



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0055528
(43) 공개일자 2024년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/0481 (2022.01)
G06F 3/0484 (2022.01) G06N 3/02 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/015 (2013.01)
G06F 3/0481 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0135936
(22) 출원일자 2022년10월20일
심사청구일자 2022년10월20일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)
(72) 발명자
염홍기
광주광역시 남구 회재로1293번길 7, 107동 1403호(백운동, 힐스테이트 백운)
최우성
광주광역시 남구 독립로54번길 8, 104동 404호(백운동, 백운동 벽산아파트)
(74) 대리인
특허법인지원

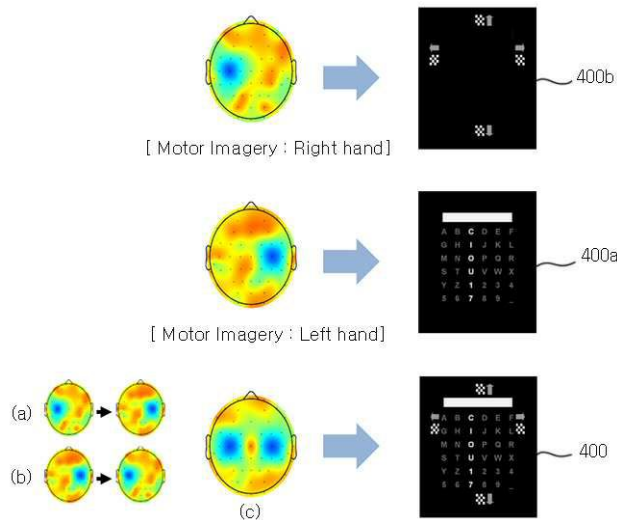
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 증강현실을 이용한 다기능 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치

(57) 요약

본 발명은 자발적으로 발생하는 뇌파와 자극에 기반하여 발생하는 뇌파를 서로 다른 제어 동작에 이용하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface; BCI)에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치는 자발적 뇌파와 자극 기반 뇌파를 획득하는 전극, 상기 자극 기반 뇌파를 유발하는 증강 화면을 출력하는 증강현실 디스플레이 및 상기 자발적 뇌파에 기초하여 상기 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 제1 제어 신호를 생성하고, 상기 자극 기반 뇌파에 기초하여 사용자 의도에 대응하는 제2 제어신호를 생성하는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류

G06F 3/0484 (2022.01)

G06N 3/02 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345322673

과제번호 2020R1I1A3057494

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 지역대학우수과학자지원사업

연구과제명 AI 분석 기반 뇌 신호처리 메커니즘 규명 및 뇌 신호 자동 분석 딥러닝 알고리즘 개

발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 조선대학교

연구기간 2020.06.01 ~ 2025.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

자발적 뇌파와 자극 기반 뇌파를 획득하는 전극;

상기 자극 기반 뇌파를 유발하는 증강 화면을 출력하는 증강현실 디스플레이; 및

상기 자발적 뇌파에 기초하여 상기 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 제1 제어신호를 생성하고, 상기 자극 기반 뇌파에 기초하여 사용자 의도에 대응하는 제2 제어신호를 생성하는 프로세서를 포함하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자발적 뇌파는 SMR(sensorimotor rhythm), 알파파(alpha wave), 베타파(beta wave), 감마파(gamma wave) 중 적어도 하나인

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자극 기반 뇌파는 ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 중 적어도 하나인

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 자발적 뇌파가 미리 설정된 적어도 하나의 신체부위의 동작 상상에 의한 것이면 상기 제1 제어신호를 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 자발적 뇌파가 미리 설정된 복수의 신체부위에 대한 순차적 동작 상상에 의한 것이면 상기 제1 제어신호를 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 자발적 뇌파를 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 상기 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위를 식별하고, 상기 식별된 신체부위에 따라 상기 제1 제어신호를 생성하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 증강 화면은 미리 설정된 행렬로 배열된 복수의 문자를 표시하되, 상기 복수의 문자는 각 문자가 위치한 행 또는 열에 따라 순차적으로 점멸하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 문자의 점멸에 따라 발생하는 상기 자극 기반 뇌파의 세기에 기초하여 상기 사용자 의도를 식별하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 증강 화면은 서로 다른 주파수로 점멸하는 복수의 이미지를 표시하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 이미지의 점멸에 따라 발생하는 상기 자극 기반 뇌파의 주파수에 기초하여 상기 사용자 의도를 식별하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 자극 기반 뇌파를 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 상기 자극 기반 뇌파에 대응하는 사용자 의도를 식별하는

뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 분류 신경망은 다중 사용자 의도에 대응하는 복수의 클래스를 출력하고,
상기 프로세서는 상기 복수의 클래스에 각각 대응하는 복수의 제2 제어신호를 생성하는
뇌-컴퓨터 인터페이스 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자발적으로 발생하는 뇌파와 자극에 기반하여 발생하는 뇌파를 서로 다른 제어 동작에 이용하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface; BCI)에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain Computer Interface; BCI)는 다양한 두뇌 활동 시 뇌에서 발생하는 전기신호, 즉 뇌 신호를 측정 및 분석하여 사용자의 의도를 파악하고 이에 따라 컴퓨터를 제어하는 기술이다.

[0004] 뇌-컴퓨터 인터페이스는 사용자로 하여금 컴퓨터에 명령을 내리기 위한 임의의 동작을 수행하지 않고도 컴퓨터를 조작하게 할 수 있어, 사고나 질병에 의해 운동신경에 장애가 있는 환자들을 위해 점차 활용되고 있다.

[0005] 기존 뇌-컴퓨터 인터페이스에 활용되는 뇌 신호는 SMR(sensorimotor rhythm), ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 등으로 구분되는데, 기존의 뇌-컴퓨터 인터페이스 관련 연구들은 전술한 뇌 신호 중 어느 하나에 기초하여 한 종류의 사용자 의도를 예측하거나, 둘 이상의 뇌 신호에 기초하여 의도 예측 정확도를 높이는 것이 대부분이다.

