



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월02일
(11) 등록번호 10-2296838
(24) 등록일자 2021년08월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 2/72 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/24 (2021.01) A61B 5/369 (2021.01)
G06N 20/00 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
A61F 2/72 (2021.08)
A61B 5/24 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0098066
- (22) 출원일자 2019년08월12일
심사청구일자 2019년08월12일
- (65) 공개번호 10-2021-0019205
- (43) 공개일자 2021년02월22일
- (56) 선행기술조사문헌
JP2014528800 A*
KR1020180109451 A*
KR1020160055103 A
KR101626748 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 단대로 119, 단국대학교천안캠퍼스내(안서동)
포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
- (72) 발명자
현정근
서울특별시 서초구 효령로72길 57, C-404호(서초동, 서초트라팰리스)
박성민
경기도 성남시 분당구 성남대로 393 두산위브파빌리온 A-1515호
- (74) 대리인
특허법인태백, 특허법인 다해

전체 청구항 수 : 총 5 항

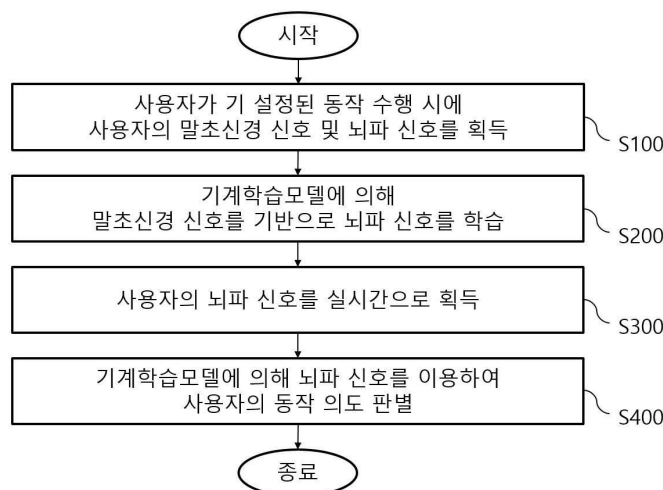
심사관 : 조상진

(54) 발명의 명칭 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법 및 의지 제어 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법은, 사용자가 기 설정된 동작 수행 시에, 상기 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득하는 단계; 기계학습모델에 의해 상기 말초신경신호를 기반으로 상기 뇌파 신호를 학습하는 단계; 상기 사용자의 뇌파 신호를 실시간으로 획득하는 단계; 및 상기 기계학습모델에 의해 실시간으로 획득한 뇌파 신호를 이용하여 상기 사용자의 동작 의도를 판별하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- A61B 5/316 (2021.01)
- A61B 5/369 (2021.01)
- A61B 5/7264 (2013.01)
- A61F 2/54 (2013.01)
- A61F 2/60 (2013.01)
- G06N 20/00 (2021.08)
- A61F 2002/5036 (2013.01)
- A61F 2002/704 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2018K1A4A3A01064257
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	우수해외기관유치사업
연구과제명	UCL 이스트만-코리아 덴탈메디슨 혁신센터
기여율	1/2
과제수행기관명	단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2024.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2019R1A6A1A11034536
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	대학중점연구소지원(후속연구)
연구과제명	조직재생공학연구소 '복합조직재생을 위한 소재-세포-인자 융합 연구'
기여율	1/2
과제수행기관명	단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단
연구기간	2019.06.01 ~ 2025.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

사용자가 기 설정된 동작 수행 시에, 상기 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득하는 단계;

기계학습모델에 의해 상기 말초신경 신호를 기반으로 상기 뇌파 신호를 학습하여 상기 말초신경 신호와 상기 뇌파 신호의 상관 관계를 분석하는 단계;

상기 사용자의 뇌파 신호를 실시간으로 획득하는 단계; 및

상기 기계학습모델에 의해 실시간으로 획득한 뇌파 신호를 이용하여 상기 사용자의 동작 의도를 판별하는 단계를 포함하는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 말초신경 신호를 기반으로 상기 뇌파 신호를 학습하는 단계는,

상기 말초신경 신호 및 상기 뇌파 신호로부터 각각 제1 및 제2 특징 인자를 추출하는 단계;

