



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0103371
(43) 공개일자 2021년08월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 1/20 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/369 (2021.01) A61M 21/00 (2006.01)
A61N 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 1/20 (2013.01)
A61B 5/369 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0096987
(22) 출원일자 2020년08월03일
심사청구일자 2020년08월03일
(30) 우선권주장
1020200017831 2020년02월13일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
이민지
서울특별시 성북구 장월로1길 28, 115동 2203호 (상월곡동, 동아에코빌아파트)
칼라파토비치 에스피노자 제니퍼 카티우스카
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대학교 안암학사)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

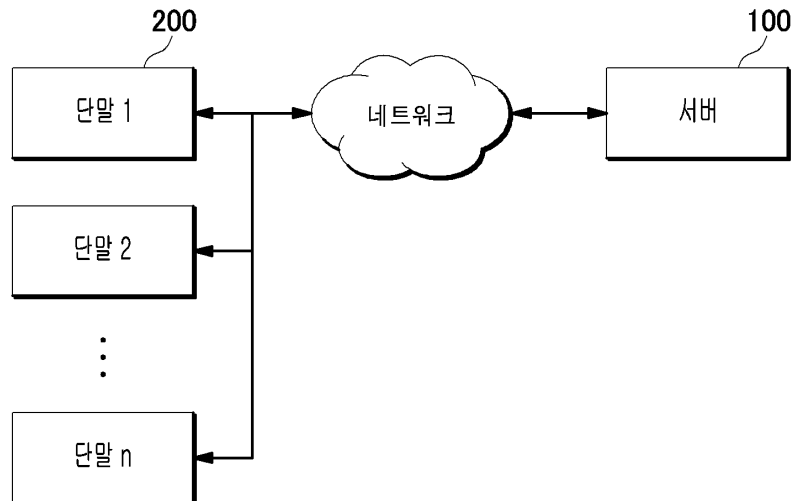
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법 및 서버

(57) 요약

본원의 일 측면에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법은 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 단말을 통해 제공하고, 단말로부터 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하고, 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하고, 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 단말을 통해 직류 자극을 제공한다. 기억 성능 예측 모델은 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/4064 (2021.01)
A61B 5/4836 (2021.08)
A61M 21/00 (2013.01)
A61N 1/0456 (2013.01)
A61M 2021/0072 (2013.01)
A61M 2205/054 (2013.01)
A61M 2230/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711102931
과제번호	2017-0-00451-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	SW컴퓨팅산업원천기술개발
연구과제명	(BCI-2세부) 딥러닝을 이용하여 사람의 의도를 인지하는 BCI 기반 뇌인지컴퓨팅 기
술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

서버에 의해 수행되는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법에 있어서,

- (a) 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 단말을 통해 제공하는 단계;
- (b) 상기 단말로부터 상기 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 상기 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하는 단계;
- (c) 상기 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하는 단계; 및
- (d) 상기 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 상기 단말을 통해 직류 자극을 제공하는 단계를 포함하는 것이고, 상기 기억 성능 예측 모델은 상기 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기억 과제는 뇌파를 유발하기 위한 단어들을 자극으로 제시하는 기억 부호화 과제를 포함하고, 상기 기억 부호화 과제에서 제시된 자극들과 새로운 단어들로 구성된 자극들을 포함하는 기억 복호화 과제를 포함하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전처리 프로세스는 뇌 신호 측정시 사용자의 움직임 및 주변 잡음을 포함하는 신호 잡음을 제거하는 단계를 포함하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 기억 메커니즘과 관련된 뇌파 특징을 추출하기 위해, 사건유발전위 (Event related potential, ERP), 공통공간패턴(Common Spatial Pattern, CSP) 또는 주성분 분석법(Principal Component Analysis, PCA) 중 하나 이상의 특징 추출 기법을 사용하는 단계를 더 포함하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 기억 성능 예측 모델은 상기 뇌신호 데이터 및 추출된 뇌파 특징에 기초하여, 상기 기억 부호화 과제에서 제시된 단어들에 대한 기억 여부를 예측하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 (d)단계는 상기 뇌신호 분석 결과에 따라 기억할 것으로 예측되는 단어가 기설정된 비율 이하인 경우 직류 자극(tDCS)을 제공하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 (d)단계는 상기 뇌신호 분석 결과에 따라 기억할 것으로 예측되는 단어가 기설정된 비율을 초과하는 경우 거짓 자극(sham)을 제공하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 (d)단계 이후, 상기 기억 과제의 수행 결과를 평가하고, 상기 평가 내용을 상기 기억 성능 예측 모델에 업데이트 하는 단계를 더 포함하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법.