[0006] 다만, 뇌-컴퓨터 인터페이스를 효과적으로 활용하기 위해서는 사용자의 복합적인 의도, 즉 다중 의도를 예측할 수 있어야 하며, 다중 의도에 따른 인터페이스 제어 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 자발적으로 발생하는 뇌파와 자극에 기반하여 발생하는 뇌파를 서로 다른 제어 동작에 이용하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치는 자발적 뇌파와 자극 기반 뇌파를 획득하는 전극, 상기 자극 기반 뇌파를 유발하는 증강 화면을 출력하는 증강현실 디스플레이 및 상기 자발적 뇌파에 기초하여 상기 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 제1 제어신호를 생성하고, 상기 자극 기반 뇌파에 기초하여 사용자 의도에 대응하는 제2 제어신호를 생성하는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 자발적 뇌파는 SMR(sensorimotor rhythm), 알파파(alpha wave), 베타파(beta wave), 감마파(gamma wave) 중 적어도 하나인 것을 특징으로 한다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 자극 기반 뇌파는 ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 중 적어도 하나인 것을 특징으로 한다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 자발적 뇌파가 미리 설정된 적어도 하나의 신체부위의 동작 상상에 의한

것이면 상기 제1 제어신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

- [0015] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 자발적 뇌파가 미리 설정된 복수의 신체부위에 대한 순차적 동작 상상에 의한 것이면 상기 제1 제어신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 자발적 뇌파를 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 상기 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위를 식별하고, 상기 식별된 신체부위에 따라 상기 제1 제어신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 일 실시예에서, 상기 증강 화면은 미리 설정된 행렬로 배열된 복수의 문자를 표시하되, 상기 복수의 문자는 각 문자가 위치한 행 또는 열에 따라 순차적으로 점멸하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 문자의 점멸에 따라 발생하는 상기 자극 기반 뇌파의 세기에 기초하여 상기 사용자 의도를 식별하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 증강 화면은 서로 다른 주파수로 점멸하는 복수의 이미지를 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 이미지의 점멸에 따라 발생하는 상기 자극 기반 뇌파의 주파수에 기초하여 상기 사용자 의도를 식별하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 일 실시예에서, 상기 프로세서는 상기 자극 기반 뇌파를 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 상기 자극 기반 뇌파에 대응하는 사용자 의도를 식별하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 일 실시예에서, 상기 분류 신경망은 다중 사용자 의도에 대응하는 복수의 클래스를 출력하고, 상기 프로세서는 상기 복수의 클래스에 각각 대응하는 복수의 제2 제어신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명은 자발적 뇌파와 자극 기반 뇌파를 서로 다른 제어 동작에 이용함으로써, 환자가 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술을 이용함에 있어서 불편함 없이 다양하고 명확하게 자신의 의도를 표현할 수 있게 하는 효과가 있다.
- [0025] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치를 도시한 도면.
- 도 2는 도 1에 도시된 전극 모듈과 증강현실 디스플레이를 분리 도시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치의 개념도.
- 도 4 내지 도 6은 증강현실 디스플레이에서 출력되는 증강 화면을 각각 도시한 도면.
- 도 7 및 도 8은 자발적 뇌파에 기초하여 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 9는 분류 신경망을 통해 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위를 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면.
- 도 10 및 도 11은 도 4 및 도 5에 도시된 증강 화면을 통해 유발된 자극 기반 뇌파에 기초하여 사용자 의도를 식별하는 과정을 설명하기 위한 도면.
- 도 12는 분류 신경망을 통해 자극 기반 뇌파로부터 사용자의 다중 의도를 식별하는 과정을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를

상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.

- [0029] 본 명세서에서 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것으로, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 제1 구성요소는 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0030] 또한, 본 명세서에서 "상부 (또는 하부)" 또는 구성요소의 "상 (또는 하)"에 임의의 구성이 배치된다는 것은, 임의의 구성이 상기 구성요소의 상면 (또는 하면)에 접하여 배치되는 것뿐만 아니라, 상기 구성요소와 상기 구성요소 상에 (또는 하에) 배치된 임의의 구성 사이에 다른 구성이 개재될 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 명세서에서 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 상기 구성요소들은 서로 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성요소 사이에 다른 구성요소가 "개재"되거나, 각 구성요소가 다른 구성요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0032] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0033] 또한, 본 명세서에서, "A 및/또는 B" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, A, B 또는 A 및 B를 의미하며, "C 내지 D" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, C 이상이고 D 이하인 것을 의미한다.
- [0034] 본 발명은 자발적으로 발생하는 뇌파와 자극에 기반하여 발생하는 뇌파를 서로 다른 제어 동작에 이용하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface; BCI)에 관한 것이다. 이하, 도 1 내지 도 12를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치를 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치를 도시한 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 전극 모듈과 증강현실 디스플레이를 분리 도시한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치의 개념도이다.
- [0036] 도 4 내지 도 6은 증강현실 디스플레이에서 출력되는 증강 화면을 각각 도시한 도면이고, 도 7 및 도 8은 자발적 뇌파에 기초하여 증강 화면의 출력 여부를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0037] 도 9는 분류 신경망을 통해 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위를 결정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0038] 도 10 및 도 11은 도 4 및 도 5에 도시된 증강 화면을 통해 유발된 자극 기반 뇌파에 기초하여 사용자 의도를 식별하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 도 12는 분류 신경망을 통해 자극 기반 뇌파로부터 사용자의 다중 의도를 식별하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0040] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치(10)는 전극 모듈(100), 증강현실 디스플레이(200) 및 프로세서(300)를 포함할 수 있다. 다만, 도 1 내지 도 3에 도시된 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치(10)는 일 실시예에 따른 것이고, 필요에 따라 일부 구성요소가 부가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0041] 일 예에서, 도 2에 도시된 것과 같이 전극 모듈(100)은 중심부가 서로 교차 연결되는 제1 및 제2 바디(120, 130)를 포함할 수 있고, 각 바디(120, 130)는 길이 확장부(140, 150)를 포함할 수 있다. 길이 확장부(140, 150)가 각 바디(120, 130) 내부로 인출입됨에 따라, 전극 모듈(100)은 사용자의 머리 크기 및 굴곡에 맞게 사용자의 머리에 밀착될 수 있다.
- [0042] 한편, 길이 확장부(140, 150)의 종단에는 결합부(160a, 160b)가 구비될 수 있고, 결합부(160a, 160b)는 증강현실 디스플레이(200)에 구비된 체결부(240a, 240b)에 각각 체결됨으로써, 전극 모듈(100)과 증강현실 디스플레이(200)는 결합될 수 있다.
- [0043] 전극 모듈(100)은 자발적 뇌파와 자극 기반 뇌파를 획득하는 복수의 전극(110; 110a 내지 110e)을 포함할 수 있다. 복수의 전극(110a 내지 110e)은 서로 다른 위치에서 사용자의 머리(구체적으로는 뇌 영역)에 접촉되도록, 각 바디(120, 130) 내측면에 부착 배치될 수 있고, 접촉된 부분에서 발생하는 전위차에 기초하여 자발적 뇌파

