(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0062549
(43) 공개일자 2021년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) *A61B 5/24* (2021.01)
G06F 3/023 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/015 (2013.01)
A61B 5/30 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0083070
(22) 출원일자 2020년07월06일
심사청구일자 2020년07월06일
(30) 우선권주장
1020190150577 2019년11월21일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
한동균
서울특별시 노원구 공릉로20길 16, 302호 (공릉동, 진흥빌라)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 8 항

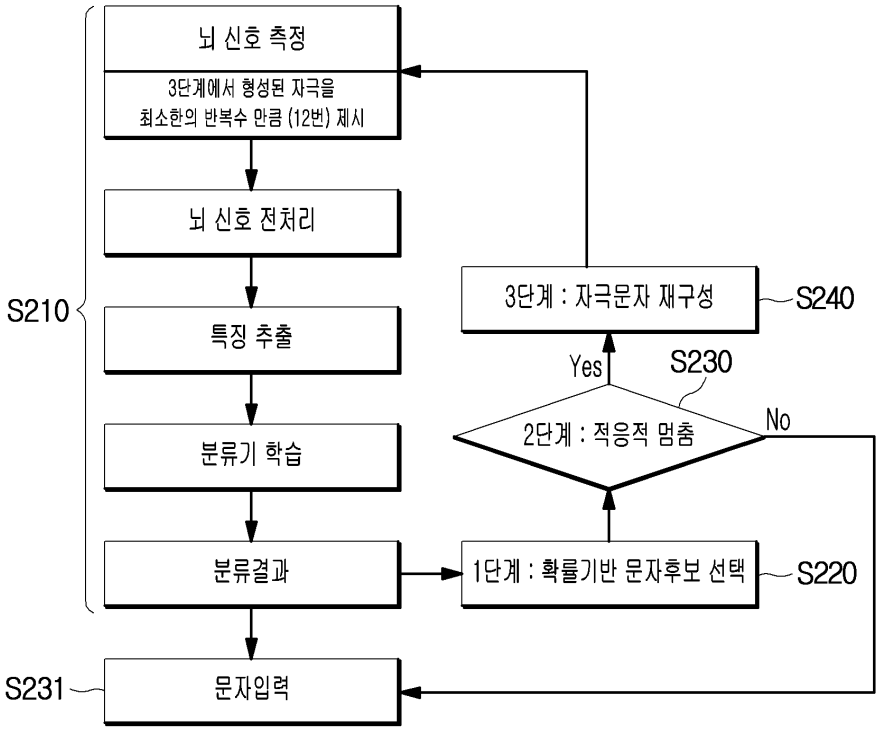
(54) 발명의 명칭 **확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따르는 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치는 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 수행하기 위한 프로그램이 저장된 메모리; 및 프로그램을 수행하는 프로세서;를 포함하며, 프로세서는, 프로그램의 실행에 따라 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



룹을 소정의 자극수로 제시하되, 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 제1과정, 검출된 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 임의의 문자를 시각자극 그룹에서 제외하고, 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택하는 제2과정, 기설정된 동적 멈춤 기준(Dynamic stopping criterion)에 따라 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정하는 제3과정, 및 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치한 후, 피측정자에게 제공하는 제4과정을 수행하되, 제3 과정에서 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, 제1과정 내지 제4과정은 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정한다.

(52) CPC특허분류
G06F 3/0233 (2013.01)

(72) 발명자
서승표
서울특별시 영등포구 도림로 313, 라동 704호 (신길동, 건영아파트)

정지훈
서울특별시 성북구 보문로25길 25, 402호 (보문동2가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711080977
과제번호	2015-0-00185-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	(SW 스타랩)이동 환경에서 뇌-컴퓨터 인터페이스를 위한 지능형 패턴인식 소프트웨어 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711080898
과제번호	2017-0-00451-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	딥러닝을 이용하여 사람의 의도를 인지하는 BCI 기반 뇌인지컴퓨팅 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치에 있어서,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 수행하기 위한 프로그램이 저장된 메모리; 및

상기 프로그램을 수행하는 프로세서;를 포함하며,

상기 프로세서는, 상기 프로그램의 실행에 따라 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 제시하되, 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 제1과정,

상기 검출된 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 상기 임의의 문자를 상기 시각자극 그룹에서 제외하고, 상기 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택하는 제2과정,

기설정된 동적 멈춤 기준(Dynamic stopping criterion)에 따라 상기 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정하는 제3과정, 및

상기 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 상기 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 상기 후보문자 그룹을 재배치한 후, 상기 피측정자에게 제공하는 제4과정을 수행하되,

상기 제3 과정에서 상기 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, 상기 제1과정 내지 상기 제4과정은 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 뇌 신호 분석부는

상기 측정된 뇌 신호를 전처리 및 특징 추출을 수행한 후 분류기 학습을 통해 분류 결과값을 정규화하고, 상기 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 후보문자 선택부는

모든 문자들의 확률값을 내림차순으로 나열하고, 상기 각 문자의 확률값이 높은 순에서 낮은 순으로 순차적으로 더하여, 그 합이 임계값 보다 작거나 같아지는 지점까지의 범위 내에 속하는 문자를 상기 후보문자 그룹으로 선택하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 자극문자 재구성부는

상기 선택된 후보문자 그룹을 6개의 문자 배열로 나누고, 각 문자 배열을 서로 다른 상기 플래시 그룹에 각각 배치하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치.