청구항 9

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버에 있어서,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램이 저장된 메모리;

상기 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 상기 프로그램의 실행에 의해, 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 단말을 통해 제공하고, 상기 단말로부터 상기 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 상기 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하고, 상기 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하고, 상기 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 상기 단말을 통해 직류 자극을 제공하고,

상기 기억 성능 예측 모델은 상기 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 기억 과제는 뇌파를 유발하기 위한 단어들을 자극으로 제시하는 기억 부호화 과제를 포함하고, 상기 기억 부호화 과제에서 제시된 자극들과 새로운 단어들로 구성된 자극들을 포함하는 기억 복호화 과제를 포함하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 전처리 프로세스는 뇌 신호 측정시 사용자의 움직임 및 주변 잡음을 포함하는 신호 잡음을 제거하는 단계를 포함하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 프로세서는 기억 메커니즘과 관련된 뇌파 특징을 추출하기 위해, 사건유발전위 (Event related potential, ERP), 공통공간패턴(Common Spatial Pattern, CSP) 또는 주성분 분석법(Principal Component Analysis, PCA) 중 하나 이상의 특징 추출 기법을 사용하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 기억 성능 예측 모델은 상기 뇌신호 데이터 및 추출된 뇌파 특징에 기초하여, 상기 기억 부호화 과제에서 제시된 단어들에 대한 기억 여부를 예측하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 뇌신호 분석 결과에 따라 기억할 것으로 예측되는 단어가 기설정된 비율 이하인 경우 직류자극(tDCS)을 제공하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 뇌신호 분석 결과에 따라 기억할 것으로 예측되는 단어가 기설정된 비율을 초과하는 경우 거짓 자극(sham)을 제공하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 기억 과제의 수행 결과를 평가하고, 상기 평가 내용을 상기 기억 성능 예측 모델에 업데이트 하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버.

청구항 17

제 1 항에 따르는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 비일시적 컴퓨터 판독가능 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법 및 서버에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기억 부호화, 복호화 과제를 시행하는 동안 사용자의 뇌 상태를 확인한 뒤, 뇌 상태에 따라 경두개 직류자극(tDCS)을 통해서 인간의 기억력을 향상 시키는 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 기억은 자신이 경험한 다양한 정보를 뇌에 저장하는 인지 과정이다. 기억력 저하는 치매, 파킨슨 병 등 많은 질병과 연관되어 있으며, 우리의 삶의 질을 떨어뜨릴 수 있는 중요한 문제이다. 따라서 기억력을 향상시켜 기억 기능 장애를 극복할 뿐만 아니라 학습 효율성을 향상하는데 도움이 될 수 있는 기술이 필요하다.

[0003] 기존에는 기억 과정을 이해하기 위하여 주로 fMRI(functional magnetic resonance imaging)를 사용하였다. fMRI는 공간에 따른 뇌의 활성 영역 변화를 관찰하는 데는 효율적이지만, 시간 해상도가 낮기 때문에 시간에 따른 뇌의 활성 영역 변화를 관찰하는 연구에는 비효율적이다. 따라서 시간에 따른 뇌의 활성 영역 변화를 관찰하는 경우에는 EEG(Electroencephalogram)가 더 효율적인 것으로 알려져 있다. 한편 EEG를 사용한 기존 연구는 다양한 주파수 대역에서 대역 전력을 비교하고, 정성적 분석을 수행하였지만, 복호화 과제 수행 중의 기억 여부 분류에서 낮은 정확도를 보였다.

