



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0028883
(43) 공개일자 2018년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/048 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/0484 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/048 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0014912
(22) 출원일자 2017년02월02일
심사청구일자 2017년02월02일
(30) 우선권주장
1020160116225 2016년09월09일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
김선민
서울특별시 성북구 북악산로31길 25, 102호 (종암
동, 우정빌딩)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

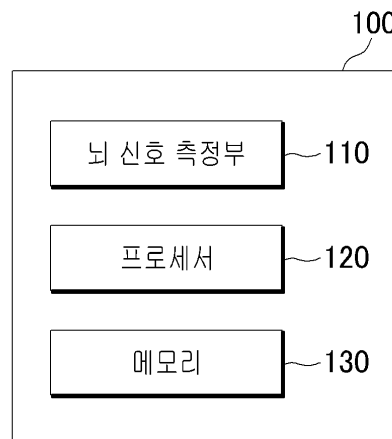
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 움직임 의도인지를 위한 BCI 기술에서 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정하는 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 피검체의 움직임 의도를 인지하는 BCI(brain computer interface) 장치를 개시한다. 본 BCI 장치는 움직임 의도인지 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하되, 프로세서는 상기 프로그램이 실행됨에 따라, 피검체로부터 측정된 뇌 신호를 획득한 후, 미리 설정된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하고, 뇌 신호 특징값을 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 순위화하며, 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 적어도 하나의 하위 주파수 영역을, 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 미리 설정된 값만큼 쉬프트(shift)한 결과값으로 대체한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0484 (2013.01)

A61B 5/7225 (2013.01)

A61B 5/7235 (2013.01)

A61B 5/7271 (2013.01)

(72) 발명자

이민호

경기도 성남시 수정구 수정로 289, 107동 405호 (신흥동, 신흥주공아파트)

정지훈

서울특별시 성북구 인촌로7라길 7, 404호 (안암동 1가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711035286

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발사업

연구과제명 (SW 스타랩) 이동 환경에서 뇌-컴퓨터 인터페이스를 위한 지능형 패턴인식 소프트웨어 개

발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

피검체의 움직임 의도를 인지하는 BCI(brain computer interface) 장치에 있어서,
 상기 움직임 의도인지 프로그램이 저장된 메모리; 및
 상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하되,
 상기 프로세서는, 상기 프로그램이 실행됨에 따라,
 피검체로부터 측정된 뇌 신호를 획득한 후, 미리 설정된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하고,
 상기 뇌 신호 특징값을 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 순위화하며,
 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 적어도 하나의 하위 주파수 영역을, 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 미리 설정된 값만큼 쉬프트(shift)한 결과값으로 대체하는, BCI 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 프로세서는
 상기 획득된 뇌 신호를 상기 각 주파수 영역으로 필터링(filtering)하고, 상기 필터링된 뇌 신호의 주파수 파워값(frequency power)을 산출하는 것인, BCI 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 프로세서는
 상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역의 분류 성능과 상기 상위 주파수 영역의 분류 성능 간의 차이가 임계 범위 이내가 될 때까지, 상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역이 대체된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 반복하여 산출하는 것인, BCI 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 프로세서는
 상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역의 분류 성능과 상기 상위 주파수 영역의 분류 성능 간의 차이가 임계 범위 이내이면, 상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역이 대체된 복수의 주파수 영역 전체에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하고, 상기 뇌 신호 특징값을 기초로 분류기를 생성하며, 상기 분류기를 이용하여 상기 피검체로부터 측정되는 뇌 신호로부터 움직임 의도를 인지하는 것인, BCI 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 프로세서는
 상기 하위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 상기 상위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 비교하고, 상기 비교 결과에 따라 상기 상위 주파수 영역을 양(+)의 방향으로 쉬프트하거나 음(-)의 방향으로 쉬프트하는 것인, BCI 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 하위 주파수 영역의 최댓값이 상기 상위 주파수 영역의 최솟값보다 작으면, 상기 하위 주파수 영역을 상기 상위 주파수 영역이 음(-)의 방향으로 쉬프트된 결과값으로 대체하며,