청구항 5

컴퓨터 장치에 의해 수행되는, 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법에 있어서,

(a) 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 제시하되, 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 단계;

(b) 상기 검출된 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 상기 임의의 문자를 상기 시각자극 그룹에서 제외하고, 상기 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택하는 단계;

(c) 기설정된 동적 멈춤 기준(Dynamic stopping criterion)에 따라 상기 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정하는 단계; 및

(d) 상기 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 상기 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 상기 후보문자 그룹을 재배치한 후, 상기 피측정자에게 제공하는 단계를 포함하되,

상기 (c) 단계에서 상기 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, 상기 (a) 단계 내지 (d) 단계는 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 (a) 단계는

상기 측정된 뇌 신호를 전처리 및 특징 추출을 수행한 후 분류기 학습을 통해 분류 결과값을 정규화하고, 상기 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 (b) 단계는

모든 문자들의 확률값을 내림차순으로 나열하고, 상기 각 문자의 확률값이 높은 순에서 낮은 순으로 순차적으로 더하여, 그 합이 임계값 보다 작거나 같아지는 지점까지의 범위 내에 속하는 문자를 상기 후보문자 그룹으로 선택하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 (d) 단계는

상기 선택된 후보문자 그룹을 6개의 문자 배열로 나누고, 각 문자 배열을 서로 다른 상기 플래시 그룹에 각각 배치하는 것인,

뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)는 인간의 두뇌와 기계간의 연결을 통하여, 직접적인 신체의 움직임 없이 외부기기를 제어하는 인터페이스 체계이다.

[0003] 한편, BCI를 이용하여 키보드 및 마우스와 같은 문자 입력 인터페이스를 대체하여 의사 소통 수단을 제공하는 방법으로서 BCI 기반의 스펠러(즉, 문자 입력기)가 있다. 일반적으로 BCI 스펠러는 모니터 등에 여러 글자를 출력해 놓고 각 글자에 대응하여 특정한 시각 자극이 발생하는 형태로 구성된다. 이때, 사용자는 타이핑하고자 하는 글자를 응시하게 되며, 해당 글자에 대해 발현된 시각 자극에 반응하는 사용자의 뇌 신호를 분석함으로써 사용자가 입력하고자 하는 글자를 파악할 수 있다.

[0004] 이러한 BCI 기술은 다양한 종류의 패러다임에 따라 유발되는 뇌파를 활용하여 외부기기를 제어한다. 뇌 신호는 뇌의 활동에 따른 전기적 신호를 이용하는 뇌전도(Electroencephalography, EEG), 함께 유발되는 자기적 신호를 이용하는 뇌자도(Magnetoencephalography, MEG), 혈중 산소포화도의 변화를 이용하는 기능적 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI) 또는 근적외선 분광장치(Near-Infrared Spectroscopy, NIRS) 등 여러 방식을 통해 얻을 수 있는데 이중 EEG 신호는 시간 분해능이 뛰어나고 신호를 측정하기 위한 장치가 저렴하며 휴대 가능하다는 장점이 있기 때문에 EEG 신호가 BCI의 신호원으로 많이 사용되고 있다.

[0005] 일반적으로 EEG에 따른 뇌파 유발 방법은 대표적으로 동작 상상(Motor Imagery, MI), 안정-상태 시각 유발 전위(Steady-State Visual Evoked Potential, SSVEP), 사건 관련 전위(Event-Related Potential, ERP)가 있다.

[0006] MI는 각 부위(예: 오른손, 왼손, 발, 등) 움직임을 상상하는 동안 특정 주파수 영역에서 뮤 밴드(mu-band)파(8~13Hz)와 베타 밴드(beta-band)파(18~25Hz)) 뇌 신호의 진폭 변화를 관찰 할 수 있다. 대표적 특징으로는 ERD(Event-Related Desynchronization) 및 ERS(Event-Related Synchronization)가 있다. ERD는 움직임을 의도하거나 상상할 때 감각 운동 피질(Sensorimotor cortex)에서 뮤 밴드파가 일시적으로 감소하는 현상을 말하며, ERS는 움직임 후에 베타 밴드파가 일시적으로 증가하는 현상을 말한다.

[0007] SSVEP는 사용자가 특정 주파수로 깜빡이는 시각 자극을 응시할 때, 해당 특정 주파수(3.5~75Hz)가 뇌에 투영되어 유발되는 뇌 신호 특징이다. 즉, SSVEP는 주파수적 특징을 지니고 있는 뇌파 신호이다.

[0008] ERP는 사용자가 집중하는 특정 자극이 제시될 때, 해당 자극에 대해 반응하여 나타난 뇌 신호 특징을 의미한다. ERP 같은 경우는 일정 시간 간격으로 특정한 시각/청각/촉각 자극을 제시하고 이때 뇌가 자극을 인지한 시점을 기준으로 몇 밀리 세컨드 이후에 두드러지는 음값 또는 양값의 전기적 신호가 나타나는가에 따라 N100, N200, P300 등으로 표현한다. 그중에서도 300ms 이후에 발생하는 양값의 특징적인 뇌 신호를 주로 이용하며, 이 신호는 P300 이라고 한다. 즉, ERP는 시간적 특징을 가지고 있는 뇌파 신호이다. P300은 ERP의 특징적인 구성성분 피크(peak)들 중에서도 명료한 신호이기 때문에, 높은 인식률을 확보하며, 문자입력 시스템에 이 신호가 활용되는 경우가 많다. SSVEP를 활용한 문자입력 시스템 또한 높은 인식률을 확보 할 수 있으나 심대한 눈의 피로와 간질을 일으킬 수도 있다는 점 때문에 실용적으로 활용되기 어렵다.

[0009] 이와 관련하여, 기존의 ERP 기반 문자입력 시스템으로서, 한국 특허등록 제 10-1402878호(발명의 명칭: 사건관련전위를 이용한 문자입력장치 및 그 제어방법)는 행-열 패러다임(Row-column paradigm) 또는 미리 만들어 놓은 의사랜덤(Pseudo-random) 순서에 따라, 미리 정해 놓은 수만큼 사용자에게 자극을 제시한다. 또한 기본적인 문자입력 시스템을 개선하기 위해 인지심리학적 또는 신경생리학적 근거를 바탕으로 사용자가 자극에 더 잘 반응하여 자극에 대한 반응으로써 얻어지는 ERP 신호를 더 명료하게 만드는 것에 초점이 맞추어져있다. 종래 기술의 개선에도 불구하고 뇌파의 비정상성(Non-stationarity) 때문에, 신뢰할만한 인식률을 얻기 위해서 여전히 여러

번의 자극을 반복하여 얻은 뇌파가 요구된다.

