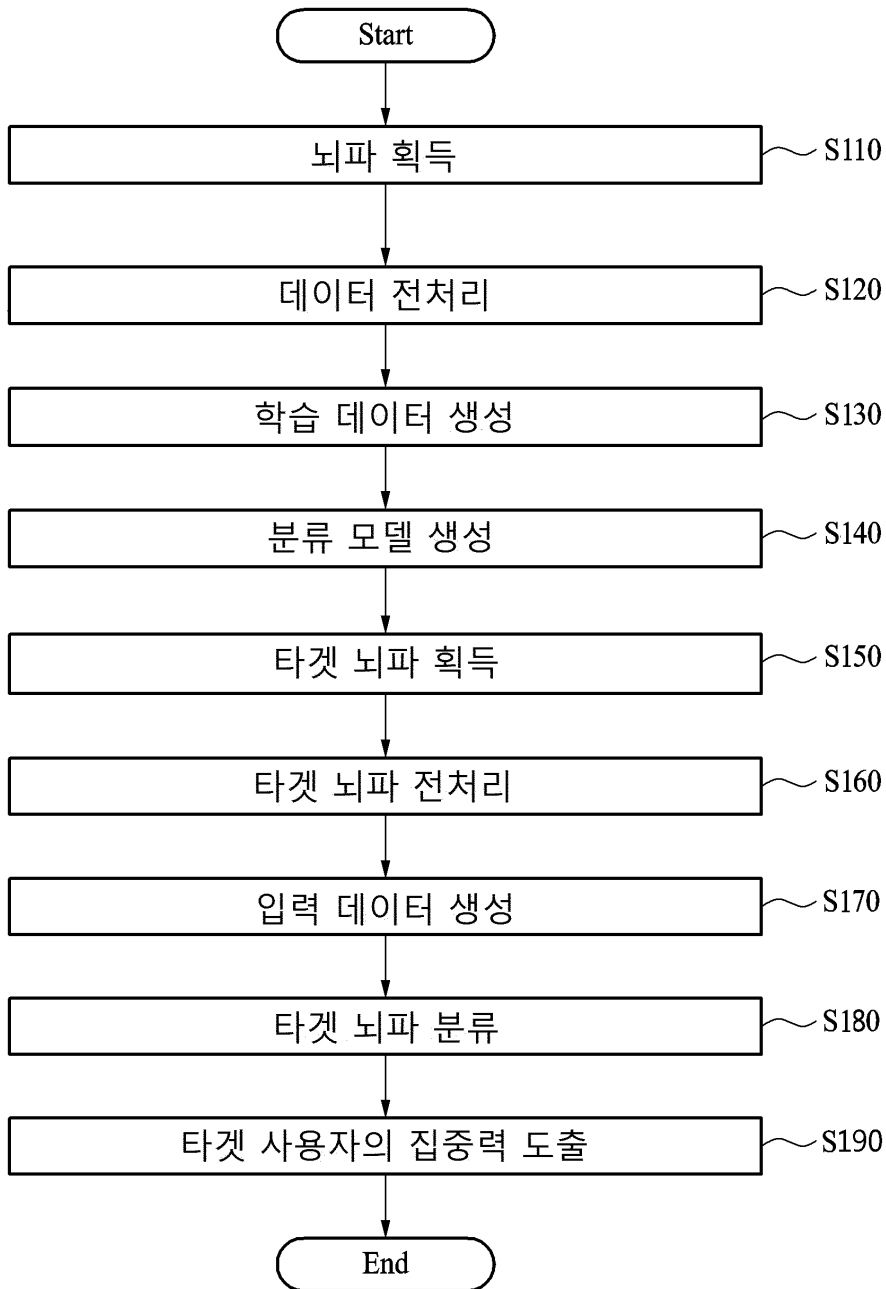
[0058] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 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.

[0059] 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.

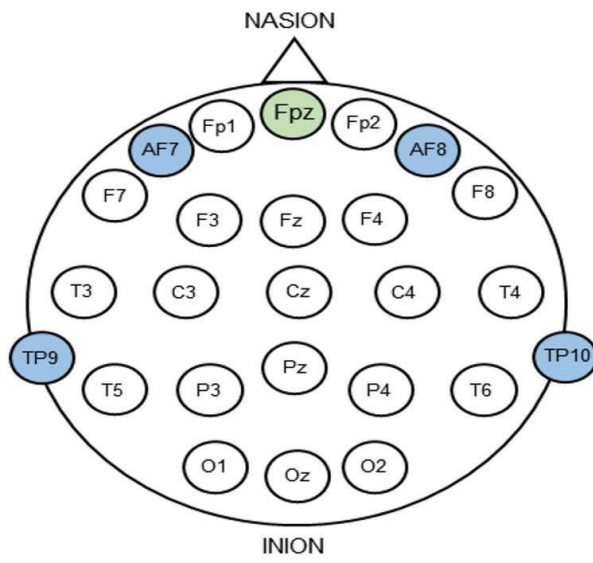
[0060] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