상기 제1 및 제2 특징 인자를 각각 이용하여 상기 동작에 대한 제1 및 제2 확률 모델을 생성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 확률 모델을 기초로 상기 기계학습모델에 의해 상기 동작 수행시의 상기 말초신경 신호 및 상기 뇌파 신호의 상관 관계를 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 특징 인자를 추출하는 단계는,

상기 말초신경 신호에 대한 전처리를 수행하는 단계;

전처리된 말초신경 신호로부터 전극별 엔트로피를 추출하는 단계; 및

상기 전극별 엔트로피를 기초로 엔트로피 히스토그램을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 특징 인자를 추출하는 단계는,

상기 뇌파 신호에 대한 전처리를 수행하는 단계; 및

전처리된 뇌파 신호를 기초로 시간-주파수 2차원 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법.

청구항 5

사용자가 기 설정된 동작 수행 시에, 상기 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득하는 단계;

기계학습모델에 의해 상기 말초신경 신호를 기반으로 상기 뇌파 신호를 학습하여 상기 말초신경 신호와 상기 뇌파 신호의 상관 관계를 분석하는 단계;

상기 사용자의 뇌파 신호를 실시간으로 획득하는 단계;

상기 기계학습모델에 의해 실시간으로 획득한 뇌파 신호를 이용하여 상기 사용자의 동작 의도를 판별하는 단계; 및

판별된 상기 사용자의 동작 의도를 기초로 의지 제어 신호를 생성하는 단계를 포함하는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 의지 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법 및 의지 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신체의 일부가 절단된 환자들을 위해 의수, 의족 등을 포함하는 의지가 널리 활용되고 있다.

[0003] 이와 같은 의지는 제어 방식에 따라 근전 의지(Myoelectric prosthesis), 뇌-기계 인터페이스(Brain-machine interface), 근육 신경재분포술(Targeted muscle reinnervation), 신경조절형 의지(Neural control prosthesis) 등으로 구분될 수 있다.

[0004] 그러나, 이와 같은 기존의 의지 제어 기술들은 의지의 자연스러운 제어가 어렵거나, 신호 처리가 복잡하거나, 비영구적으로 활용되기 어렵다는 등의 한계가 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2018-0109451호(2018.10.08. 공개)

(특허문헌 0002) 일본 공표특허공보 특표2014-528800호(2014.10.30. 공표)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 당해 기술분야에서는 기존의 의지 제어 기술의 한계를 극복하기 위한 방안이 요구되고 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 일 실시예는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법을 제공한다.

[0007] 상기 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법은, 사용자가 기 설정된 동작 수행 시에, 상기 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득하는 단계; 기계학습모델에 의해 상기 말초신경 신호를 기반으로 상기 뇌파 신호를 학습하는 단계; 상기 사용자의 뇌파 신호를 실시간으로 획득하는 단계; 및 상기 기계학습모델에 의해 실시간으로 획득한 뇌파 신호를 이용하여 상기 사용자의 동작 의도를 판별하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 실시예는 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 의지 제어 방법을 제공한다.

[0010] 상기 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 의지 제어 방법은, 사용자가 기 설정된 동작 수행 시에, 상기 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득하는 단계; 기계학습모델에 의해 상기 말초신경 신호를 기반으로 상기 뇌파 신호를 학습하는 단계; 상기 사용자의 뇌파 신호를 실시간으로 획득하는 단계; 상기 기계학습모델에 의해 실시간으로 획득한 뇌파 신호를 이용하여 상기 사용자의 동작 의도를 판별하는 단계; 및 판별된 상기 사용자의 동작 의도를 기초로 의지 제어 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 덧붙여 상기한 과제의 해결수단은, 본 발명의 특징을 모두 열거한 것이 아니다. 본 발명의 다양한 특징과 그에 따른 장점과 효과는 아래의 구체적인 실시형태를 참조하여 보다 상세하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사용자가 특정 동작 수행시에 동시에 획득한 말초신경 신호를 기반으로 뇌파 신호를 학습함으로써, 이후에는 뇌파 신호만을 이용하여 사용자의 동작 의도를 정확하게 판별할 수 있고, 이를 기초로 사용자가 의도하는 바에 따라 자연스럽게 동작하도록 의지를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법의 흐름도이다.
 도 2는 도 1에 도시된 S200 단계의 상세 흐름도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 말초신경 신호로부터 제1 특징 인자를 추출하는 과정을 도시하는 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 뇌파 신호로부터 제2 특징 인자를 추출하는 과정을 도시하는 도면이다.
 도 5는 뇌파 신호로부터 시간-주파수 2차원 이미지를 생성한 일 예를 도시하는 도면이다.
 도 6는 본 발명의 다른 실시예에 따른 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 의지 제어 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0016] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법의 흐름도이고, 도 2는 도 1에 도시된 S200 단계의 상세 흐름도이다.