및 자극 기반 뇌파를 획득할 수 있다.

- [0044] 한편, 본 발명에서 설명되는 자발적 뇌파는 SMR(sensorimotor rhythm), 알파파(alpha wave), 베타파(beta wave), 감마파(gamma wave) 중 적어도 하나일 수 있고, 이 외에도 자극에 기반하지 않는 임의의 뇌파를 포함할 수 있다.
- [0045] 또한, 자극 기반 뇌파는 ERP(event related potential), SSEP(steady-state evoked potential) 중 적어도 하나일 수 있고, 이 외에도 시각 자극, 구체적으로는 후술되는 증강 화면(400)에 기반하여 유발되는 임의의 뇌파를 포함할 수 있다.
- [0046] 증강현실 디스플레이(200)는 증강 현실(Augmented Reality; AR)을 제공하기 위해, 본체(210)와, 본체(210) 전면에 구비되어 증강현실 디스플레이(200)의 전방을 실시간으로 촬영하는 카메라(220) 및 본체(210)를 사용자의 머리에 고정하기 위한 고정부(230)를 포함할 수 있다.
- [0047] 사용자가 증강현실 디스플레이(200)를 머리에 착용하면, 본체(210)의 내측면은 사용자의 안면, 구체적으로는 두 눈에 접촉되고, 고정부(230)는 사용자의 머리 둘레를 따라 머리를 둘러싸으로써 증강현실 디스플레이(200)가 사용자의 머리에 고정될 수 있다.
- [0048] 한편, 증강현실 디스플레이(200)의 고정부(230)의 내측면에는 보조 전극이 더 포함될 수 있다. 구체적으로, 도 3에 도시된 것과 같이 다수의 보조 전극(e1 내지 e9)은 서로 다른 위치에서 사용자의 머리에 접촉되도록, 고정부(230)의 내측면에 부착 배치될 수 있고, 접촉된 부분에서 발생하는 전위차에 기초하여 자발적 뇌파 및 자극 기반 뇌파를 획득할 수 있다.
- [0049] 전극(110) 및/또는 보조 전극에서 획득된 뇌파는 프로세서(300)에 제공될 수 있고, 프로세서(300)는 뇌파에 기초하여 동작할 수 있다. 한편, 프로세서(300)는 증강현실 디스플레이(200)와 유무선 통신을 통해 데이터를 주고받을 수도 있고, 도 3에 도시된 것과 같이 증강현실 디스플레이(200) 내부에 구비될 수 있다. 프로세서(300)의 구체적 동작에 대해서는 후술하도록 한다.
- [0050] 증강현실 디스플레이(200)는 자극 기반 뇌파를 유발하는 증강 화면(400)을 출력할 수 있다. 도면에는 도시되지 않았으나 본체(210)의 내측면에는 사용자의 두 눈에 대항하는 위치에 렌즈가 구비될 수 있고, 카메라(220)에 의해 촬영된 실시간 영상이 렌즈를 통해 출력될 수 있다. 이 때, 증강 화면(400)은 렌즈를 통해 실시간 영상에 증강되어 함께 출력될 수 있고, 이에 따라 사용자는 전방의 영상과 이에 증강된 증강 화면(400)을 확인할 수 있다.
- [0051] 도 4 내지 도 6을 예로 들면, 증강 화면(400)은 운동신경에 장애가 있는 환자들이 의사를 표현할 수 있도록, 미리 설정된 행렬로 배열된 복수의 문자를 표시하되, 복수의 문자는 각 문자가 위치한 행 또는 열에 따라 순차적으로 점멸하는 타이핑 화면(400a)을 포함할 수 있다.
- [0052] 또한, 증강 화면(400)은 환자들이 전동휠체어 등의 이동 수단을 통해 원하는 방향으로 이동할 수 있도록, 각 방향에 대응되고 서로 다른 주파수로 점멸하는 복수의 이미지를 표시하는 방향 제어 화면(400b)을 포함할 수 있다.
- [0053] 이러한 타이핑 화면(400a)과 방향 제어 화면(400b)은 어느 하나만 출력될 수도 있고, 함께 출력될 수도 있다. 증강 화면(400)에 따른 자극 기반 뇌파 및 이를 이용한 사용자 의도 식별 동작에 대해서는 후술하도록 한다.
- [0054] 기존의 증강 현실 기반 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술에서는 이러한 복수의 증강 화면(400)이 기본적으로 항상 출력되며, 앞서 설명한 것과 같이 증강 화면(400)이 지속적으로 점멸하는 경우 환자에게 극심한 피로감 및 스트레스를 준다는 문제가 있었다. 또한, 보호자의 도움을 통해 증강 화면(400)을 끄더라도 환자가 필요에 따라 다시 증강 화면(400)을 켤 수가 없어 환자에게 굉장한 불편함을 준다는 문제가 있었다.
- [0055] 본 발명의 프로세서(300)는 전술한 문제를 해결하기 위하여, 자극에 기반하지 않는 자발적 뇌파에 기초하여 증강 화면(400)의 출력 여부를 결정하고, 증강 화면(400)이 출력 중일 때에는 자극 기반의 뇌파에 기초하여 사용자 의도를 식별할 수 있다.
- [0056] 먼저, 프로세서(300)가 증강 화면(400)의 출력 여부를 결정하는 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0057] 프로세서(300)는 전극(110)에 의해 획득된 자발적 뇌파에 기초하여 증강 화면(400)의 출력 여부를 결정하는 제1 제어신호를 생성할 수 있다. 다시 말해, 프로세서(300)는 증강 화면(400)에 의해 유발되는 뇌파가 아닌, 사용자가 자발적으로 생성하는 자발적 뇌파를 이용하여 증강 화면(400)을 켜거나 끌 수 있는 제1 제어신호를 생성할