[0004] 기억력을 향상시키기 위한 방법으로는 경두개 직류자극(transcranial direct current stimulation; tDCS)이나 경두개 자기자극(transcranial magnetic stimulation; TMS)처럼 직접 뇌에 비침습적 자극을 주거나, 뉴로피드백(Neurofeedback)을 통해 뇌의 활성을 변화시키는 방법이 있다. 특히, 뉴로피드백은 사용자로부터 측정된 뇌 신호를 원하는 방향으로 변화시키는 과정으로, 뇌 신호의 변화만으로는 기억력을 향상시킬 수 없어 결과가 항상 긍정적인 것은 아니다. tDCS는 직류 자극을 이용하여 뇌 메커니즘을 변화시키는 것이고, TMS는 자기 자극을 이용하여 뇌 메커니즘을 변화시키는 것이다. 기존 tDCS와 TMS 자극의 경우, 사용자의 상태를 고려하지 않고 자극이 주어지며, 이로 인해 기억력이 오히려 감소하기도 한 바 있다. 이는 이미 기억을 잘 할 수 있는 사람에게 자극이 주어질 경우 오히려 기억 과정을 방해할 수 있기 때문이다. 또한 TMS 자극은 뇌의 특정 위치에 정확히 자극하는 것이 어렵다. 그 이유는 사용자가 몸을 움직일 경우 뇌의 위치가 변하기 때문에 특정 위치만을 자극하는 것이 어렵기 때문이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제 10-1297134호 (발명의 명칭: 스마트폰을 이용한 기억력 향상 훈련 방법 및 기억력 향상 훈련용 소프트웨어가 기록된 기록매체)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 제공된 기억 과제를 수행하는 동안 뇌 신호를 측정 분석하고, 이에 따른 자극을 제공하여 기억 인지 능력을 향상시키는 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [0007] 본 발명은 기억 과제를 수행하면서 측정된 뇌파를 분석하여, 대상 뇌 상태가 기억할 가능성이 높은지 잊혀질 가능성이 높은지를 예측하고, 예측 결과에 따라 선택적으로 적절한 경우개 직류자극을 제공할 수 있다.
- [0008] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 개시의 제 1측면에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법은 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 단말을 통해 제공하는 단계; 단말로부터 상기 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 상기 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하는 단계; 상기 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 상기 단말을 통해 직류 자극을 제공하는 단계를 포함한다. 상기 기억 성능 예측 모델은 상기 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것이다.
- [0010] 또한, 본 개시의 제 2 측면에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램이 저장된 메모리; 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함한다. 프로세서는 프로그램의 실행에 의해, 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 단말을 통해 제공하고, 단말로부터 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하고, 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하고, 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 단말을 통해 직류 자극을 제공한다. 기억 성능 예측 모델은 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것이다.

발명의 효과

- [0011] 전술한 본원의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 학습된 모델을 통해 기억 과제를 수행하는 동안 해당 과제의 기억 여부를 예측할 수 있다.
- [0012] 본 발명은 제공된 자극에 따라 기억력이 향상되는지를 평가하고 이를 학습 모델에 반영하여 학습 모델의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 분석된 뇌파 특성에 따라 실제 자극 또는 가짜 자극을 제공하여, 뇌 상태에 따라 더 효율적인 방법으로 자극을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 단말의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법의 진행 단계를 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분