상기 하위 주파수 영역의 최솟값이 상기 상위 주파수 영역의 최댓값보다 크면, 상기 하위 주파수 영역을 상기 상위 주파수 영역이 양(+)의 방향으로 쉬프트된 결과값으로 대체하는 것인, BCI 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 뇌 신호 특징값으로 학습된 분류기를 이용한 교차 평가(cross-validation), 상기 분류기에 포함된 클래스들 각각의 뇌 신호 특징값의 상호 정보량(mutual information), 및 상기 클래스들 각각의 뇌 신호 특징값의 거리에 따른 피셔 점수(Fisher's score) 중 적어도 하나를 기초로 상기 각 주파수 영역의 분류 성능을 산출하는 것인, BCI 장치.

청구항 8

피검체의 움직임 의도를 인지하는 BCI(brain computer interface) 장치의 동작 방법에 있어서,

(a) 피검체로부터 측정된 뇌 신호를 획득한 후, 미리 설정된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하는 단계;

(b) 상기 뇌 신호 특징값을 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 순위화하는 단계; 및

(c) 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 하위 주파수 영역을, 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 미리 설정된 값만큼 쉬프트(shift)한 결과값으로 대체하는 단계;를 포함하는, 동작 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 (a) 단계는

(a-1) 상기 획득된 뇌 신호를 상기 각 주파수 영역으로 필터링(filtering)하는 단계; 및

(a-2) 상기 필터링된 뇌 신호의 주파수 파워값(frequency power)을 산출하는 단계를 포함하는 것인, 동작 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 동작 방법은

상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역의 분류 성능과 상기 상위 주파수 영역의 분류 성능 간의 차이가 임계 범위 이내가 될 때까지, 상기 (a) 내지 (c) 단계를 반복 수행하는 것인, 동작 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 동작 방법은

(d) 상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역의 분류 성능과 상기 상위 주파수 영역의 분류 성능 간의 차이가 임계 범위 이내이면, 상기 적어도 하나의 하위 주파수 영역이 대체된 복수의 주파수 영역 전체에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하는 단계;

(e) 상기 뇌 신호 특징값을 기초로 분류기를 생성하는 단계; 및

(f) 상기 분류기를 이용하여 상기 피검체로부터 측정되는 뇌 신호로부터 움직임 의도를 인지하는 단계;를 더 포함하는 것인, 동작 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 (c) 단계는

(c-1) 상기 하위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 상기 상위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 비교하는 단계; 및

(c-2) 상기 비교 결과에 따라 상기 상위 주파수 영역을 양(+)의 방향으로 쉬프트하거나 음(-)의 방향으로 쉬프트하는 단계;를 포함하는 것인, 동작 방법.

청구항 13

제 8 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 컴퓨터 상에서 수행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 움직임 의도인지를 위한 BCI(Brain-Computer Interface) 기술에서 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 움직임 의도인지를 위한 BCI 기술은, 사용자가 신체의 움직임을 상상하거나 신체의 움직임을 의도함에 따라 발생하는 뇌 신호를 측정하여 컴퓨터나 기계를 제어하는 것일 수 있다.

[0003] 일반적으로, BCI 기술은 사용자의 움직임 의도에 의해 발생하는 다양한 주파수 대역의 뇌파를 측정한다. 구체적으로, 사용자가 움직임을 의도(또는, 상상)하면, 뇌의 일차 운동 영역(Primary motor cortex)이 활성화되며, 약 8 내지 12Hz 주파수 영역의 뮤-밴드(mu-band)가 반응 한다. 따라서, BCI 기술은 특정 주파수 영역인 뮤-밴드의 변화를 이용하여 사용자의 움직임 의도를 인지한다.