수 있다.

- [0058] 일 실시예에서, 프로세서(300)는 전극(110)에 의해 획득된 자발적 뇌파가 미리 설정된 적어도 하나의 신체부위의 동작 상상(motor imagery)에 의한 것이면 제1 제어신호를 생성할 수 있다. 또한, 프로세서(300)는 전극(110)에 의해 획득된 자발적 뇌파가 미리 설정된 복수의 신체부위에 대한 순차적 동작 상상에 의한 것이면 제1 제어신호를 생성할 수도 있다.
- [0059] 도 7을 참조하면, 일 예에서, 증강현실 디스플레이(200)에서 증강 화면(400)이 출력되지 않을 때, 프로세서(300)는 사용자가 오른쪽 손의 동작을 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 방향 제어 화면(400b)을 켜는 제1 제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 제어신호에 따라 복수의 증강 화면(400) 중 방향 제어 화면(400b)을 출력할 수 있다.
- [0060] 다른 예에서, 증강현실 디스플레이(200)에서 증강 화면(400)이 출력되지 않을 때, 프로세서(300)는 사용자가 왼쪽 손의 동작을 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 타이핑 화면(400a)을 켜는 제1 제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 제어신호에 따라 복수의 증강 화면(400) 중 타이핑 화면(400a)을 출력할 수 있다.
- [0061] 또 다른 예에서, 증강현실 디스플레이(200)에서 증강 화면(400)이 출력되지 않을 때, 프로세서(300)는 사용자가 오른손 → 왼손의 동작을 순차적으로 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다(a). 또는, 프로세서(300)는 사용자가 왼손 → 오른손의 동작을 순차적으로 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다(b). 또는, 프로세서(300)는 사용자가 왼손과 오른손의 동작을 동시에 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수도 있다(c).
- [0062] 이 때, 프로세서(300)는 타이핑 화면(400a)과 방향 제어 화면(400b)을 모두 켜는 제1 제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 제어신호에 따라 타이핑 화면(400a)과 방향 제어 화면(400b)을 모두 출력할 수 있다.
- [0063] 한편, 도 8을 참조하면, 일 예에서, 증강현실 디스플레이(200)에서 증강 화면(400)이 출력될 때, 프로세서(300)는 사용자가 다리의 동작을 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 모든 증강 화면(400)을 끄는 제1 제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 제어신호에 따라 어느 증강 화면(400)도 출력하지 않을 수 있다.
- [0064] 다른 예에서, 증강현실 디스플레이(200)에서 증강 화면(400)이 출력될 때, 프로세서(300)는 사용자가 왼손과 다리의 동작을 동시에 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 타이핑 화면(400a)을 끄는 제1 제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 제어신호에 따라 타이핑 화면(400a)을 끄고 방향 제어 화면(400b)만을 출력할 수 있다.
- [0065] 또 다른 예에서, 증강현실 디스플레이(200)에서 증강 화면(400)이 출력될 때, 프로세서(300)는 오른손과 다리의 동작을 동시에 상상할 때의 자발적 뇌파를 전극(110)으로부터 수신할 수 있다. 이 때, 프로세서(300)는 방향 제어 화면(400b)을 끄는 제1 제어신호를 생성할 수 있고, 이를 증강현실 디스플레이(200)에 제공할 수 있다. 증강현실 디스플레이(200)는 제1 제어신호에 따라 방향 제어 화면(400b)을 끄고 타이핑 화면(400a)만을 출력할 수 있다.
- [0066] 도 7 및 도 8을 참조하여 설명한 동작 상상에 의한 자발적 뇌파와 이에 따른 제1 제어신호는 예시적인 것으로, 기술한 예시 외에도 본 발명은 다양한 신체부위의 동작 상상에 따라 증강 화면(400)의 출력 여부를 결정할 수 있다.
- [0067] 한편, 프로세서(300)는 자발적 뇌파가 미리 설정된 신체부위에 대응하는지 여부를 판단하기 위해, 수신된 자발적 뇌파와 메모리(미도시)에 미리 저장된 신체부위별 자발적 뇌파 간의 유사도를 산출할 수 있고, 이를 위해 당해 기술분야에서 이용되는 다양한 유사도 산출 기법을 적용할 수 있다.
- [0068] 또한, 보다 정확한 판단을 위해 프로세서(300)는 분류 신경망(classification neural network)을 이용할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(300)는 전극(110)으로부터 수신된 자발적 뇌파를 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위를 식별할 수 있고, 이에 따라 제1 제어신호를 생성할 수 있다. 본 발명에 기술되는 분류 신경망은 다층 퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron; MLP), 합성곱 신경망 등 특징 추출을 위한 다

양한 아키텍처를 포함할 수 있다.