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

- [0016] 본원 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.
- [0017] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 “상에” 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0018] 뇌-컴퓨터 인터페이스란 전극을 통해 뇌 신호를 감지해 외부 기기를 제어하는 기술로써, 주로 뇌의 전기적 활동으로 생성되는 뇌 신호를 감지해서 사용자의 의도를 인식하는 기술을 말한다. 또한 기억력 과제와 관련하여 기억 부호화 과제란 새로운 기억이 생성되며 주어지는 정보가 뇌 안에 저장되는 과정을 말한다. 복호화 과제란 뇌에 저장된 과거의 정보를 활용해 주어진 과제를 해결하는 것을 말한다. 따라서 본 발명은 기억력을 증진시키기 위하여 부호화 과제를 할 때 측정된 뇌파를 이용하여 추후에 자극을 주었을 때 얼마나 잘 복호화 할 수 있는지 (이전 과제를 통해 얻은 정보를 잘 기억할 수 있는지 잊을 것인지) 예측하는 과정을 포함한다.
- [0019] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0021] 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법은 서버(100) 또는 단말(200)에서 실시될 수 있다. 단말(200)에 포함된 디스플레이(240)를 통해 사용자에게 기억 과제를 제공할 수 있으며, 단말(200)과 별도의 PC, 태블릿 PC, 랩탑, 모바일 단말 등의 장치를 통해 기억 과제를 제공하는 것도 가능하다. 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법에서 뇌신호 수집 및 직류 자극 제공은 단말(200)에서 이루어질 수 있다. 서버(100)는 수집된 뇌신호 데이터를 분석할 수 있다. 이때, 서버(100)는 인공신경망 기반의 기억 성능 예측 모델을 포함할 수 있다. 기억 성능 예측 모델은 기억을 잘 할 수 있는지 예측하기 위해서 선형판별분석법(Linear Discriminant Analysis, LDA), 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN), 순환 신경망(Recurrent Neural Networks, RNN)과 같은 딥러닝(Deep Learning) 모델을 이용하여 기억 복호화 과제의 성능을 예측할 수 있다.
- [0022] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0023] 도시된 바와 같이 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버(100)는 통신 모듈(110), 메모리(120), 프로세서(130), 데이터베이스(140) 및 입력모듈(150)을 포함할 수 있다.
- [0024] 통신모듈(110)은 접속된 단말(200)과 데이터를 송수신할 수 있다. 통신모듈(110)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치일 수 있다.
- [0025] 메모리(120)에는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램이 저장된다. 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램은 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 제공하고, 단말로부터 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하고, 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하고, 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 단말을 통해 직류 자극을 제공한다.
- [0026] 기억 성능 예측 모델은 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것이다.
- [0027] 이러한 메모리(120)에는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 서버(100)의 구동을 위한 운영 체제나 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램의 실행 과정에서 발생하는 여러 종류가 데이터가 저장된다.
- [0028] 이때, 메모리(120)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다.
- [0029] 또한, 메모리(120)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(120)는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0030] 프로세서(130)는 메모리(120)에 저장된 프로그램을 실행하되, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램의 실행에 따르는 전체 과정을 제어한다. 프로세서(130)가 수행하는 각각의 동작에 대해서는 추후 보다 상세히

살펴보기로 한다.

- [0031] 이러한 프로세서(130)는 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 데이터베이스(140)는 프로세서(130)의 제어에 따라, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 시스템에 필요한 데이터를 저장 또는 제공한다. 이러한 데이터베이스(140)는 메모리(120)와는 별도의 구성 요소로서 포함되거나, 또는 메모리(120)의 일부 영역에 구축될 수도 있다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 단말의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0034] 도시된 바와 같이 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 단말(200)은 통신 모듈(210), 메모리(220), 프로세서(230), 디스플레이(240), 뇌파 측정 모듈(250) 및 자극 제공 모듈(260)을 포함할 수 있다.
- [0035] 통신모듈(210)은 접속된 서버(100)와 데이터를 송수신할 수 있다. 통신모듈(210)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치일 수 있다.
- [0036] 메모리(220)에는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램이 저장된다. 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램은 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 제공하고, 단말로부터 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성하고, 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성하고, 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 단말을 통해 직류 자극을 제공한다. 기억 성능 예측 모델은 뇌신호 데이터를 입력으로 인공신경망을 통해 학습되어 기억 여부를 예측하는 것이다.
- [0037] 이러한 메모리(220)에는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 단말(100)의 구동을 위한 운영 체제나 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램의 실행 과정에서 발생하는 여러 종류가 데이터가 저장된다.
- [0038] 이때, 메모리(220)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다.
- [0039] 또한, 메모리(220)는 프로세서(230)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(220)는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] 프로세서(230)는 메모리(220)에 저장된 프로그램을 실행하되, 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 프로그램의 실행에 따르는 전체 과정을 제어한다.
- [0041] 이러한 프로세서(230)는 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0042] 디스플레이(240)는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법에서 기억 과제를 표시하기 위한 장치이며, 기억 과제 외에 뇌파 측정 및 분석 데이터를 표시하는 것도 가능하다.
- [0043] 뇌파 측정 모듈(250)은 사용자가 기억 부호화 및 복호화 과제를 시행하는 동안 뇌파를 측정하여 디지털 신호로 변환하고 메모리에 저장할 수 있다. 뇌파 측정 모듈(250)로는 시간에 따른 뇌의 활성 영역 변화를 관찰하기 위한 EEG(Electroencephalogram) 장치의 형태로 구현될 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 자극 제공 모듈(260)은 사용자의 두피 특정 부위에 전극을 부착하여 자극을 제공할 수 있다. 자극은 경두개 직류자극(tDCS: transcranial direct current stimulation)이 제공될 수 있다. tDCS는 직류 자극을 이용하여 뇌