[0004] 그러나, 사용자의 움직임 의도에 의해 반응되는 뇌파의 주파수 영역은 사용자마다 상이할 수 있다. 따라서, 사용자 별 뇌파의 특성에 기초하여 사용자의 움직임 의도를 인지하는 방법 및 그 장치에 대한 필요성이 높아지고 있다.

[0005] 한편, 사용자의 움직임 의도를 인지하는 종래의 기술로서, 한국 등록특허 제10-1518575호 (등록공고일 : 2015.04.30, 발명의 명칭: BCI를 위한 사용자 의도인지 분석 방법)가 있다. 이는 디지털 노치 필터(digital notch filter)와 밴드 패스 필터(band pass filter)를 이용하여 뮤 밴드 대역의 뇌 신호를 추출하는 내용을 개시한다는 점에서 피검체 별 최적화된 주파수 영역을 추출하지 못한다는 점에서 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 움직임 의도인지 기술의 정확도를 향상시키기 위하여 피검체 별로 최적의 주파수 영역을 결정하는 방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제1 측면은, 상기 움직임 의도인지 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하는 BCI(Brain-Computer Interface) 장치를 제공한다. 이때, 프로세서는, 상기 프로그램이 실행됨에 따라, 피검체로부터 측정된 뇌 신호를 획득한 후, 미리

설정된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하고, 뇌 신호 특징값을 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 순위화하며, 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 적어도 하나의 하위 주파수 영역을, 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 미리 설정된 값만큼 쉬프트(shift)한 결과값으로 대체한다.

- [0008] 상기 프로세서는, 획득된 뇌 신호를 상기 각 주파수 영역으로 필터링(filtering)하고, 상기 필터링된 뇌 신호의 주파수 파워값(frequency power)을 산출할 수 있다.
- [0009] 상기 프로세서는, 적어도 하나의 하위 주파수 영역의 분류 성능과 상위 주파수 영역의 분류 성능 간의 차이가 임계 범위 이내가 될 때까지, 적어도 하나의 하위 주파수 영역이 대체된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 반복하여 산출할 수 있다.
- [0010] 상기 프로세서는, 적어도 하나의 하위 주파수 영역의 분류 성능과 상위 주파수 영역의 분류 성능 간의 차이가 임계 범위 이내이면, 적어도 하나의 하위 주파수 영역이 대체된 복수의 주파수 영역 전체에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하고, 뇌 신호 특징값을 기초로 분류기를 생성하며, 분류기를 이용하여 피검체로부터 측정되는 뇌 신호로부터 움직임 의도를 인지할 수 있다.
- [0011] 상기 프로세서는, 하위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 상위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 비교하고, 비교 결과에 따라 상위 주파수 영역을 양(+)의 방향으로 쉬프트하거나 음(-)의 방향으로 쉬프트할 수 있다. 또한, 프로세서는, 하위 주파수 영역의 최댓값이 상위 주파수 영역의 최솟값보다 작으면, 하위 주파수 영역을 상위 주파수 영역이 음(-)의 방향으로 쉬프트된 결과값으로 대체하며, 하위 주파수 영역의 최솟값이 상위 주파수 영역의 최댓값보다 크면, 하위 주파수 영역을 상위 주파수 영역이 양(+)의 방향으로 쉬프트된 결과값으로 대체할 수 있다.
- [0012] 상기 프로세서는, 뇌 신호 특징값으로 학습된 분류기를 이용한 교차 평가(cross-validation), 분류기에 포함된 클래스들 각각의 뇌 신호 특징값의 상호 정보량(mutual information), 및 클래스들 각각의 뇌 신호 특징값의 거리에 따른 피셔 점수(Fisher's score) 중 적어도 하나를 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 산출할 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명의 제2 측면은, (a) 피검체로부터 측정된 뇌 신호를 획득한 후, 미리 설정된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출하는 단계; (b) 상기 뇌 신호 특징값을 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 순위화하는 단계; 및 (c) 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 하위 주파수 영역을, 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 미리 설정된 값만큼 쉬프트(shift)한 결과값으로 대체하는 단계;를 포함하는 BCI 장치의 동작 방법을 제공한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 제3 측면은, 상기한 제2 측면의 방법을 컴퓨터 상에서 수행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