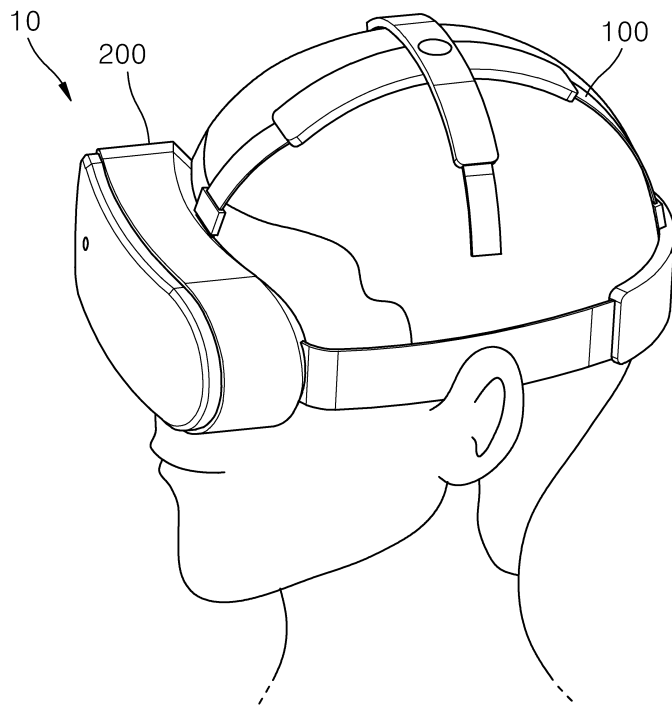
- [0069] 도 9를 참조하여 구체적으로 설명하면, 프로세서(300)는 전극(110)으로부터 수신된 자발적 뇌파를 분류 신경망에 입력할 수 있다. 여기서 분류 신경망은 학습용 뇌파와 이에 대응되도록 라벨링(labeling)된 신체부위로 구성되는 훈련 데이터셋에 의해 지도 학습(supervised learning)될 수 있다.
- [0070] 더 자세히 설명하면, 분류 신경망은 다양한 학습용 뇌파를 입력받고, 각 학습용 뇌파에 대응하는 신체부위, 즉 클래스(class)를 출력하도록 지도 학습될 수 있다. 이에 따라, 분류 신경망은 뇌파와 신체부위 간의 상관관계를 학습할 수 있고, 분류 신경망을 구성하는 각 레이어의 파라미터(가중치(weight), 바이어스(bias))는 학습에 따라 갱신될 수 있다.
- [0071] 프로세서(300)가 실시간으로 수신되는 자발적 뇌파를 분류 신경망에 입력하면, 전술한 방법에 따라 학습된 분류 신경망은 해당 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위의 클래스를 출력할 수 있다. 프로세서(300)는 분류 신경망에서 출력되는 클래스에 기초하여 해당 자발적 뇌파에 대응하는 신체부위를 식별할 수 있고, 이에 따라 제1 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0072] 다음으로, 증강 화면(400)이 출력 중일 때 프로세서(300)가 사용자 의도에 따른 제어 동작을 수행하는 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0073] 프로세서(300)는 제1 제어신호에 따라 증강 화면이 출력되면, 자극 기반 뇌파에 기초하여 사용자 의도를 식별하고, 이에 대응하는 제2 제어신호를 생성할 수 있다. 다시 말해, 프로세서(300)는 자발적으로 생성되는 뇌파가 아닌 증강 화면(400)에 의해 유발된 뇌파를 이용하여 사용자 의도에 대응하는 제2 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0074] 일 실시예에서, 프로세서(300)는 증강 화면(400) 내 문자의 점멸에 따라 발생하는 자극 기반 뇌파의 세기에 기초하여 사용자 의도를 식별할 수 있다.
- [0075] 도 4 및 도 10을 함께 참조하면, 증강 화면(400)으로 타이핑 화면(400a)이 출력될 때, 타이핑 화면(400a)에 표현된 복수의 문자는 각 문자가 위치한 행 또는 열에 따라 순차적으로 점멸할 수 있다. 이 때, 사용자는 점등된 행/열의 문자에 주목할 수 있고, 사용자가 주목할 때 발생하는 자극 기반 뇌파는 프로세서(300)에 수신될 수 있다.
- [0076] 프로세서(300)는 문자별로 자극 기반 뇌파의 크기를 식별할 수 있고, 그 크기가 문턱값(threshold value) 이상 이면서 최대인 어느 한 신호와, 이에 대응하는 문자를 식별할 수 있다. 즉, 도 4 및 도 10에 도시된 예에서, 프로세서(300)는 문자 'O'를 식별할 수 있다.
- [0077] 프로세서(300)는 식별된 문자를 해당 문자의 입력을 위한 사용자 의도로 식별할 수 있고, 이를 위한 제2 제어신호를 생성할 수 있다. 다시 말해, 도 4 및 도 10에서, 프로세서(300)는 문자 'O'를 입력하는 제2 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0078] 제2 제어신호는 프로세서(300)에 유선 또는 무선으로 연결된 응용(application) 장비에 제공될 수 있고, 응용 장비는 제2 제어신호에 따라 동작할 수 있다. 예컨대, 응용 장비가 키보드와 같은 입력 장치인 경우, 입력 장치는 임의의 프로그램에 문자 'O'를 입력할 수 있다.
- [0079] 다른 실시예에서, 프로세서(300)는 증강 화면(400) 내 이미지의 점멸에 따라 발생하는 자극 기반 뇌파의 주파수에 기초하여 사용자 의도를 식별할 수 있다.
- [0080] 도 5 및 도 11을 함께 참조하면, 증강 화면(400)으로 방향 제어 화면(400b)이 출력될 때, 방향 제어 화면(400b)에 표현된 복수의 이미지는 서로 다른 주파수로 점멸할 수 있다. 예컨대, 전방 화살표에 대응하는 이미지는 6Hz로, 좌측방 화살표에 대응하는 이미지는 7Hz로, 우측방 화살표에 대응하는 이미지는 8Hz로, 후방 화살표에 대응하는 이미지는 13Hz로 점멸할 수 있다.
- [0081] 사용자는 점멸하는 특정 이미지에 주목할 수 있고, 사용자가 주목할 때 발생하는 자극 기반 뇌파는, 해당 이미지가 점멸하는 주파수에서 피크값을 가질 수 있다. 이러한 자극 기반 뇌파는 프로세서(300)에 수신될 수 있고, 프로세서(300)는 자극 기반 뇌파가 피크 값을 갖는 어느 한 주파수를 식별할 수 있다.
- [0082] 프로세서(300)는 식별된 주파수를, 해당 주파수에 대응하는 방향으로 이동하기 위한 사용자 의도로 식별할 수 있고, 이를 위한 제2 제어신호를 생성할 수 있다. 구체적으로, 도 11에서 프로세서(300)는, 자극 기반 뇌파가 피크 값을 갖는 어느 한 주파수를 6Hz로 식별한 경우 전방(forward), 7Hz로 식별한 경우 좌측방(leftward), 8Hz로 식별한 경우 우측방(rightward), 13Hz로 식별한 경우 후방(backward)으로 이동을 위한 제2 제어신호를 생성

할 수 있다.