[0019] 도 1을 참조하면, 우선, 사용자가 기 설정된 동작 수행 시에 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득할 수 있다(S100). 일 실시예에 따르면, 사용자의 말초신경에 침습 고정되는 침전극에 의해 말초신경 신호를 획득하고, 사용자의 두상부에 비침습적으로 구비되는 전극에 의해 뇌파 신호를 획득할 수 있다. 그러나, 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득하는 방법이 이로 한정되는 것은 아니며, 통상의 기술자에게 공지된 다양한 방식에 의해 사용자의 말초신경 신호 및 뇌파 신호를 획득할 수 있다.

[0020] 여기서, 말초신경 신호는 상대적으로 노이즈가 적고 해상도가 높으나 침전극에 의한 말초신경 신호의 침습적 획득은 영구적으로 사용하기 어렵다는 한계가 있다. 이에 반해, 뇌파 신호는 비침습적이고 영구적으로 획득 가능하나 노이즈가 많다는 단점이 있다.

[0021] 이에, 본 발명에서는 말초신경 신호와 뇌파 신호를 연동하여 양 신호 사이의 상관 관계를 기계학습모델에 의해 분석하고, 이후에는 영구적으로 획득 가능한 뇌파 신호만을 이용하여 동작 의도를 판별하는 기술을 제안한다. 다시 말해, 기계학습모델에 의해 비교적 정확한 말초신경 신호를 기반으로 노이즈가 많은 뇌파 신호를 학습하도록 함으로써 뇌파 신호 학습의 정확도를 보다 향상시킬 수 있다.

[0023] 이후, 기계학습모델에 의해 말초신경 신호를 기반으로 뇌파 신호를 학습할 수 있다(S200).

[0024] 일 실시예에 따르면, 도 2에 도시된 바와 같이, 말초신경 신호 및 뇌파 신호로부터 각각 제1 및 제2 특징 인자를 추출하고(S210), 추출한 제1 및 제2 특징 인자를 각각 이용하여 해당 동작에 대한 제1 및 제2 확률 모델을 생성할 수 있으며(S220), 제1 및 제2 확률 모델을 기초로 기계학습모델에 의해 해당 동작 수행시의 말초신경 신호 및 뇌파 신호의 상관 관계를 분석할 수 있다(S230). 이에 대해서는 도 3 내지 도 5를 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0026] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 말초신경 신호로부터 제1 특징 인자를 추출하는 과정을 도시하는 도면이다.

[0027] 도 3을 참조하면, 말초신경 신호로부터 제1 특징 인자를 추출하기 위해, 우선, 말초신경 신호에 대한 전처리를 수행하여 DC 성분을 제거할 수 있다(S211).

[0028] 이후, 전처리된 말초신경 신호로부터 전극별 엔트로피를 추출할 수 있다(S212). 구체적으로 설명하면, 정보량은 어떠한 사건 발생 후에 얻는 놀라움의 양(degree of surprise)으로 예측이 불가능할수록(즉, 더 드물게 나타날수록) 정보량은 증가하게 된다. 엔트로피(entropy)는 이러한 정보량의 기대값으로 수학적 식 1에 따라 산출할 수 있다. 여기서, m 은 인자의 집합이고, M 은 인자의 개수이며, p 는 발생 확률을 나타내고, x 는 신호를 나타낸다.