- [0015] 기존의 움직임 의도인지 기술은, 피검체 별 특성에 관계없이 특정 주파수 대역만을 고려한다는 점에서 한계가 있었다. 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 단순히 특정 주파수 대역만을 고려하는 것이 아니라, 피검체에 적합한 주파수 대역을 탐색함으로써, 피검체에 보다 최적화된 움직임 의도인지 기술을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 BCI 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 1의 프로세서가 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정하는 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정하는 과정을 도시한 일례이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관

계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0019] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛, 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함한다. 또한, 1 개의 유닛이 2 개 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 2 개 이상의 유닛이 1 개의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다. 한편, '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, '~부'는 어드레싱 할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.
- [0020] 이하에서 언급되는 "BCI(Brain Computer Interface) 장치"는 컴퓨터나 휴대용 단말기로 구현될 수 있다. 여기서, 컴퓨터는 예를 들어, 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 의료 장치 등을 포함하고, 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 장치로서, 스마트폰, 태블릿 PC 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 장치를 포함할 수 있다. 또한, BCI 장치는 사용자(또는, 피검체)가 착용가능한 형태의 웨어러블 장치로 구현될 수도 있다. 또한, BCI 장치는 네트워크를 통해 서버나 타 단말에 접속할 수 있다. 여기서, "네트워크"는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN) 또는 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN) 등과 같은 유선 네트워크나 이동 통신망(mobile radio communication network) 또는 위성 통신망 등과 같은 모든 종류의 무선 네트워크로 구현될 수 있다.
- [0021] 또한, 이하에서 언급되는 "움직임 의도(motor imagery)"는 동작 상상, 움직임 상상, 동적 심상 등으로 지칭될 수 있다.
- [0022] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 BCI 장치(100)의 구성을 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따르는 BCI 장치(100)는 뇌 신호 측정부(110), 프로세서(120) 및 메모리(130)를 포함한다.
- [0024] 뇌 신호 측정부(110)는 피검체의 뇌 신호(즉, 뇌파)를 측정하는 적어도 하나 이상의 구성 요소로 구현될 수 있다. 예를 들어, 뇌 신호 측정부(110)는 피검체의 뇌파를 비침습적으로 감지하는 뇌전도(EEG, Electroencephalography) 장비 등일 수 있다.
- [0025] 뇌 신호 측정부(110)는 피검체의 움직임 의도에 의해 발현되는 뇌 신호를 피검체의 두피로부터 측정할 수 있다. 뇌 신호 측정부(110)는 측정된 뇌 신호에 대한 신호 처리 작업을 수행한 후, 신호 처리된 뇌 신호를 프로세서(120)로 제공할 수 있다.
- [0026] 메모리(130)는 BCI 장치(100)를 제어하기 위한 제어 프로그램을 저장한다. 또한, 메모리(130)는 피검체로부터 측정된 뇌 신호를 기초로 움직임 의도를 판단하는 움직임 의도인지 프로그램을 저장한다. 보다 구체적으로, 상기 프로그램은, 프로세서(120)를 제어하여 뇌 신호에 기초하여, 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정하는 하나 이상의 인스트럭션을 포함할 수 있다. 상기 프로그램은 프로세서(120)에 의해 독출되어 실행될 수 있다.
- [0027] 한편, 메모리(130)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭할 수 있다.
- [0028] 프로세서(120)는 적어도 하나의 프로세싱 유닛(CPU, micro-processor, DSP 등), RAM(Random Access Memory), ROM(Read-Only Memory) 등을 포함하여 구현될 수 있으며, 메모리(130)에 저장된 프로그램을 RAM으로 독출하여 적어도 하나의 프로세싱 유닛을 통해 실행할 수 있다. 한편, 실시예에 따라서 '프로세서'라는 용어는 '제어부', '컨트롤러', '연산 장치' 등의 용어와 동일한 의미로 해석될 수 있다.
- [0029] 이하, 도 2를 참조하여 프로세서(120)가 메모리(130)에 저장된 프로그램을 실행하여 피검체에 최적화된 주파수