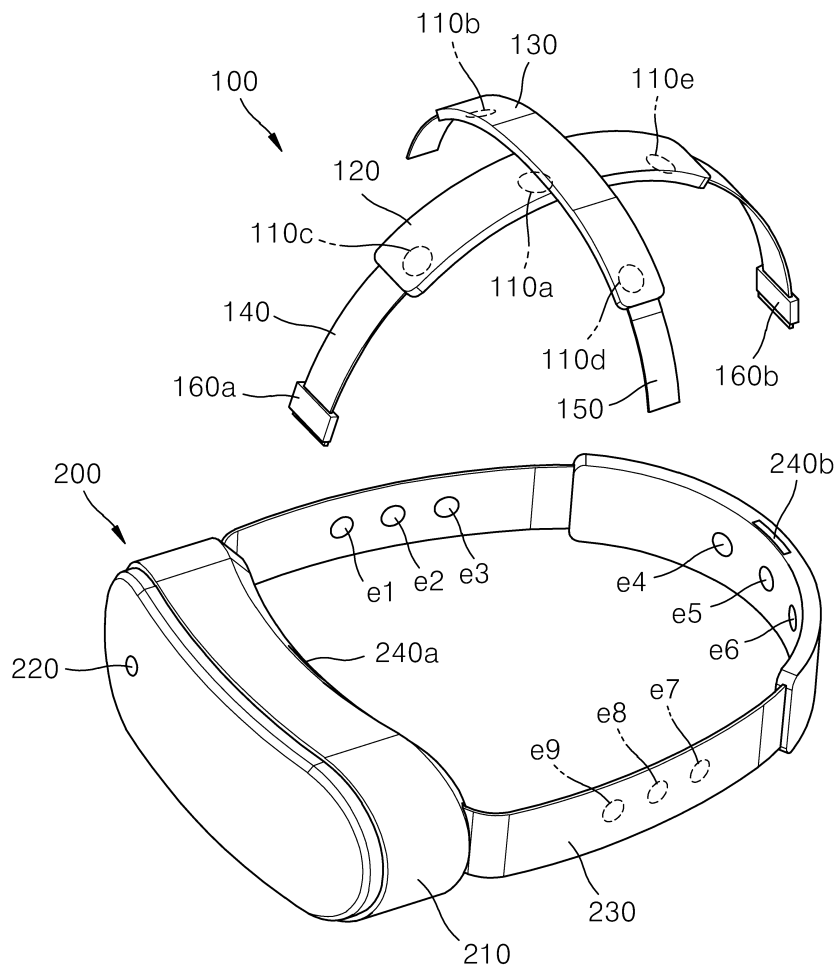
- [0083] 제2 제어신호는 프로세서(300)에 유선 또는 무선으로 연결된 응용 장비에 제공될 수 있고, 응용 장비는 제2 제어신호에 따라 동작할 수 있다. 예컨대, 응용 장비가 전동휠체어와 같은 이동 수단인 경우, 이동 수단은 제2 제어신호에 따라 전, 후, 좌, 우로 이동할 수 있다.
- [0084] 한편, 프로세서(300)는 자극 기반 뇌파로부터 사용자 의도를 식별하기 위해 분류 신경망을 이용할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(300)는 증강 화면(400)으로부터 유발된 자극 기반 뇌파를 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 자극 기반 뇌파에 대응하는 사용자 의도를 식별할 수 있고, 이에 따라 제2 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0085] 이를 위해, 분류 신경망은 학습용 자극 기반 뇌파를 입력받고, 각 학습용 자극 기반 뇌파에 대응하는 사용자 의도, 즉 클래스를 출력하도록 지도 학습될 수 있다. 이에 따라, 분류 신경망은 자극 기반 뇌파와 사용자 의도 간의 상관관계를 학습할 수 있고, 분류 신경망을 구성하는 각 레이어의 파라미터(가중치, 바이어스)는 학습에 따라 갱신될 수 있다.
- [0086] 프로세서(300)가 실시간으로 수신되는 자극 기반 뇌파를 분류 신경망에 입력하면, 전술한 방법에 따라 학습된 분류 신경망은 해당 자극 기반 뇌파에 대응하는 사용자 의도의 클래스를 출력할 수 있다. 프로세서(300)는 분류 신경망에서 출력되는 클래스에 기초하여 해당 자극 기반 뇌파에 대응하는 사용자 의도를 식별할 수 있고, 이에 따라 제2 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0087] 한편, 본 발명에서 분류 신경망은 다중 사용자 의도에 대응하는 복수의 클래스를 동시에 출력할 수 있고, 프로세서(300)는 복수의 클래스에 각각 대응하는 복수의 제2 제어신호를 생성할 수도 있다. 이하, 도 12를 참조하여 다중 의도에 대응하는 제2 제어신호 생성 동작을 예시적으로 설명하도록 한다.
- [0088] 도 12를 참조하면, 프로세서(300)는 다중 의도에 대한 특징을 내포하는 비 자극 기반 뇌파에 대한 로우 데이터(raw data)를 수신하고, 이를 미리 설정된 구간만큼 자르는 에포킹(epoching) 동작을 수행할 수 있다. 이어서, 프로세서(300)는 필터링(filtering)을 통해 에포킹된 뇌파 내 노이즈를 제거할 수 있고, 뇌파의 특징 추출(feature extraction)을 위해, 푸리에 변환, 파워 스펙트럼(power spectrum), 다운 샘플링(down sampling), 정규화(normalization) 중 적어도 하나의 전처리를 수행할 수 있다.
- [0089] 이 때, 활용되는 필터링 기법 및 전처리 기법은 당해 기술분야에서 널리 알려진 방법을 따르므로, 여기서는 자세한 설명을 생략하도록 한다.
- [0090] 이어서, 프로세서(300)는 추출된 특징을 미리 학습된 분류 신경망에 입력하여 자극 기반 뇌파에 대응하는 다중 사용자 의도를 식별할 수 있고, 각 사용자 의도에 대응하는 복수의 제2 제어신호를 생성할 수 있다. 이를 위해, 분류 신경망은 다중 분류(multiclass classification) 동작을 수행할 수 있고, 자극 기반 뇌파와 다중 의도 간의 상관관계를 미리 학습할 수 있다.
- [0091] 도 12에 예시된 것과 같이, 분류 신경망은 다중 사용자 의도에 대응하는 클래스, 구체적으로 전방 이동을 위한 사용자 의도에 대응하는 어느 한 클래스와, 문자 'A'의 입력을 위한 사용자 의도에 대응하는 다른 한 클래스를 동시에 출력할 수 있다. 프로세서(300)는 다중 사용자 의도에 대응하는 복수의 제2 제어신호를 생성하여 각 사용자 의도에 대응하는 응용 장비에 각각 제공할 수 있고, 각 응용 장비는 제2 제어신호에 따라 동시에 동작할 수 있다.
- [0092] 전술한 바와 같이, 본 발명은 자발적 뇌파와 자극 기반 뇌파를 서로 다른 제어 동작에 이용함으로써, 환자가 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술을 이용함에 있어서 불편함 없이 다양하고 명확하게 자신의 의도를 표현할 수 있게 하는 효과가 있다.
- [0093] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