[0029] [수학적 식 1]

$$H(X) = \sum_{m=1}^M p(x_m) \log_2 \frac{1}{p(x_m)}$$

[0030] 이후, 전극별 엔트로피를 기초로 엔트로피 히스토그램을 생성할 수 있다(S213).

[0033] 다시 말해, 일 실시예에 따르면, 말초신경 신호로부터 제1 특징 인자로서 엔트로피 히스토그램을 생성할 수 있다.

[0035] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 뇌파 신호로부터 제2 특징 인자를 추출하는 과정을 도시하는 도면이다.

[0036] 도 4를 참조하면, 뇌파 신호로부터 제2 특징 인자를 추출하기 위해, 우선, 뇌파 신호에 대한 전처리를 수행할 수 있다(S214). 예를 들어, 웨이블릿 변환(Wavelet transform) 등에 의해 전처리를 수행하여 노이즈를 제거할 수 있다.

[0038] 이후, 전처리된 뇌파 신호를 기초로 시간-주파수 2차원 이미지를 생성할 수 있다(S215). 구체적으로, 각 채널별로 획득한 뇌파 신호에 대해 단시간 푸리에 변환(STFT; Short-time Fourier transform)을 적용하고, 주파수 축에서 운동 감각 피질과 관련 있는 채널의 관련 주파수 대역, 즉 μ 대역(8~13Hz), β 대역(17~30Hz)만을 추출하여 시간-주파수 2차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0039] 도 5는 뇌파 신호로부터 시간-주파수 2차원 이미지를 생성한 일 예를 도시하는 도면으로, 도 5의 (a)는 하나의 채널에서 획득한 뇌파 신호에 대해 시간-주파수 분석 결과 이미지를 도시하는 것이고, (b)는 운동 감각 피질과 관련 있는 3개의 채널에서 얻은 2차원 이미지를 결합하여 하나의 2차원 이미지로 구성한 예를 도시한다. 도 5에서 색상은 기준 전극에 대한 주파수 영역에서의 푸리에 변환 후 얻어지는 진폭의 상대적 세기를 나타낸다.

[0040] 다시 말해, 일 실시예에 따르면, 뇌파 신호로부터 제2 특징 인자로서 시간-주파수 2차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0041] 한편, S220 단계에서, 추출한 제1 및 제2 특징 인자를 각각 이용하여 해당 동작에 대한 제1 및 제2 확률 모델을 생성하기 위해서, 제1 특징 인자에 대해서는 예를 들어 가우시안 혼합 모델을 적용하여 제1 확률 모델을 생성하고, 제2 특징 인자에 대해서는 예를 들어 CNN(Convolutional Neural Network) 기법을 적용하여 제2 확률 모델을 생성할 수 있다.

[0043] 이후, S230 단계에서는, 상술한 바에 따라 생성된 제1 확률 모델 및 제2 확률 모델을 기초로 기계학습모델에 의해 말초신경 신호와 뇌파 신호 사이의 상관 관계를 학습할 수 있다.

[0045] 상술한 S100 및 S200 단계는 본 발명에 의해 동작 의도를 판별하고자 하는 복수의 동작에 대해 반복적으로 수행될 수 있다.

[0047] 이후, 사용자의 뇌파 신호를 실시간으로 획득하고(S300), 상술한 기계학습모델에 의해 실시간으로 획득한 뇌파 신호를 이용하여 사용자의 동작 의도를 판별할 수 있다(S400).

[0049] 도 6는 본 발명의 다른 실시예에 따른 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 의지 제어 방법의 흐름도이다.

[0050] 도 6을 참조하면, S100 내지 S400 단계는 도 1 내지 도 5를 참조하여 상술한 바와 동일하므로 이에 대한 중복적인 설명은 생략한다.