메커니즘을 변화시키는 것으로, 장비가 작아 실용성이 높다.

- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 기억력 향상 방법의 진행 단계를 나타낸 흐름도이다.
- [0046] 프로세서(130)는 사용자의 뇌파를 유발하고 측정하기 위한 기억 과제를 제공한다(S110). 기억 과제는 뇌파를 유발하기 위한 단어들을 자극으로 제시하는 기억 부호화 과제를 포함하고, 상기 기억 부호화 과제에서 제시된 자극들과 새로운 단어들로 구성된 자극들을 포함하는 기억 복호화 과제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0047] 프로세서(130)는 뇌파를 유발하기 위하여 사용자에게 기억 부호화(인코딩) 및 복호화(디코딩) 과제를 제공한다. 예를 들어 부호화 과제에서는 디스플레이에 자극들이 제시된다. 부호화 과제에서는 화면에 기억 과제의 준비를 알리는 십자가 표시가 0.75초간 제공될 수 있다. 십자가 표시가 화면에서 사라지고 검정색 화면만이 남는 즉시 사용자는 기억 과제를 수행하게 된다. 과제의 시작과 동시에 모니터에 2초 동안 자극(예: 단어)이 제시되며 사용자는 이를 응시한다.
- [0048] 복호화 과제에서는 부호화 과제에서 제시된 자극과 새로운 자극들이 결합되어 제시되고 사용자는 키보드를 사용하여 1~4의 척도에서 신뢰 수준을 할당하는데, 이는 새롭게 제시된 자극인지 부호화 과제에서 보았던 자극인지를 구분하는 것을 의미한다(1은 자극이 새롭게 제시된 자극을 의미하고 4는 이전에 제시되었던 자극을 의미한다). 다시 말해, 부호화 과제는 기억과제에서 단어 등을 제시해주는 단계를 말하고, 복호화 과제는 부호화 과제에서 제시한 단어를 잘 기억하고 있는지 확인하는 단계를 말한다.
- [0049] 프로세서(130)는 단말로부터 상기 기억 과제를 수행하는 중 측정된 뇌신호를 수집하고, 상기 수집된 뇌신호에 전처리 프로세스를 적용하여 뇌신호 데이터를 생성한다(S120).
- [0050] 프로세서(130)는 뇌 신호를 측정하는 경우 기억 부호화 및 복호화 과제를 시행하는 동안 뇌파를 측정하여 디지털 신호로 변환하고 메모리에 저장한다. 뇌파를 측정하는 경우 시간에 따른 뇌의 활성 영역 변화를 관찰하기 위해 EEG(Electroencephalogram)를 사용할 수 있다.
- [0051] 전처리 프로세스는 뇌 신호 측정시 사용자의 움직임 및 주변 잡음을 포함하는 신호 잡음을 제거하는 것일 수 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 측정된 뇌파의 주변의 잡음, 전원 DC 잡음의 영향, 머리 및 안구의 움직임 및 눈 깜빡임 등을 최소화하기 위하여 0.5~50 Hz 대역으로 주파수 필터링할 수 있다. 프로세서(130)는 측정된 뇌파 데이터 필터링 후 뇌파를 1초 간격의 예폭으로 지정하고(자극을 제공하기전에), 신호의 기본적인 주파수(세타파, 알파파, 베타파, 감마파) 대역에 맞는 필터링을 적용할 수 있다.