도면

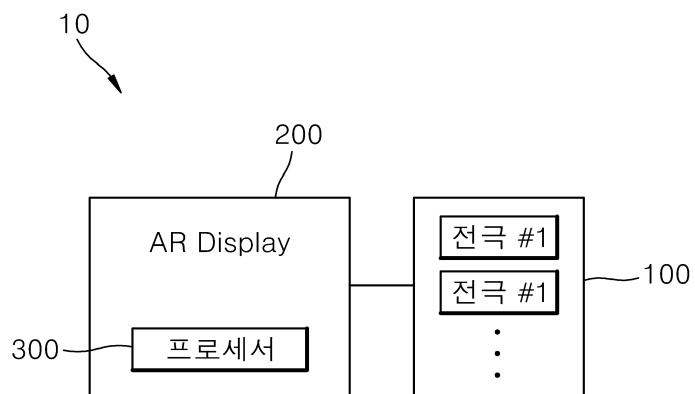
도면1



도면2



도면3



도면4

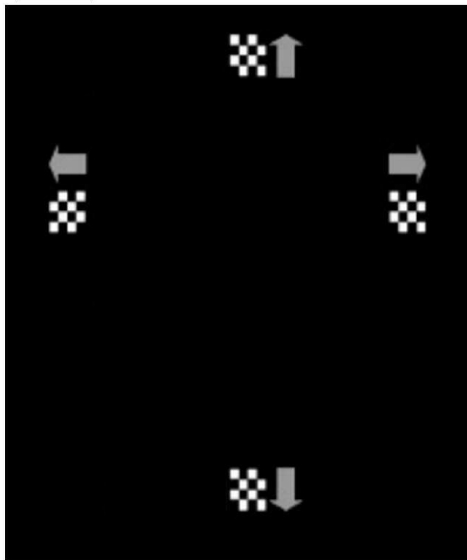
400a



[Typing Screen]

도면5

400b



[Direction Control Screen]