[0010] 즉, 뇌파의 비정상성(non-stationarity) 때문에 하나의 글자를 입력하기 위해 충분한 수의 자극을 반복하지 않으면 뇌파의 분석결과를 신뢰하기 어렵다는 문제가 있다. 따라서 ERP 문자입력 시스템은 믿을만한 성능을 확보하기 위해서, 사용자에게 여러번의 자극을 제시하고 그 자극을 준 시점들을 기준으로 조각내어 평균낸 뇌파 데이터를 분석하여 사용자가 어떤 글자를 집중해서 보고 있었는지 예측한다. 그러나 여러번의 자극을 제시하여 데이터를 모으는 과정은 긴 시간이 소요되고 이로인해 사용자의 피로도 또한 증가한다는 문제가 있다. 이와 같은 문제는 ERP 기반 문자입력 시스템의 속도를 저하시키고, 결과적으로 시스템이 대중적이고 실용적이기 어렵게 하는 한계점을 가진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 최소한의 자극을 반복할 때마다 갱신된 분류기 결과를 기반으로 최적화된 자극을 사용자에게 제시하는 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용하여, ERP 기반 문자입력 시스템이 정답인 글자(타겟 문자)를 빠르게 구분해 낼 수 있게 하며 동시에 시스템의 높은 인식률을 유지하는 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르는, 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치는 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 수행하기 위한 프로그램이 저장된 메모리; 및 프로그램을 수행하는 프로세서;를 포함하며, 프로세서는, 프로그램의 실행에 따라 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 제시하되, 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 제1과정, 검출된 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 임의의 문자를 시각자극 그룹에서 제외하고, 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택하는 제2과정, 기설정된 동적 멈춤 기준(Dynamic stopping criterion)에 따라 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정하는 제3과정, 및 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치한 후, 피측정자에게 제공하는 제4과정을 수행하되, 제3 과정에서 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, 제1과정 내지 제4과정은 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정한다.

[0013] 뇌 신호 분석부는 측정된 뇌 신호를 전처리 및 특징 추출을 수행한 후 분류기 학습을 통해 분류 결과값을 정규화하고, 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출한다.

[0014] 후보문자 선택부는 모든 문자들의 확률값을 내림차순으로 나열하고, 각 문자의 확률값이 높은 순에서 낮은 순으로 순차적으로 더하여, 그 합이 임계값 보다 작거나 같아지는 지점까지의 범위 내에 속하는 문자를 후보문자 그룹으로 선택한다.

[0015] 자극문자 재구성부는 선택된 후보문자 그룹을 6개의 문자 배열로 나누고, 각 문자 배열을 서로 다른 플래시 그룹에 각각 배치한다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예에 따르는, 컴퓨터 장치에 의해 수행되는, 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법은 (a) 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 제시하되, 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 단계; (b) 검출된 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 임의의 문자를 시각자극 그룹에서 제외하고, 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택하는 단계; (c) 기설정된 동적 멈춤 기준(Dynamic stopping criterion)에 따라 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정하는 단계; 및 (d) 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치한 후, 피측정자에게 제공하는 단계를 포함하되, (c) 단계에서 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, (a) 단계 내지 (d) 단계는 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정한다.

[0017] (a) 단계는 측정된 뇌 신호를 전처리 및 특징 추출을 수행한 후 분류기 학습을 통해 분류 결과값을 정규화하고, 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출한다.

[0018] (b) 단계는 모든 문자들의 확률값을 내림차순으로 나열하고, 각 문자의 확률값이 높은 순에서 낮은 순으로 순차

적으로 더하여, 그 합이 임계값 보다 작거나 같아지는 지점까지의 범위 내에 속하는 문자를 후보문자 그룹으로 선택한다.

[0019] (d) 단계는 선택된 후보문자 그룹을 6개의 문자 배열로 나누고, 각 문자 배열을 서로 다른 플래시 그룹에 각각 배치한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은 사용자에게 최적화된 자극을 제시할 수 있다. 즉, 뇌파 데이터를 전부 모은 후 분석을 진행하는 방법과는 달리, 최소한의 뇌파 데이터를 모을 때마다 분석하며 실시간 분석 결과에 기반하여 정답일 확률(타겟 문자일 확률)이 낮은 글자들을 앞으로 보여줄 자극의 후보군에서 제외할 수 있다.

[0021] 또한, 정답일 확률이 매우 높은 글자들은 서로 다른 플래시 그룹(flash groups)에 배치하고 그 플래시 그룹을 나누어 사용자에게 자극으로서 보여줄 수 있다. 이에 따라, 사용자가 정답일 확률이 높아서 최상위권에서 경쟁하는 몇몇 글자들을 짧은 시간 내에 구분 할 수 있게 해준다.

[0022] 더불어, 상기 과정을 반복 수행함에 따라 특정 글자가 정답일 확률이 매우 높아지면, 미리 설정한 동적 멈춤 기준에 따라 동적으로 멈추고 최종 결과(타겟 문자)를 출력함으로써, 문자입력 속도를 높일 수 있다. 이는 BCI 문자입력 기술이 느리다는 단점을 보완하며, BCI 문자입력 기술의 대중성을 크게 향상 시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자입력 장치의 구조도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자입력 장치에 의한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화를 통해 재배치되는 플래시 그룹의 일례를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자입력 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 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 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 이하에서 언급되는 "뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치"는 네트워크를 통해 서버나 타 단말에 접속할 수 있는 컴퓨터나 휴대용 단말기로 구현될 수 있다. 여기서, 컴퓨터는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop) 등을 포함하고, 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, 각종 이동 통신 기반 단말, 스마트폰, 태블릿 PC 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치를 포함할 수 있다. 또한, "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.