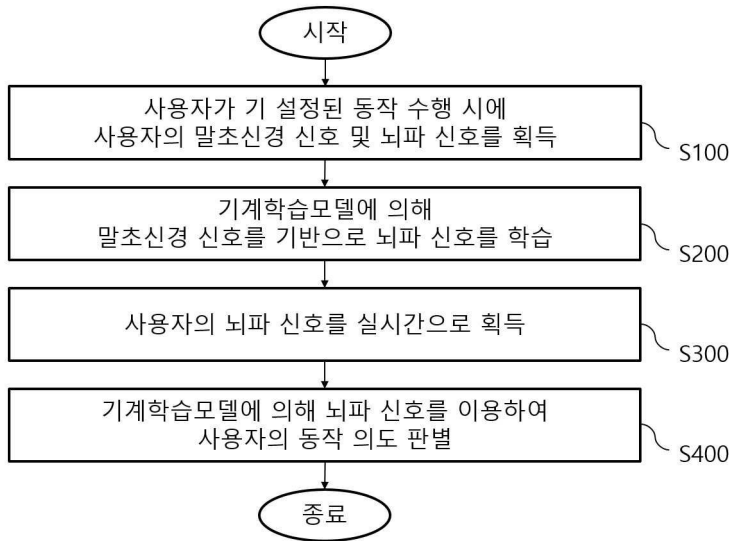
[0051] 이후, S100 내지 S400 단계를 거치면서 판별된 상기 사용자의 동작 의도를 기초로 의지 제어 신호를 생성할 수 있다(S500).

[0053] 도 1을 참조하여 상술한 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 동작 의도 판별 방법 및 도 6을 참조하여 상술한 뇌파신호 및 말초신경신호를 연동한 의지 제어 방법은 신호 처리 및 기계학습모델에 의한 학습 및 분석이 가능한 프로세싱 장치에 의해 수행될 수 있다.

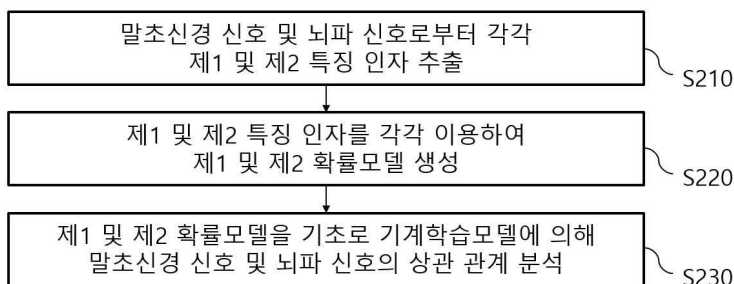
[0055] 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명에 따른 구성요소를 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것이 명백할 것이다.

도면

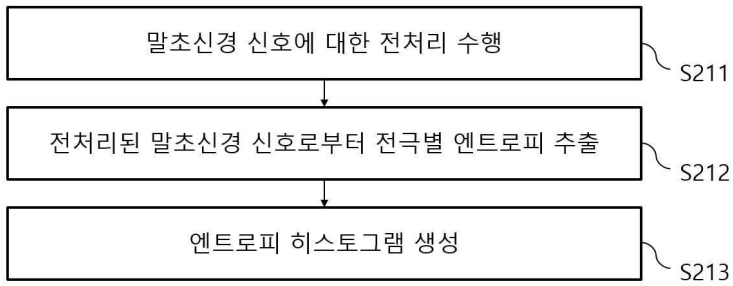
도면1



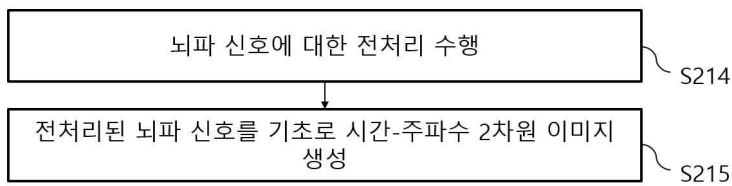
도면2



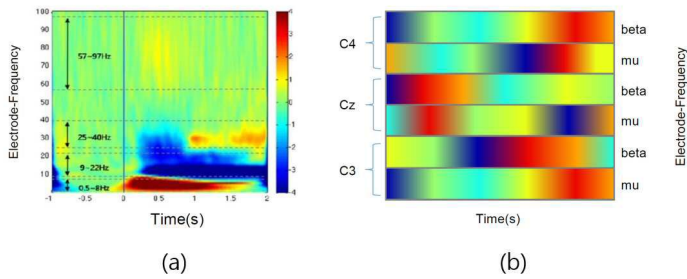
도면3



도면4



도면5



도면6