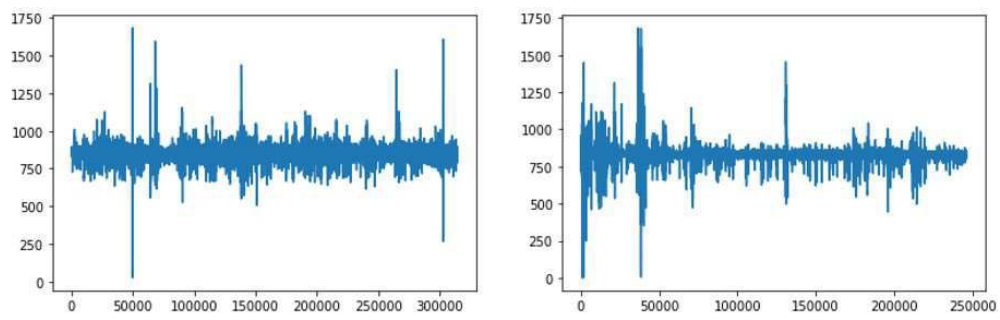
도면1



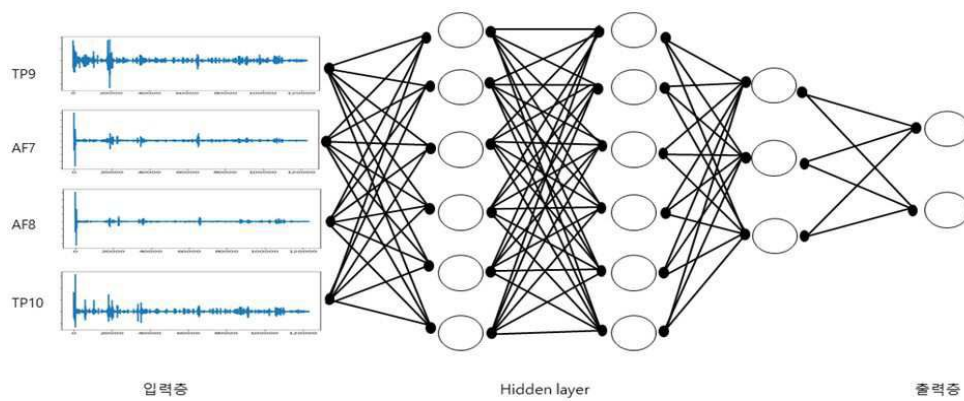
도면2



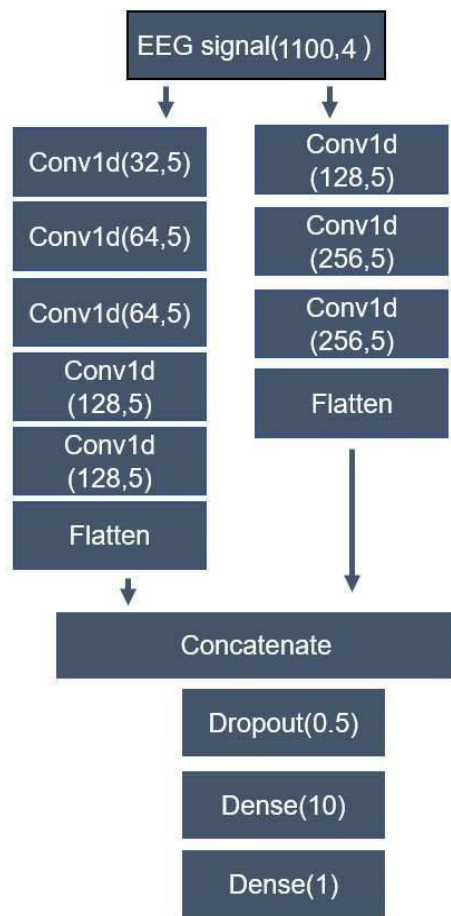
도면3



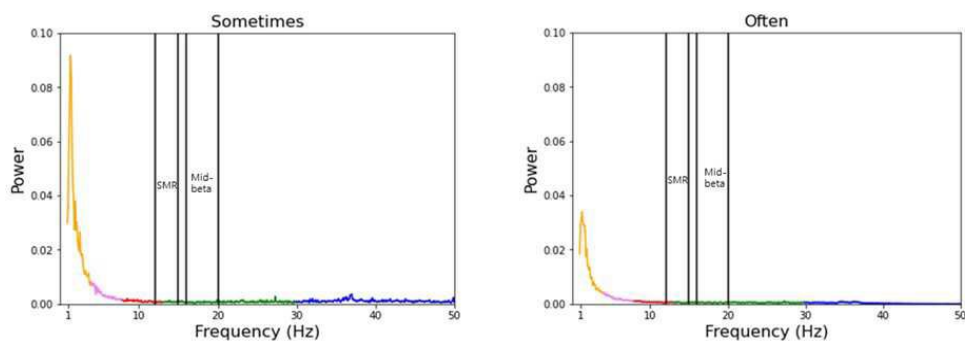
도면4



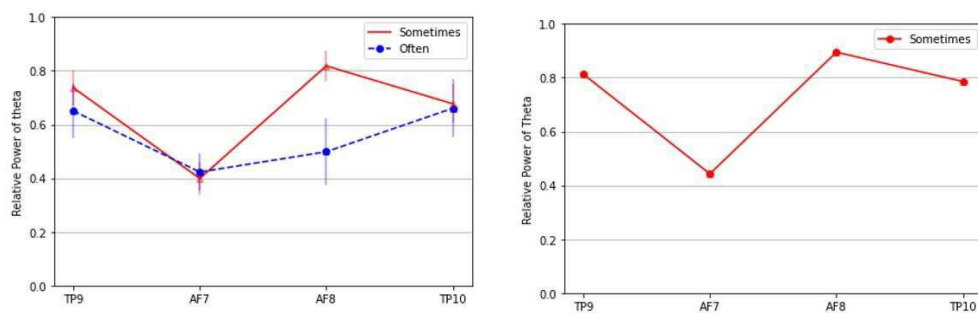
도면5



도면6



도면7



도면8