영역을 결정하는 방법을 설명한다. 도 2를 참조하면, 먼저 뇌 신호 측정부(110)는 피검체의 뇌 신호를 측정한다(S110). 측정된 뇌 신호는 전처리 과정을 거친 후 프로세서(120)로 제공된다.

[0030] 이후, 프로세서(120)는 뇌 신호를 획득한 후, 미리 설정된 복수의 주파수 영역 각각에 대응하는 뇌 신호의 특징값을 추출한다(S120). 이때, 미리 설정된 복수의 주파수 영역은 표준 표준체를 대상으로 실험적으로 측정된 주파수 대역을 일정 간격으로 구분한 것일 수 있다. 예를 들어, 복수의 주파수 영역은, 1 내지 50 Hz 영역을 5 Hz 간격으로 구분한 것으로서, [1-5Hz, 6-10Hz, ..., 45-50Hz] 일 수 있다.

[0031] 프로세서(120)는 뇌 신호를 상기 복수의 주파수 영역으로 필터링(filtering)한다. 이어서, 프로세서(120)는 필터링된 뇌 신호의 주파수 파워값(frequency power)을 산출한다. 즉, 각 주파수 영역에 대응하는 뇌 신호의 특징값은, 각 주파수 영역으로 필터링된 뇌 신호의 파워값일 수 있다.

[0032] 다음으로, 프로세서(120)는 특징값을 기초로 각 주파수 영역의 분류 성능을 순위화한다(S130). 여기서, 각 주파수 영역의 분류 성능은, 분류기가 움직임 의도를 분류하는 분류 정확도를 의미할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(120)는 각 주파수 영역의 특징값을 이용하여 분류기를 학습하고 교차평가(Cross-validation)를 이용하여 분류 정확도를 산출할 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니며, 프로세서(120)는 분류기에 포함된 클래스들 각각의 특징값의 상호정보량(Mutual information)을 계산하거나, 클래스들 각각의 특징값의 거리에 따른 피셔 점수(Fisher's score)를 계산하여 분류 정확도를 산출할 수 있다.

[0033] 다음으로, 프로세서(120)는 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 적어도 하나의 하위 주파수 영역을, 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 미리 설정된 값만큼 쉬프트한 결과값으로 대체한다(S140). 미리 설정된 값은, 예를 들어, 각 주파수 영역 크기의 약 1/10 값일 수 있다. 즉, 각 주파수 영역이 5Hz 의 크기를 갖는 경우, 미리 설정된 값은 0.5Hz일 수 있다. 따라서, 가장 낮은 분류 성능을 갖는 주파수 영역이 [1-5Hz]이고 가장 높은 분류 성능을 갖는 주파수 영역이 [11-15Hz]인 경우, 상기 [1-5Hz] 영역은 [11.5-15.5Hz] 로 대체될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 프로세서(120)는 임의의 값으로 상위 주파수 영역을 쉬프트할 수 있다.