[0028] 이하, 본 발명의 일 실시예에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치의 구조도이다.

[0030] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치에 의한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0031] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화를 통해 재배치되는 플래시 그룹의 일례를 나타낸 도면이다.

[0032] 이하에서는 설명의 편의상 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 장치(200)를 '문자 입력 장치(200)'로 간략히 지칭하도록 한다.

[0033] 도 1을 참조하면 본 발명은 문자 표시부(250)를 통해 복수의 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수에 따라 출력하는 동안 피측정자가 문자 표시부(250)를 응시하고 있는 상태에서 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하는 뇌 신호 측정부(100)를 포함할 수 있다. 이하에서 언급되는, 사용자는 원하는 문자를 입력하고자 하는 대상으로서, 뇌파 신호가 측정되는 피측정자를 의미한다.

[0034] 또한 본 발명은 인지유발전위(cognitive evoked potential, P300) 기반 시각 자극을 제공하는 것을 예로서 설명하도록 한다. P300은 사용자가 집중하고 있는 특정 자극이 제시될 경우 300ms 이후 발생하는 양전위의 신호 성분을 의미한다. 예를 들어, P300 신호를 활용한 로우-컬럼(Row-Column) 스펠러는, 일정 간격의 행과 열로 문자가 배치되며 임의의 순서로 행과 열이 점멸하는 방식이다. 이러한 로우-컬럼 스펠러에서는 하나의 행 혹은 열이 번갈아 점멸하거나 또는 임의의 순서로 점멸한다. 이러한 상태에서 사용자가 응시한 문자(즉, 입력하고자 하는 문자)가 속해있는 행 및 열에서 점멸이 발생할 때 이에 대응하는 사용자의 뇌 신호(즉, P300 component)가 생성된다. 그러나 문자 표시부(250)의 시각 자극 처리 방식은 이에 한정되는 것은 아니며, SSVEP 및 ERP에 기반한 방식 등 BCI에 적용될 수 있는 모든 뇌파 신호 유도 방식 중 적어도 하나를 사용하여 문자 배열을 출력할 수 있다.

[0035] 예시적으로, 뇌 신호 측정부(100)는 문자 표시부(250)를 통해 출력된 시각자극 그룹을 응시하는 동안 사용자 뇌로부터 발생되는 뇌파 신호를 실시간으로 측정한다. 예를 들어, 뇌 신호 측정부(100)는 뇌파(Electroencephalogram, EEG) 측정기를 통해 사용자의 뇌 신호를 측정할 수 있다. 이때, 뇌파 측정기는 뇌의 전기적인 활동에 의한 전기 신호를 두피 표면에 부착한 전극에 의해 비침습적으로 측정할 수 있다. 단, 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌 신호 측정 방식은 이에 한정되지는 않는다.

[0036] 도1에 도시된 것처럼, 문자 입력 장치(200)는 뇌 신호 분석부(210), 후보문자 선택부(220), 동적 종료부(230), 문자 입력부(231), 자극문자 재구성부(240) 및 문자 표시부(250)를 포함한다.

[0037] 예시적으로, 문자 입력 장치(200)는 문자 표시부(250)를 통해 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 제시할 수 있다. 이때 뇌 신호 측정부(100)는 시각자극 그룹을 응시하는 사용자로부터 각 문자에 대응하여 유발되는 뇌 신호를 측정할 수 있다.

[0038] 여기서, 소정의 자극수는 시각자극 그룹에 포함된 문자 배열을 분석을 위한 최소한의 자극수인 12번 깜박이는 것을 의미한다. 한편, 기존의 경우 일반적으로 60번~120번 [12번(분석을 위한 최소한의 자극수) x 5~10번]의 깜빡임을 시각자극으로서 사용자에게 보여주어 뇌 신호를 측정하고, 각각의 깜빡임을 기준으로 조각(segmentation)낸 데이터를 축적한다. 즉, 기존의 문자 입력 시스템은 분류기 학습이후 문자 입력 과정에서 1회 문자 입력시 일반적으로 사용되는 범위의 자극(60번~120번)을 제시하여 누적한 뇌파 데이터를 입력값으로 사용한다.

[0039] 뇌 신호 분석부(210)는 측정된 뇌 신호를 전처리 및 특징 추출을 수행한 후 분류기 학습을 통해 분류 결과값을 정규화하고, 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출할 수 있다. 예를 들어, 뇌 신호 분석부(210)는 처리 속도 및 정확도를 높이기 위한 전처리로서, 측정된 뇌 신호에 대해 시간-주파수에서 패턴을 추출할 수 있는 대역 필터링을 처리할 수 있다. 이때 분류기는 일반적으로 사용되는 RLDA (Regularized linear discriminant analysis) 분류기가 사용될 수 있으며, 각 문자에 대한 분류결과 값을 정규화 하여 확률적 해석이 가능한 형태로 변환할 수 있다.

[0040] 예시적으로, 뇌 신호 분석부(210)는 뇌 신호 측정부(100)를 통해 측정된 뇌 신호를 분석하여, 문자 표시부(250)의 모든 문자들에 대해 사용자가 입력하길 원하는 타겟 문자일 확률을 검출한다. 즉, 뇌 신호 분석부(210)는 수신된 뇌 신호 특성을 분석하여, 문자 표시부(250)에 의해 출력된 각 문자에 대해 사용자가 해당 문자를 주시하고 있을 확률 값을 검출한다.