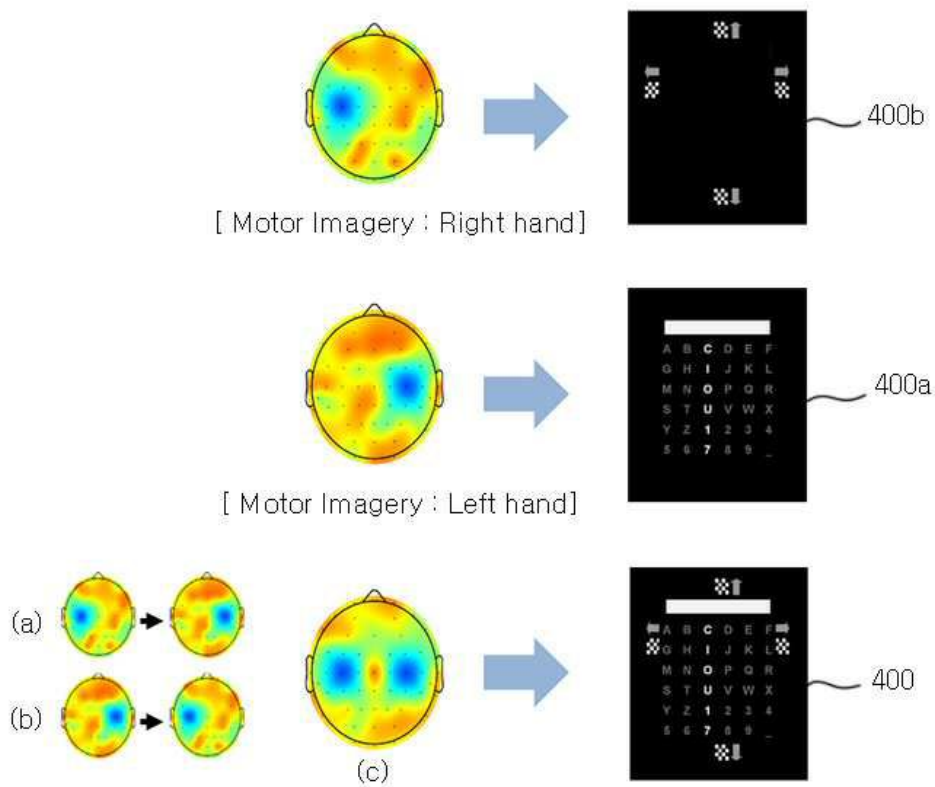
도면6

400

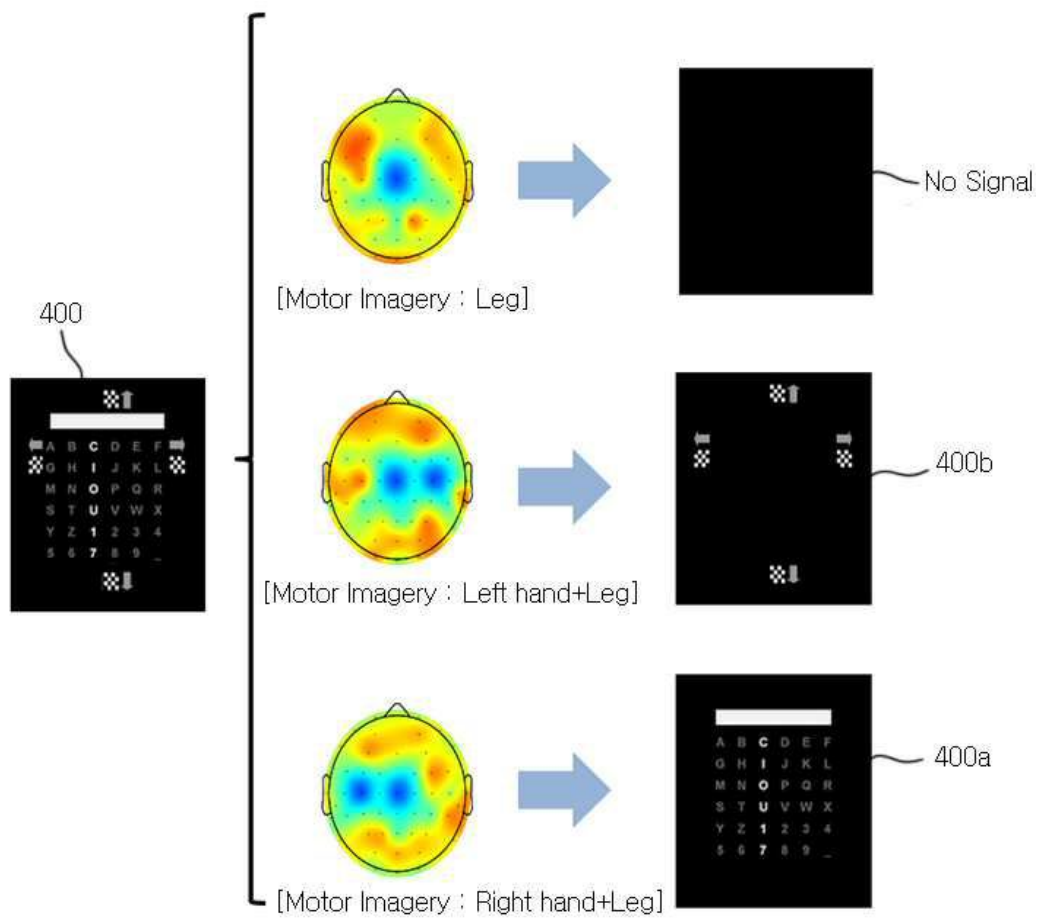


[Typing Screen + Direction Control Screen]

도면7

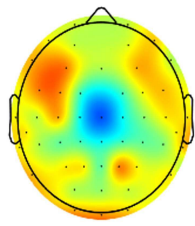


도면8



도면9

< Input Data >



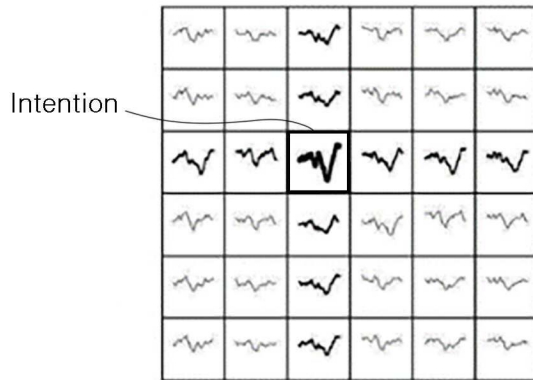
Brain wave

Neural
Network

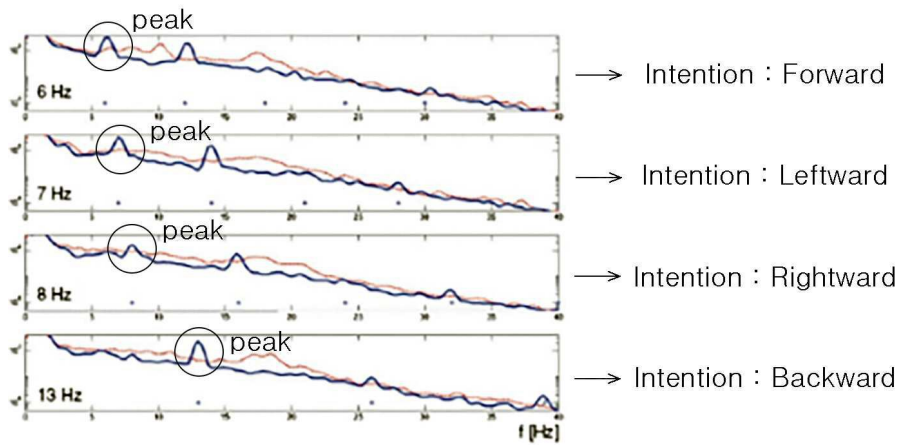
< Class >

오른손
왼손
양손
다리
⋮

도면10



도면11



도면12