[0034] 또한, 위 설명에서는 프로세서(120)가 하위 주파수 영역을 대체하기 위해, 상위 주파수 영역을 양(+)의 방향으로 쉬프트하였으나, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 프로세서(120)는 음(-)의 방향으로 상위 주파수 영역을 쉬프트할 수도 있다. 프로세서(120)는 하위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 상기 상위 주파수 영역의 최솟값과 최댓값을 비교하고, 비교 결과에 따라 상위 주파수 영역을 양(+)의 방향으로 쉬프트하거나 음(-)의 방향으로 쉬프트할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(120)는 하위 주파수 영역의 최댓값이 상위 주파수 영역의 최솟값보다 작으면, 상위 주파수 영역이 음(-)의 방향으로 쉬프트된 값으로 해당 하위 주파수 영역을 대체하고, 반대로 하위 주파수 영역의 최솟값이 상위 주파수 영역의 최댓값보다 크면, 상위 주파수 영역이 양(+)의 방향으로 쉬프트된 값으로 해당 하위 주파수 영역을 대체할 수 있다. 예를 들어, 이 경우, 상기 [1-5Hz] 영역은 [11-15Hz]이 음(-)의 방향으로 쉬프트된 [10.5-14.5Hz] 영역으로 대체될 수 있다.

[0035] 한편, 프로세서(120)는 상위 주파수 영역의 분류 성능과 하위 주파수 영역의 분류 성능의 차이가 임계 범위 이내가 될 때까지, 상기한 S120 및 S140 과정을 반복 수행하여 복수의 주파수 영역을 반복 갱신한다. 이를 통해, 프로세서(120)는 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정할 수 있다. 즉, 프로세서(120)는 상위 주파수 영역의 분류 성능과 하위 주파수 영역의 분류 성능의 차이가 임계 범위 이내이면, 갱신된 주파수 영역 전체에 대응하는 뇌 신호 특징값을 산출한다. 이후, 프로세서(120)는 갱신된 주파수 영역 전체에 대응하는 특징값만을 이용하여 분류기를 생성함으로써, 피검체의 움직임 의도 인지 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 피검체 별로 최적화된 주파수 영역은 메모리(130)에 저장되어 반복 사용될 수 있다.

[0036] 한편, 위 설명에서는 도 1 및 도 2에서는 BCI 장치(100)가 뇌 신호 측정부를 포함하는 것으로 설명하였으나, 구현예에 따라 BCI 장치(100)는 뇌 신호 측정부와 별개의 장치로 구성될 수 있다. 이 경우, BCI 장치(100)는 유무선 네트워크(예컨대, 유선 케이블, 무선 통신 등)를 통해 뇌 신호 측정부에 의해 측정된 뇌 신호를 획득할 수 있다.

[0037] 도 3은 BCI 장치(100)가 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정하는 과정을 도시한 일례이다.

[0038] 도 3을 참조하면, 프로세서(120)는 1 내지 50Hz 영역을 5Hz 간격으로 구분한 제1 내지 제10 주파수 영역을 피검체에 적합한 영역으로 최적화한다. 구체적으로, 프로세서(120)는 각 주파수 영역에 대응하는 뇌 신호 특징값을 기준으로 산출된 분류 성능을 기준으로 임계값 이하의 분류 성능을 갖는 하위 주파수 영역과 가장 높은 분류 성능을 갖는 상위 주파수 영역을 추출한다. 예를 들어, 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 상위 주파수 영역은 [11-15Hz]이며, 하위 주파수 영역은 [1-5Hz]와 [46-50Hz]일 수 있다. 이에 따라, 프로세서(120)는 하위 주파수 영역

[1-5Hz]를 [10.5-14.5Hz] 영역으로 대체하고, 다른 하위 주파수 영역인 [46-50Hz]를 [11.5-15.5Hz] 영역으로 대체하여 주파수 영역을 갱신할 수 있다.

[0039] 이어서, 프로세서(120)는 상기한 과정을 반복하여, 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 상위 주파수 영역 [11-15Hz]와 하위 주파수 영역 [6-10Hz]과 [41-45Hz]를 추출할 수 있다. 이에 따라, 프로세서(120)는 반복하여 하위 주파수 영역 [6-10Hz]를 [10.5-14.5Hz] 영역으로 대체하고, [41-46Hz]를 [11.5-15.5Hz] 영역으로 대체할 수 있다.