[0041] 후보문자 선택부(220)는 모든 문자에 대한 분류 결과(즉, 확률값)를 내림차순으로 정렬한 후, 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 임의의 문자를 시각자극 그룹에서 제외하고, 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택할 수 있다.

[0042] 구체적으로, 시각자극 그룹에서 제외할 임의의 문자들을 결정할 경우, 후보문자 선택부(220)는 모든 문자들의 확률값을 내림차순으로 나열하고, 각 문자의 확률값이 높은 순에서 낮은 순으로 순차적으로 더하여, 그 합이 임계값 보다 작거나 같아지는 지점까지의 범위 내에 속하는 문자를 후보문자 그룹으로 선택할 수 있다. 여기서, 임계값은 정확도와 속도를 고려하여 사용자가 설정 할 수 있는 사용자정의매개변수(hyperparameter)를 지정하여 사용할 수 있다.

[0043] 동적 종료부(230)는 기설정된 동적 멈춤 기준(Dynamic stopping criterion)에 따라 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정할 수 있다.

[0044] 예시적으로, 동적 멈춤 기준은 특정 문자가 타겟 문자(사용자가 입력하고자 하는 문자)일 확률이 나머지 문자보다 압도적으로 높은 경우 뇌 신호 측정을 중지하도록 설정된다. 이와 같은 동적 멈춤 기준으로는 P300 스펠러의 효율성을 높이기 위한 기존의 동적 중지 알고리즘이 적용될 수 있다.

[0045] 예를 들어, 동적 종료부(230)는 후보문자 그룹에 속한 문자들 중에서 타겟 문자일 확률이 가장 높은 특정 문자가 나머지 문자(들)의 확률 또는 확률의 합보다 큰 경우, 뇌 신호의 측정을 중지할 수 있다. 또한, 뇌 신호 측정이 멈춘 이후, 문자 입력부(231)는 후보문자 그룹 내에 속한 문자 중에서 확률이 가장 높은 문자를 타겟문자로 결정할 수 있다. 예를 들어, 문자 입력 장치(200)가 의사 소통이 어려운 사용자가 이용하는 대화 도구(미도시)와 연동될 경우, 문자 입력부(231)는 선택된 타겟 문자를 해당 대화 도구에 입력시켜 다른 사용자가 식별할 수 있는 정보(예: 시각 정보 또는 오디오 정보 등)로서 출력되도록 할 수 있다.

[0046] 다른 예로, 타겟 문자일 확률이 가장 높은 특정 문자가 나머지 문자들의 확률의 합보다 작은 경우, 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정할 수 있다. 이어서, 자극문자 재구성부(240)가 수행될 수 있다.

[0047] 자극문자 재구성부(240)는 동적 종료부(230)에 의해 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치한 후, 피측정자에게 제공할 수 있다.

[0048] 자극문자 재구성부(240)는 선택된 후보문자 그룹을 6개의 문자 배열로 나누고, 각 문자 배열을 서로 다른 플래시 그룹에 각각 배치할 수 있다.

[0049] 이후, 동적 종료부(230)에 의해, 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, 뇌 신호 분석부(210) 내지 자극문자 재구성부(240)는 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정할 수 있다.

[0050] 예시적으로, 도 2를 참조하여 문자 입력 장치(200)에 의한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 설명하면, 뇌 신호 분석부(210)에 의해, 12번의 자극 후 모인 뇌파 데이터를 분석하여 뇌 신호 전처리, 특징 추출, 분류기 학습까지 진행하며 그 때의 분류결과(S210)를 통해 나온 각 문자가 정답일 확률을 기반으로 시각자극 동적 최적화 단계(S220, S230, S2440)를 진행하고 이 과정을 반복한다. 이때 최초의 제시되는 플래시 그룹은 의사랜덤으로 생성된 것을 사용된다.

[0051] 확률 기반 시각자극 동적 최적화 단계(S220-S240)는 시스템을 더 반복하여 뇌파데이터를 더 수집할지 중단할지 결정하고, 문자 표시부(250)를 통해 추후 화면으로 제시하게 될 업데이트된 최적화 자극을 만드는 과정이다. 구체적으로, S220단계에서는 각 문자에 대한 분류기 결과를 정규화하여 확률적 해석이 가능한 형태로 바꾼 후 정답일 확률(타겟 문자일 확률)이 매우 낮은 문자들을 제거한다. 문자를 몇개나 제거할지 결정 할 때, 확률이 높

은 문자부터 작은 문자순으로 더하여 그 합이 특정 기준보다 작거나 같은 지점까지의 문자를 후보문자로서 선택한다. S230단계에서는 동적 멈춤 기준에 따라 데이터 수집을 더 반복 할지, 데이터 수집을 멈추고 현재까지 분석된 결과를 최종결과로서 내놓을지 결정한다. S230단계에서 데이터 수집을 더 진행하도록 결정된 경우, S240단계에서 자극문자 재구성부(240)에 의해, S220단계 이후 남은 후보문자들 중에서 타겟 문자일 확률이 매우 높은 문자들을 서로 다른 플래시 그룹에 배치하여 재조정 할 수 있다. 다시 S210단계에서, 재조정된 플래시 그룹은 사용자에게 소정의 시작자극(바람직하게, 12번)으로서 제시되며, 이때의 뇌파를 측정한다. S210 내지 S240단계는 S230단계에서 동적 멈춤 기준에 도달하기 전까지 반복(예시적으로, N회 반복)될 수 있다. S230단계에서, 동적 멈춤 기준에 도달한 경우, 직전(예시적으로, N-1회) S220단계에서의 후보문자 중 확률이 가장 높은 문자를 타겟 문자로 결정하여 최종 결과로 도출할 수 있다(S231).