- [0052] 프로세서(130)는 상기 뇌신호 데이터를 기초로 기억 성능 예측 모델을 통해 뇌파 특징을 추출하고 기억 여부를 예측하여 뇌신호 분석 결과를 생성한다(S130).
- [0053] 프로세서(130)는 기억 메커니즘과 관련된 뇌파 특징을 추출하기 위해, 사건유발전위 (Event related potential, ERP), 공통공간패턴(Common Spatial Pattern, CSP) 또는 주성분 분석법(Principal Component Analysis, PCA) 중 하나 이상의 특징 추출 기법을 사용할 수 있다.
- [0054] 프로세서(130)는 기억 과제 중 부호화 과정에서 전두엽 피질에 tDCS 적용여부를 결정하기 위해 복호화 과제의 성능을 예측할 수 있다. 프로세서(130)는 사건유발전위 (Event related potential, ERP), 공통공간패턴(Common Spatial Pattern, CSP), 주성분 분석법(Principal Component Analysis, PCA)등의 특징 추출 기법을 통하여 기억 메커니즘과 관련된 뇌의 패턴 변화를 가지는 특징을 추출한다.
- [0055] 기억 성능 예측 모델은 선형관별분석법(LDA), 서포트 벡터 머신, 합성곱 신경망(CNN) 등의 다양한 머신 러닝 방법을 통하여 기억을 잘 할 수 있는지와, 뇌 상태 특성을 반영한 뇌파 특징 사이의 상관관계를 도출할 수 있다.
- [0056] 기억 여부와 관련하여, 제공된 자극이 복호화 작업 중에 잊혀지거나 기억되는 경우에 따라 서로 다른 주파수 대역의 뇌 신호가 변화할 수 있다. 따라서 뇌 신호가 합성곱신경망의 입력으로 들어가면 이 뇌신호가 다른 주파수 대역으로 나뉘면서 어떤 자극이 기억되거나 잊혀졌지를 예측할 수 있다. 합성곱신경망은 하나의 컨볼루션 레이어(Convolution layer)와 하나의 완전 연결 레이어(Fully-connected layer)로 구성되어 있으며 입력으로 들어온 뇌 신호에서 시간적 특징뿐만 아니라 공간적, 스펙트럼적 특징도 추출할 수 있다.
- [0057] 프로세서(130)는 상기 생성된 뇌신호 분석 결과에 따라 상기 단말을 통해 직류 자극을 제공한다(S140).
- [0058] 프로세서(130)는 뇌신호 분석 결과에 따라 기억할 것으로 예측되는 단어가 기설정된 비율 이하인 경우 직류자극(tDCS)을 제공하고, 기억할 것으로 예측되는 단어가 기설정된 비율을 초과하는 경우 거짓 자극(sham)을 제공할

수 있다.