[0040] 한편, 구현 예에 따라, BCI 장치(100)는 복수의 주파수 영역을 갱신할 때마다 상위 주파수 영역을 쉬프트하는 크기값을 조정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)는 복수의 주파수 영역을 갱신하는 횟수에 따라 서로 다른 값으로 상위 주파수 영역을 쉬프트할 수 있다. 예컨대, 도 3을 참조하면, 프로세서(120)는 상위 주파수 영역을 ' $0.5 \times i$ (x 는 미리 설정된 유리수이며, i 는 갱신 횟수)'만큼 쉬프트한 값으로 하위 주파수 영역을 대체할 수 있다. 즉, 프로세서(120)는 도 3(a)에서는 상위 주파수 영역을 '0.5' 값만큼 쉬프트하며, 도 3(b)에서는 ' $0.5 \times i$ ' 값만큼 쉬프트하고, 도 3(c)에서는 ' $0.5 \times i \times 2$ ' 값만큼 쉬프트할 수 있다.

[0041] 이와 같이, 개시된 실시예에 따른 BCI 장치(100)는 피검체에 최적화된 주파수 영역을 결정한 후, 이에 대응하는 분류기를 생성함으로써 피검체의 움직임 의도를 보다 정확하게 인지할 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0043] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

[0044] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0045] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0046] 100: BCI 장치

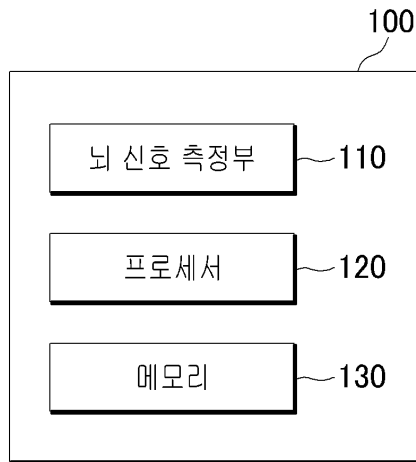
110 : 뇌 신호 측정부

120 : 프로세서

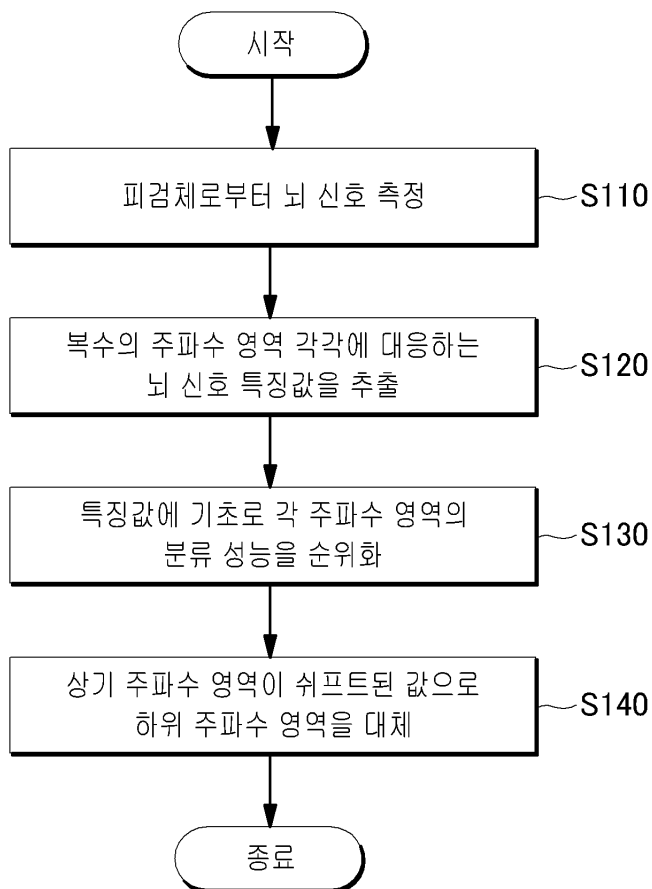
130 : 메모리

도면

도면1



도면2



도면3