[0052] 예시적으로, 도3에 도시된 문자 표시부(250)는 복수의 문자로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 출력할 수 있다. 이때, 시각자극 그룹은 복수의 문자들이 소정의 간격으로 배치된 문자 배열로 구성되며, 각 문자 배열이 소정의 자극수로 출력될 수 있다. 또한, 문자 표시부(250)는 복수의 문자가 출력되는 문자 배열판(예를 들어, 모니터 화면 및 LED 배열 등) 자체일 뿐만 아니라, 자극문자 재구성부(240)에 의해, 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치하고, 각각의 플래시 그룹에 재배치된 복수의 문자들이 점멸하도록 동작을 제어하는 점멸 제어부를 더 포함할 수 있다. 그리고 문자 표시부(250)는 복수의 문자 별로 설정된 시각 자극 조건(예: 문자 배열 상 위치, 점멸 주파수, 점멸 시점 및 점멸 순서 등)을 실시간으로 뇌 신호 분석부(210)로 제공할 수 있다.

[0053] 참고로, 본 발명의 일 실시예에서 문자는 모든 나라의 언어에 따른 글자(즉, 알파벳, 한글, 한문 등), 숫자 및 기호 등 의사 소통을 위해 사용될 수 있는 모든 약속된 형상을 의미한다. 이때, 문자는 완성된 하나의 글자뿐만 아니라 글자를 구성할 수 있는 자음 및 모음의 형태일 수도 있다.

[0054] 예를 들어, 도 3의 (a)를 참조하면 문자 표시부(250)는 로우-컬럼(Row-Column) 문자 배열 방식을 사용하여 P300에 기반한 시각 자극을 제공할 수 있다. 이때, 문자 표시부(250)는 P300 기반 시각 자극을 제공하기 위해 문자 배열판의 행과 열 내에 배열된 문자들을 랜덤하게 점멸시킨다. 이처럼, 점멸 동작하는 문자 표시부(250)를 응시하는 사용자가가 임의의 타겟 문자에 집중하는 동안 사용자의 뇌에서 발생된 뇌 신호가 측정된다.

[0055] 이하에서는, 도 3의 (b)를 참조하여 문자 표시부(250)가 P300기반 시각 자극을 제공하기 위해, 자극문자 재구성부(240)에 의해, 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치하는 것을 예로서 설명하도록 한다.

[0056] 예를 들어, 도 3을 참조하면, 문자 표시부(250)는 26개의 알파벳, 9개의 숫자 및 한 개의 기호를 포함하는 총 35개의 문자가 배열된 시각자극 그룹을 제공할 수 있다. 일 예로, 5~6글자씩 하나의 문자 배열로 구분될 수 있으며, 6개의 문자 배열이 각 2회씩 12번 반복한 후(즉, 6글자씩 흰색으로 깜박이는 것을 12번 반복한 후), 16~20개의 글자가 타겟 문자일 확률이 높은 후보문자 그룹(빨간색 동그라미)으로 선택될 수 있다.

[0057] 이어서, 자극문자 재구성부(240)는 후보문자 그룹에 포함된 문자 배열을 재배치하여 플래시 그룹을 생성할 수 있다. 예시적으로, ‘C’, ‘X’, ‘U’, ‘N’, ‘Q’, ‘5’가 정답일 확률이 높은 1등부터 6등 까지라면, 이 여섯 개의 글자를 서로 다른 플래시 그룹에 배치한다. 즉, 타겟 문자로서 경쟁이 치열한 문자는 서로 다른 플래시 그룹으로 나뉠 수 있다. 이에 따라, 사용자가 짧은 시간 내에 경쟁이 심한 문자들을 구별하는데 집중할 수 있도록 돕는다.

[0058] 이때 플래시 그룹은 2~3글자씩 총 6개의 그룹(문자 배열)으로 설정되었고, 각 플래시 그룹이 시차를 두고, 6번의 깜박임을 2번 반복하여 총 12번 깜박일 수 있다. 기존의 방식이 하나의 플래시 그룹에서 6개의 글자씩 미리 정한 반복수만큼 깜박이는 것을 반복했다면, 본 발명은 깜박임이 진행됨에 따라 사용자에게 제시되는 글자의 개수가 점차 적아진다.

[0059] 이에 따라, 회차가 거듭될수록 타겟 문자일 가능성이 낮은 문자를 플래시 그룹에서 제거하고 S210-S240단계를 반복 후 업데이트된 분류 결과(확률 값) 기준으로 타겟 문자가 될 가능성이 상대적으로 높은 문자들만 제공함으로써, 문자 입력 장치(200)의 속도 및 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0060] 한편, 이상 도 1을 참조하여 설명한 문자 입력 장치(200)는, 문자 표시부(250)와 연동된 메모리 및 프로세서로 구현될 수 있다. 즉, 도 1에 도시된 뇌 신호 측정부(100), 뇌 신호 분석부(210), 후보문자 선택부(220), 동적 종료부(230), 문자 입력부(231), 자극문자 재구성부(240)가 처리하는 각 알고리즘 또는 실행 동작들은 하나의 프로그램 또는 서로 연동된 둘 이상의 프로그램의 형태로서 메모리(미도시)에 저장될 수 있다. 또한, 문자 입력 장치(200)를 구성하는 메모리에는, 문자 표시부(250)의 점멸 제어부(미도시)가 처리하는 알고리즘 또는 실행

동작을 더 포함하는 프로그램이 추가적으로 저장될 수 있다. 이처럼 메모리(미도시)에 저장된 하나 이상의 프로그램은 프로세서(미도시)에 의해 수행되며, 프로세서(미도시)는 각 프로그램이 실행됨에 따라 기설정된 처리들을 수행할 수 있다.

[0061] 이하에서는 상술한 도1 내지 도3에 도시된 구성 중 동일한 기능을 수행하는 구성의 경우 설명을 생략하기로 한다.