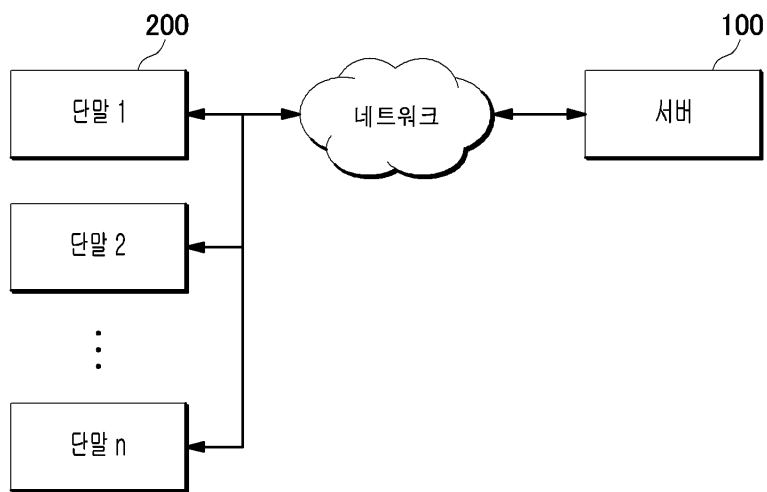
- [0059] 예를 들어, 기억력이 낮을 것으로 예측되는 사용자에게는 tDCS를 이마 부위에 음극, 전두엽에 양극을 부착하여 10분 동안 2mA 이하의 직류전류 자극을 주고, 기억력이 높을 것으로 예측되는 사용자에게는 거짓 자극(sham)으로서 tDCS와 동일한 부착 부위에 첫 10초 동안만 0.5mA의 자극을 줄 수 있다.
- [0060] 프로세서(130)는 기억 과제의 수행 결과를 평가하고, 평가 내용을 기억 성능 예측 모델에 업데이트 할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 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.
- [0062] 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.
- [0063] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 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.
- [0064] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

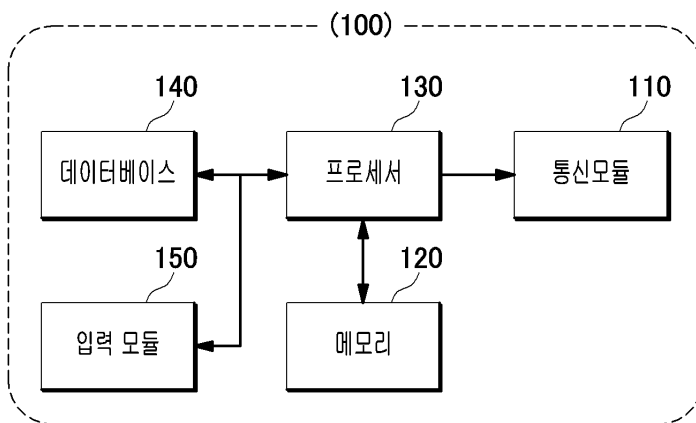
- [0065] 100: 서버
- 110: 통신 모듈
- 120: 메모리
- 130: 프로세서
- 140: 데이터베이스
- 150: 입력모듈
- 200: 단말
- 210: 통신 모듈
- 220: 메모리
- 230: 프로세서
- 240: 디스플레이
- 250: 뇌파 측정 모듈
- 260: 자극 제공 모듈

도면

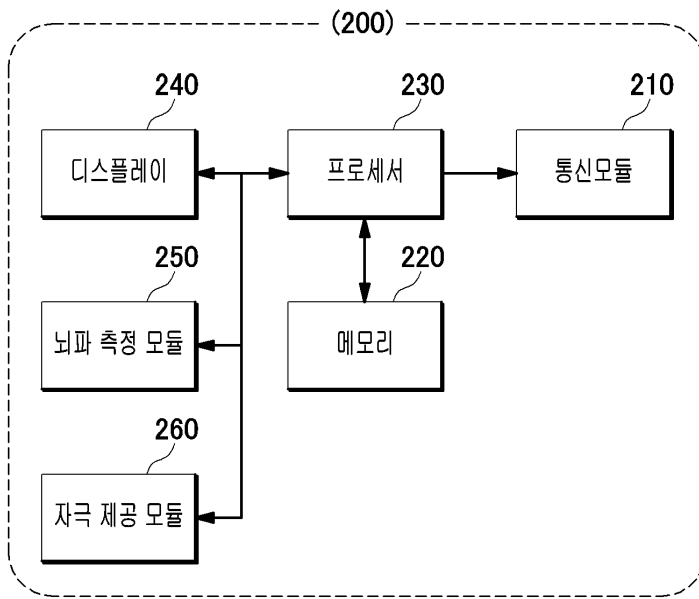
도면1



도면2



도면3



도면4