[0062] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0063] 도 4를 참조하면, 확률기반 시각자극 동적 최적화 기술을 이용한 뇌-컴퓨터 인터페이스 문자 입력 방법은 복수의 문자를 포함하는 문자 배열로 구성된 시각자극 그룹을 소정의 자극수로 제시하되, 각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출하는 단계 (S410), 검출된 임의의 문자의 확률이 나머지 문자들의 확률 보다 현저히 낮은 경우, 임의의 문자를 시각자극 그룹에서 제외하고, 나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택하는 단계(S420), 기설정된 동적 멈춤 기준에 따라 뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정하는 단계(S430) 및 뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우, 시각자극 그룹을 구성하는 각각의 플래시 그룹으로 후보문자 그룹을 재배치한 후, 피측정자에게 제공하는 단계(S440)를 포함하되, S430단계에서 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지, S410단계 내지 S440단계는 N회 반복 수행되며, N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정할 수 있다(S450).

[0064] S410단계는 측정된 뇌 신호를 전처리 및 특징 추출을 수행한 후 분류기 학습을 통해 분류 결과값을 정규화하고, 각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출할 수 있다.

[0065] S420단계는 확률이 높은 순으로 각 문자를 나열하고, 각 문자의 확률값이 높은 순에서 낮은 순으로 순차적으로 더하여, 그 합이 임계값 보다 작거나 같아지는 지점까지의 문자들을 후보문자 그룹으로 선택할 수 있다.

[0066] S440단계는 후보문자 그룹 중에서 문자의 확률값이 기설정된 랭킹까지 해당되는 문자들을 선택할 수 있다. 이때 선택된 문자들은 서로 다른 플래시 그룹에 각각 배치되어, 시차를 가지고 깜빡일 수 있다.

[0067] 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. 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.

[0068] 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.

[0069] 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

[0070] 100: 뇌 신호 측정부

200: 문자 입력 장치

210: 뇌 신호 분석부

220: 후보문자 선택부

230: 동적 종료부

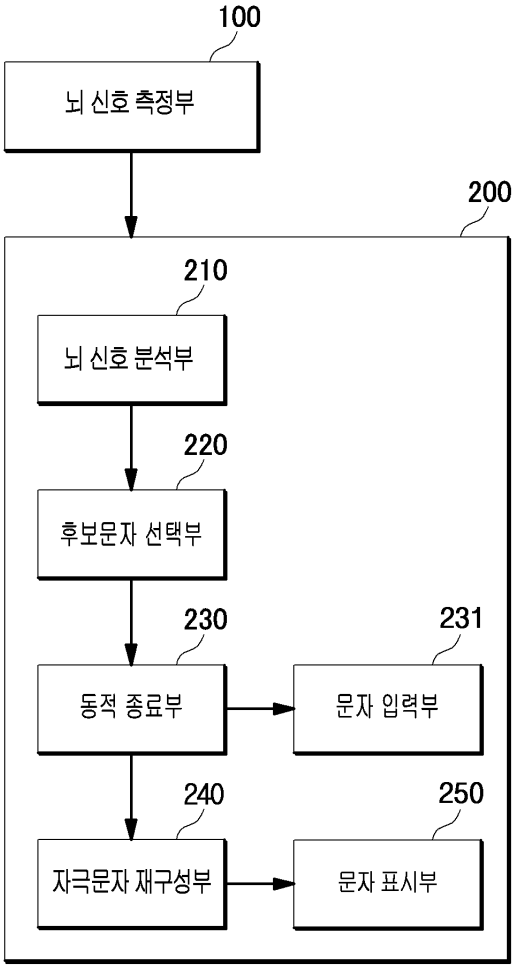
231: 문자 입력부

240: 자극문자 재구성부

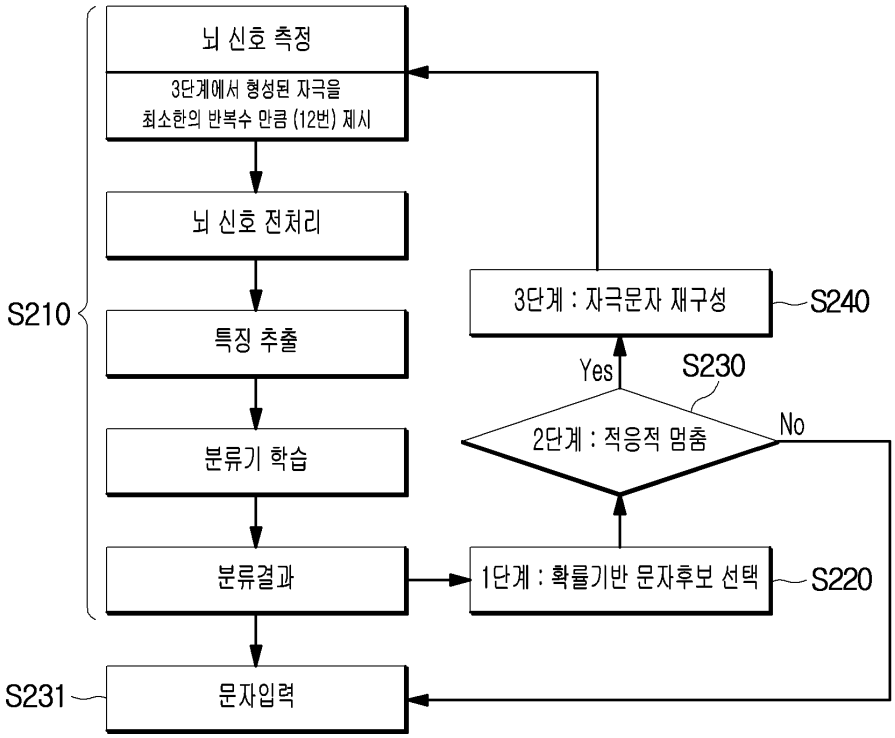
250: 문자 표시부

도면

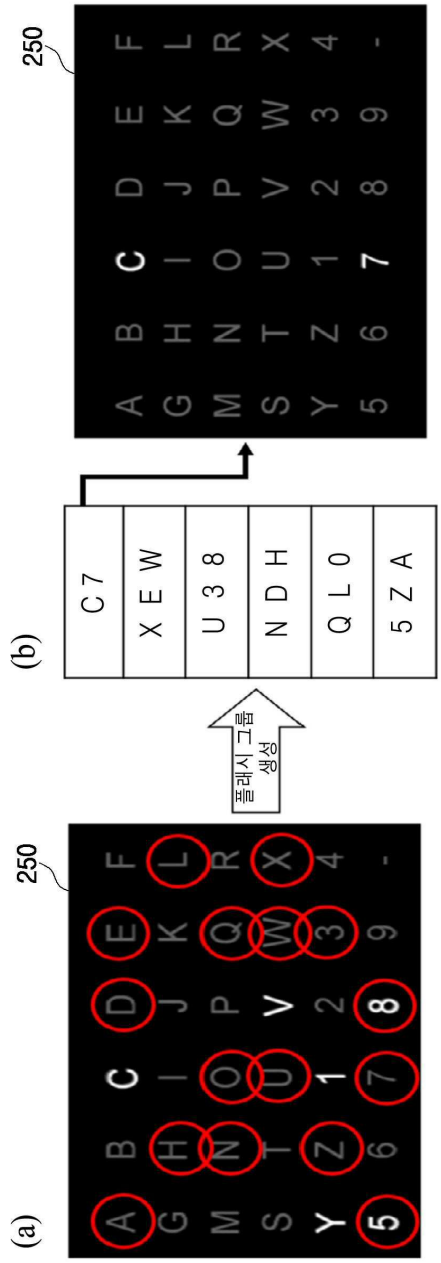
도면1



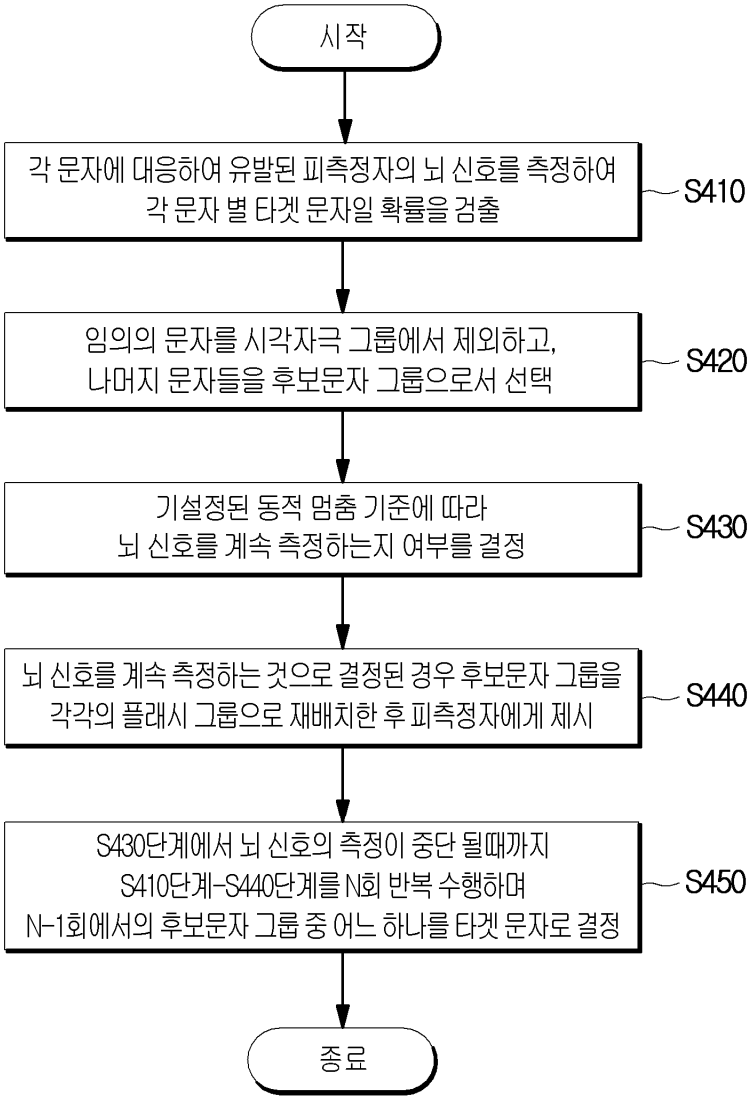
도면2


뇌 신호 측정
3단계에서 형성된 자극을
최소한의 반복수 만큼 (12번) 제시
뇌 신호 전처리
특징 추출
분류기 학습
분류결과
문자입력
S210
S231
3단계 : 자극문자 재구성
S240
Yes
S230
2단계 : 적응적 멈춤
No
1단계 : 확률기반 문자후보 선택
S220

도면3



도면4


시작
각 문자에 대응하여 유발된 피측정자의 뇌 신호를 측정하여
각 문자 별 타겟 문자일 확률을 검출
S410
임의의 문자를 시각자극 그룹에서 제외하고,
나머지 문자들을 후보문자 그룹으로서 선택
S420
기설정된 동적 멈춤 기준에 따라
뇌 신호를 계속 측정하는지 여부를 결정
S430
뇌 신호를 계속 측정하는 것으로 결정된 경우 후보문자 그룹을
각각의 플래시 그룹으로 재배치한 후 피측정자에게 제시
S440
S430단계에서 뇌 신호의 측정이 중단 될때까지
S410단계-S440단계를 N회 반복 수행하며
N-1회에서의 후보문자 그룹 중 어느 하나를 타겟 문자로 결정
S450
종료